

Therya

Volumen 3

Número 9

Diciembre 2012



www.mastozoologiamexicana.org
AMMAC

La Portada

En esta ocasión la imagen que se incluye en la portada corresponde a un mapache (*Procyon lotor* Linnaeus, 1758) también conocido como “Kulú” en lengua maya. Esta especie presenta una amplia distribución en Norte América, la cual se extiende desde el sur de Canadá, pasando por México hasta el norte Panamá. El cuerpo es robusto midiendo entre 75 y 95 cm de longitud. Las patas son cortas, con dedos largos, cola anillada y un pelaje fino y abundante de color gris que va cambiando de tono hasta hacerse negro en algunas zonas de su cuerpo, apareciendo unas manchas negras alrededor de sus ojos que le dan el aspecto de antifaz. La foto representa un encuentro infortunado de esta especie con un cocodrilo de Morelet (*Crocodylus moreletii*). No se considera bajo ninguna categoría de protección por la NOM-059, pero las dos especies insulares (*P. pygmaeus* y *P. insularis*) pertenecientes al género se encuentran en grave peligro de extinción [Foto tomada por Eduardo Sánchez Garibay (ENCB). Foto galardonada con el primer lugar en el congreso de la AMMAC en Xalapa Veracruz 2012].

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 Ozomatin 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 3, número 3

Diciembre 2012

Carta del editor: Revisores y revisiones, cual puede ser el mejor proceder. <i>SERGIO TICUL ÁLVAREZ-CASTAÑEDA</i>	269
Editorial: Mamíferos de Oaxaca. <i>MIGUEL BRIONES</i>	273
Edición especial los mamíferos de Oaxaca	
Revisión al conocimiento de los murciélagos del estado de Oaxaca. <i>JESÚS GARCÍA-GRAJALES Y ALEJANDRA BUENROSTRO SILVA</i>	277
Datos preliminares sobre la abundancia, tamaño de subgrupo y dieta de <i>Ateles geoffroyi</i> en la región de los Chimalapas, Oaxaca, Méxic. <i>TERESITA ORTIZ-MARTÍNEZ Y GABRIEL RAMOS-FERNÁNDEZ</i>	295
Inventario de mamíferos en sistemas cafetaleros de sombra asociados a la cuenca del río Copalita, Oaxaca, México. <i>TANIA M. PALACIOS-ROMO, ANTONIO SÁNCHEZ VÁZQUEZ, RUSBY GUADALUPE CONTRERAS-DÍAZ Y MARTÍN PÉREZ-LUSTRE</i>	303
Mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México. <i>FERNANDO A. CERVANTES Y BEATRIZ RIVEROS LARA</i>	311
Nota de la variación en la riqueza específica de mamíferos entre áreas de conservación y de aprovechamiento forestal en la Sierra Madre de Oaxaca. <i>ALEJANDRA CRUZ-ESPINOZA, GRACIELA E. GONZÁLEZ-PÉREZ Y PEDRO RONEL VÁZQUEZ</i>	327
Distribución potencial de los ungulados silvestres en la Reserva de Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, México. <i>ANDREA I. ORTÍZ-GARCÍA, MICHELLE I. RAMOS-ROBLES, LUZ A. PÉREZ-SOLANO Y SALVADOR MANDUJANO</i>	333
Mamíferos del centro-occidente de Oaxaca, México. <i>MARIO C. LAVARIEGA, NATALIA MARTÍN-REGALADO Y ROSA M. GÓMEZ-UGALDE</i>	349
Frugivory diet of the lesser long-nosed bat (<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>), in the Tehuacán Valley of Central Mexico. <i>ALBERTO ROJAS-MARTÍNEZ, HÉCTOR GODÍNEZ-ÁLVAREZ, ALFONSO VALIENTE-BANUET, MA. DEL CORO ARIZMENDI Y OTILIO SANDOVAL ACEVEDO</i>	371
Demografía y uso de hábitat del mono araña (<i>Ateles geoffroyi</i>) en una selva húmeda tropical del norte de Oaxaca, México. <i>TERESITA ORTIZ-MARTÍNEZ, BRAULIO PINACHO-GUENDULAIN, PAULINA MAYORAL-CHÁVEZ, JUAN CARLOS CARRANZA-RODRÍGUEZ Y GABRIEL RAMOS-FERNÁNDEZ</i>	381
Artículos	
Tamaño poblacional del oso negro (<i>Ursus americanus</i>) en dos Islas del Cielo del Noreste de Sonora, México. <i>EUGENIA ESPINOSA-FLORES, NALLELI E. LARA-DÍAZ Y CARLOS ALBERT LÓPEZ-GONZÁLEZ</i>	403
Robert James Baker: Una vida dedicada a la investigación y la enseñanza. <i>JOAQUÍN ARROYO-CABRALES, J.</i>	417

fascículo 9

DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS, año 3, No. 9, septiembre-diciembre de 2012, es una publicación cuatrimestral editada por la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C., Moneda 14, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06060, tel. (612) 123-8486, www.mastozoologiamexicana.org, therya@cibnor.mx. Editor responsable: Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-112812171700-102, ISSN: 2007-3364 ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda, Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz, Baja California Sur, C. P. 23096, Tel 612 123 8486, fecha de la última modificación 15 diciembre 2012.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda 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

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. Instituto Politécnico Nacional 195. La Paz, Baja California Sur, México 23095. 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, D. C. 20013-7012. E-mail: maldonadoj@si.edu.

Jan Schipper. Editor asociado de artículos. Arizona State University-West, 4701 Thunderbird Road, Glendale, Phoenix, AZ 85069, USA. E-mail: jan@sierra2sea.org.

Miguel Briones. Editor asociado de artículos. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Hornos 1003, Oaxaca 71230. E-mail: mbriones@ipn.mx.

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.

La Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. (AMMAC), a través del Comité Editorial de la revista THERYA, desea agradecer a todos los revisores que nos apoyaron en la evaluación de los artículos científicos del tercer volumen publicado en 2012 la lista se presenta en orden alfabético, algunos de los revisores nos apoyaron con la revisión de más de un manuscrito. Sergio Ticul Álvarez Castañeda, Claudia Ballesteros Barrera, Miguel Briones-Salas, José Octavio Cajas Castillo, Arturo Carillo Reyes, Mauricio Coteria Correa, Blas Benito de Pando, Gabriela Virginia Eguren Iriarte, Verónica Farías, Sonia Gallina, Juan Pablo Gallo-Reynoso, Rodrigo García-Morales, Rosa Ma. Gómez Ugalde, Alberto González Romero, Anahid Gutiérrez Ramos, Yolanda Hortelano, Livia León Paniagua, William L. Lidicker, Iván Lira-Torres, Consuelo Lorenzo, María D. Luna Krauletz, Jesús Maldonado, Salvador Mandujano, Michael Mares, C. Natalia Martin, Enrique Martínez Meyer, Ena edith Mata Zayas, Alina Gabriela Monroy, Octavio Monrroy Vilchis, Marisol Montellano Ballesteros, Claudia E. Moreno, Dario Navarrete Gutiérrez, Mario Peralta, Laura Porras Murillo, Juan Pablo Ramírez Silva, Gabriel Ramos Fernández, Oscar G. Retana Guiascón, Alejandra Riechers Pérez, Evelyn Ríos, Javier Rivas, Adriana Romero, Gerardo Sánchez, Cornelio Sánchez Hernández, Oscar Sánchez, Antonio Santos-Moreno, Jan Schipper, Cintya Araceli Segura-Trujillo, Jorge Servin, Sergio Solari, Javier Enrique Sosa-Escalante, Ana Lilia Trujano Álvarez, Julieta Vargas Cuenca, Renzo Vargas, Alejandro Velázquez Montes, Maricela Villagrán Santa Cruz, Kimberly Williams Guillén

Carta del Editor

Revisores y revisiones, cual puede ser el mejor proceder

En esta carta del editor me permitiré hablar sobre los árbitros y arbitrajes, en general, que se realizan en las diferentes revistas. Todas las revistas que se consideran de prestigio tienen un sistema de arbitraje. El arbitraje consiste en realizar una revisión por académicos pares, iguales o similares, al contenido, metodología, información, análisis y conclusión del trabajo que se somete a publicación. Con base en esto, se determina si la contribución está dentro de los estándares mínimos estipulados para la revista a la que fue sometida. Los estándares varían respecto a las diferentes revistas y en muchas ocasiones están relacionados con el número de trabajos que reciben para publicarse. A mayor número de contribuciones los estándares son más estrictos, pudiendo no aceptar un mayor volumen de manuscritos sometidos.

La elección de los árbitros que realizan las revisiones de las contribuciones, son en la gran mayoría de los casos asignados por el editor asociado, quien con base en su experiencia profesional sobre el tema, determina cuáles pueden ser los mejores árbitros para cada uno de los manuscritos. En general, los árbitros pueden ser definidos de tres formas diferentes. La primera es tomar en cuenta las bases de datos que tienen en la revista de los autores de artículos previos y que puedan ser afines al tema. Esta suele ser una de las metodologías más usadas por varias revistas, por el principio básico de que si el árbitro ha sido autor en la revista, conoce de primera mano los estándares mínimos necesarios para publicar en la misma. Lo que tiene de manera implícita, que el revisor solicitará al menos la calidad que le fue requerida en su propia contribución. El segundo criterio, es el seleccionar a un revisor que se haya destacado en el tema del manuscrito a evaluar, por sus contribuciones sobre el tema o de un tema afín. En este caso saber su opinión sobre la importancia, trascendencia y calidad del manuscrito presentado, proporciona la mejor certidumbre posible. El tercer criterio, es solicitar a los autores una lista de potenciales revisores que consideren apropiados para la evaluación del manuscrito. En este caso, el editor tiene una mayor cantidad de opciones, debido a que además de los propuestos por los autores, tiene los de las otras tres opciones anteriores. Se recomienda evitar el envío del manuscrito a revisar a investigadores que no tengan publicaciones en el tema o que estén iniciando su desarrollo

profesional, esto es debido a que ante la falta de experiencia pueden caer en la sobre exigencia o en la laxitud, ambos en perjuicio de los autores.

¿Pero cómo se realizan normalmente las evaluaciones de los trabajos en las diferentes revistas? En la mayoría de los casos, una vez que el árbitro recibe la contribución realiza una lectura de manera escrupulosa, buscando en la gran mayoría de los casos, cada uno de los puntos en los cuales puede existir una contradicción o una contra opinión, o una falta de bases bibliográficas que apoyen su trabajo. Con base en esto, argumenta lo expuesto por los autores, tomando en consideración sus experiencias y la literatura que conozca.

Destacando en qué punto la contribución puede estar mal, ausente de información, datos o tratado con herramientas estadísticas no adecuadas, y si los resultados no concuerdan con los que debería de ser el producto del análisis planteado.

Todo esto se resume al final en sí el manuscrito debe de ser aceptado tal como se presenta, con cambios menores, mayores o rechazado. Opinión que es retomada por el editor asociado y ponderada con el resto de los arbitrajes (mínimo dos, pero esto varía dependiendo de las revistas), para la toma de una decisión que le es comunicada a los autores del manuscrito sometido y al editor general.

En este punto me permito hacer un paréntesis, antes de continuar con mi discurso deseo hacer unas acotaciones sobre los potenciales revisores. Estos en su gran mayoría son profesores o investigadores que están asociados a universidades o centros de investigación y en su mayoría a programas de formación de recursos humanos, a diferentes niveles, por lo que dentro de sus actividades se encuentra la docencia y las asesorías. Esto implica que muchos de ellos tienen horas frente a grupos, o de asesoría en comités de estudiantes, estando muchos de estos estudiantes no asociados al profesor-investigador (independientemente del nombre en sí utilizado en el contrato laboral), pero reciben sus enseñanzas por estar dentro de su ámbito de actividad académica. Por otra parte, gran parte de las universidades y centros de investigación son financiados con recursos públicos, incluso muchas universidades privadas. Por lo que las actividades docentes-cátedras, no solamente deberían de restringirse a las que se realizan dentro del aula, sino incluir cualquier otra que esté asociada a su actividad académica extramuros, entre las que se pueden incluir las revisiones de manuscritos, proyectos y otras asesorías solicitadas.

Hecha esta aclaración, y retomado el tema de las revisiones de los escritos como árbitros, considero que debemos ser catedráticos al revisar un manuscrito. Lo que implica el señalar y puntualizar el error, pero también el proponer posibles soluciones, análisis, bibliografía o puntos de vista diferente. Cada uno de los autores de un escrito que recibimos para evaluar, es nuestro pupilo por un periodo corto

de tiempo. Pero es un pupilo muy especial, porque se establece un diálogo unidireccional y sin capacidad de contrarréplica en muchos casos, y cuando se llega a establecer es a través de un intermediario, el editor asociado. Ellos presentan sus ideas, análisis y conclusiones en un escrito y el revisor la argumenta, cuestiona y puntualiza los desaciertos de manera anónima. ¿Pero cuantas veces además de ese ejercicio de revisión, ampliamos el diálogo proponiendo vías alternas o plausibles soluciones? Este es el punto en el cual destacan los verdaderos catedráticos, que al igual que a un alumno presencial, están dispuestos a compartir su conocimiento para impulsar a ese autor-alumno-colega, no matriculado, para que sus investigaciones, que tanto esfuerzo y recurso costaron, puedan ser conocidas por la comunidad.

Con este discurso no quiero decir que se debe de trabajar y apoyar a los autores para que todas las investigaciones sean publicadas en las revistas. Es un hecho que seguirá existiendo aquellas que no tendrán los estándares mínimos y puedan ser aceptadas. Esto es porque el realizar contribuciones para ser publicadas implica un conocimiento del tema en sus diferentes aristas y un oficio en su presentación y escritura. Estas experiencias sólo se obtienen sometiendo contribuciones para su publicación, pero también recibiendo críticas duras, pero constructivas de lo que se puede hacer o se debió de haber hecho.

Mi experiencia de más de 20 años de revisar y someter manuscritos a diferentes revistas y a los tres años de ser editor general y de revisar cada uno de los artículos que se ha sometido, la mayoría de ellos son revisados varias veces, por lo menos al ingresar, después de recibir el comunicado por los editores asociados y en las pruebas de galera. En adición a los dictámenes de los revisores. Se ha hecho notar que muchos de los árbitros no actuamos como catedráticos, que tenemos en nuestras manos el producto intelectual de colegas que tratan de ampliar el límite del conocimiento en su área, propio o de manera general. Es por esto que muchas veces al plantear nuevas hipótesis los trabajos tratan de llegar al borde del conocimiento, punto en el cual es más fácil cometer errores u omisiones y donde es más necesario el apoyo, consejo y la opinión asertiva, para poder flanquear esas vicisitudes y hacer una contribución académica de calidad.

Un punto secundario, pero también importante, es el peso de los nombres de los autores e instituciones de la contribución, es un hecho que para algunos revisores los nombres de las personalidades reciben ciertas deferencias, que no comparten con todos los autores y que si tienen un efecto real en los momentos críticos de la toma de decisiones en referencia a la aceptación o no de los escritos. Sabemos que muchos revisores niegan este hecho, pero hay argumentos en varias revistas que versan lo contrario. Es por eso que el sistema que deberían de usar la mayoría de las revistas es el ciego-ciego. En el cual, el revisor

no sabrá quienes son los autores y los autores no sabrán quienes son los evaluadores. Con esto se busca que la evaluación del trabajo *per se* esté lo menos influenciado posible por nombres e instituciones.

Con base en todo esto me permito proponer a los árbitros y a los editores, en referencia a los trabajos que se realizarán en general para todas las revistas en las cuales participan que consideren a los diferentes documentos como contribuciones que pueden ser potencializadas y que se busque, como catedráticos que somos, qué les podemos enseñar a esos autores para que su trabajo y desarrollo profesional sea mejor. Revisar con una mentalidad constructora, no destructora. Buscar la mejora, sin dejar de marcar los desaciertos.

Verter información, bibliográfica o de experiencia profesional, que ayude a solucionar los vacíos de información y puntualizar esto últimos. Llevemos esa vocación, responsabilidad y autonomía de cátedra, a cada uno de esos alumno-autor-colega remotos, que están de manera literaria en nuestras manos. Sin olvidar que hemos sido elegidos para esa tarea por un tercero, que nos ha considerado como un académico con el conocimiento, ética, honestidad y que confía en nuestro criterio académico, para dar una opinión calificada sobre ese tópico. Si en ese momento podemos actuar como un investigador-profesor con actitud positiva y constructiva, habremos además de cumplir con la misión de realizar una revisión, apoyado a un "colega" en su formación y entendimiento y universalización del tema en cuestión.

Sergio Ticul Álvarez-Castañeda

Editor general

THERYA

Editorial

Mamíferos de Oaxaca

El estado de Oaxaca, al sur de México, presenta una gran diversidad fisiográfica, climática, florística y faunística, razones por las que se le ha considerado un estado megadiverso. Cuenta con el mayor número de vertebrados terrestres y se encuentra entre los primeros estados con mayor diversidad de mamíferos. El total de especies registradas hasta el año 2004 constituían el 42.22% del total nacional (190 especies en 111 géneros y 29 familias, que representaban aproximadamente el 66% y 83% del total de géneros y familias, respectivamente para México). Considerando a las especies monotípicas y a las politípicas con sus respectivas subespecies, los tres estados del país con la mayor diversidad de taxa mastofaunística son: Oaxaca ($n = 261$), Chiapas ($n = 249$) y Veracruz ($n = 214$).

En Oaxaca se han efectuado estudios de mamíferos desde hace más de un siglo. La lista de investigadores principalmente extranjeros es grande, destacan: A. Buller en 1890 y T. McDougall de 1943 a 1947, E. S. Boot de 1951 a 1956, L. De la Torre en 1955, W. J. Schaldach Jr. en 1961, M. D. Tuttle y A. L. Tuttle en 1961 y 1962, respectivamente. En esta misma década, R. G. Webb y R. H. Baker en 1969, R. H. Baker y M. K. Petersen en 1965 entre otros más.

Bernardo Villa en su obra "Los murciélagos de México" del año 1966, describe ejemplares y sitios de colecta en Oaxaca, quizá uno de los primeros investigadores mexicanos que trabaja en el estado.

George G. Goodwin es el investigador con un mayor número de aportaciones científicas durante la década de los 1960's para Oaxaca, incluso realizando la primera revisión de las especies para el estado.

Los primeros investigadores nacionales posteriores a Bernardo Villa, empiezan a aparecer en la década de los 1970's: Manuel González en ~1975, Bonilla y Cisneros desde 1988 hasta la fecha, Briones-Salas en 1988 y posteriormente desde 1996 hasta la fecha.

En los años 1990's destacan los trabajos realizados intermitentemente por Sánchez-Cordero y colaboradores en 1993, 1996 y a partir del 2001; Cervantes en 1993, Cervantes y Yépez en 1995, Sánchez y colaboradores en 1996. A principios del siglo XXI destacan los trabajos de Lorenzo y colaboradores específicamente en el área del Istmo de Tehuantepec; González-Pérez a partir de 2003, Lira a partir del 2010, recientemente Buenrostro, García Grajales y Santos, entre otros más.

Esta lista de investigadores interesados en la mastofauna de Oaxaca se ha incrementado notablemente en los últimos años. Sobresale el crecimiento de investigaciones dirigidas por Mexicanos, contrario a lo que paso en los inicios del conocimiento mastofaunístico en el estado.

Actualmente muchos mastozoólogos nacionales estudian a los mamíferos silvestres del estado, incluyendo a los mamíferos marinos. Lo interesante de esto es que la mayor parte de ellos se encuentran asociado a centros de investigación y universidades dentro del mismo estado, como: El Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-Oaxaca); La Universidad de Mar (UMAR); El Instituto Tecnológico de los Valles de Oaxaca (ITVO); La Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO); La Universidad de la Sierra Juárez, así como diversas Asociaciones Civiles que trabajan temas de gestión e investigación en el estado. Sin menospreciar el trabajo arduo y constante de investigadores mexicanos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), de la Facultad de Ciencias (FC) de la UNAM, de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), del Colegio de la Frontera Sur- San Cristóbal de las Casas (ECOSUR) y otros más de índole Nacional.

Gran parte de las primeras publicaciones sobre los mamíferos de Oaxaca versan sobre el análisis de distribución, listados mastofaunísticos y ampliación de áreas de distribución. En la actualidad, se está trabajando más en aspectos de ecología, aunque por la fisiografía y complejidad del estado, hay muchos sitios que todavía tienen que ser explorados. En este fascículo se da una muestra de este mucho que hacer pendiente.

En términos numéricos la lista de especies de Oaxaca ha variado desde el trabajo de Goodwin de 1969, en el cual registró 192, posteriormente el número se reduce a 188 por Ramírez-Pulido y colaboradores de 1986. El listado más actualizado incluye 190 especies de acuerdo con Briones-Salas y Sánchez-Cordero en el año 2004. Sin embargo, en fechas recientes, se han dado cambios en la taxonomía de algunas especies, y gracias a las técnicas modernas en la investigación se ha contribuido a identificar y conocer especies. Las técnicas moleculares, la modelación de nicho ecológico y el monitoreo acústico son sólo algunas de ellas. Actualmente podríamos mencionar la presencia en territorio estatal confirmado de cerca de 200 especies.

En los últimos años se han incrementado las publicaciones relacionadas con los mamíferos de Oaxaca, ejemplo de ello, son los estudios relacionados con inventarios mastofaunísticos, aspectos ecológicos, biológicos y genéticos. En particular destacan el caso de la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*), la nutria de río neotropical (*Lontra longicaudis*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y el jaguar (*Pantera onca*), entre otros más. Tópicos como: densidad poblacional y preferencias y uso de hábitat, estructura de los ensambles de diferentes grupos, son sólo algunos de los temas que actualmente se estudian en el estado.

A pesar de la gran riqueza mastozoológica que tiene Oaxaca, también es uno de los estados que presentan graves problemas para su conservación. Entre estos factores destacan el crecimiento demográfico en ciertas regiones del estado, la destrucción o modificación de hábitats, los incendios forestales, el cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias y turísticas, el aprovechamiento forestal clandestino, el uso de plaguicidas y la cacería sin control, entre otros más.

Es evidente que si no se tiene el conocimiento de la existencia y distribución de los mamíferos del estado, difícilmente se podrán sugerir estrategias de conservación para estas especies. Con este número especial se pretende incentivar a los jóvenes investigadores y profesores en el estudio de los mamíferos que habitan Oaxaca. Además de motivar la colaboración y participación de más estudiantes y más instituciones estatales y no estatales. Finalmente, los datos generados no solamente en este número, sino en todas las publicaciones de los mamíferos y de la fauna en general, deben de tomarse en cuenta por las diversas autoridades estatales para que se incluyan dentro de sus políticas públicas y se contribuya con esto a la conservación de una de las mastofaunas más ricas de nuestro país.

Miguel Briones-Salas

Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional,
Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional

Revisión al conocimiento de los murciélagos del estado de Oaxaca

Jesús García-Grajales^{1*} y Alejandra Buenrostro Silva²

Abstract

With the bat diversity from the state of Oaxaca being so vast, it is necessary to update species inventories and to know in depth the current level of research information on this group. We analyzed both, published and unpublished sources related to bat species from the state with the main goal of enhancing the knowledge on bats from Oaxaca. The bat fauna for Oaxaca consists of 94 species, arranged in 54 genera and 6 families.

Altogether, this group represents 68.2% of the total species recorded for the country. A total of 56 bibliographic sources published between 1950 and 2012 were compiled, and from those, 53.7% represents journal articles, 29.6% bachelor theses, 9.3% chapters in books and 7.4% master theses. Topics represented with most frequency in the reviewed records were: Checklists (31.5%), Diversity (25.9%), New records (20.4%), Others (11.1%), Autecology (7.4%), and lastly, Diet and Habitat had the same percentage (1.9%). It is necessary to address issues of current relevance such as habitat fragmentation effect on bat assemblies, organism body condition, and also, possible causes that might affect species richness in the state. In addition, there are geographic locations which still lack information related to distribution of bats; and this is the case for the Putla de Guerrero region, Sola de Vega and Miahuatlán.

Key words: bats, diversity, inventories, richness, Oaxaca.

Resumen

La diversidad de murciélagos en el estado de Oaxaca es enorme, sin embargo, es necesario actualizar el inventario de las especies y profundizar en el conocimiento sobre el estado actual de las investigaciones de este grupo. Con el objetivo de contribuir al conocimiento de los murciélagos de Oaxaca, analizamos la información acerca de las publicaciones e investigaciones sobre murciélagos del estado. La quiropterofauna de Oaxaca está conformada por 94 especies, 54 géneros y 6 familias.

Este grupo representa en su conjunto el 68.2% del total de las especies consideradas para el país. Se compiló un total de 56 fuentes bibliográficas publicadas entre 1950 y 2012. De este total, 53.7% son artículos en revistas, 29.6% son tesis de licenciatura, 9.3% son capítulos de libro y 7.4% son tesis de maestría. Los tópicos que presentaron

¹ Universidad del Mar, campus Puerto Escondido. Instituto de Recursos. Km. 2.5 Carretera Puerto Escondido-Sola de Vega, San Pedro Mixtepec, Oaxaca, 71980, E-mail: archosaurio@yahoo.com.mx (JGG)

² Universidad del Mar, campus Puerto Escondido. Instituto de Industrias. Km. 2.5 Carretera Puerto Escondido-Sola de Vega, San Pedro Mixtepec, Oaxaca, 71980, E-mail: sba_1575@yahoo.com.mx (ABS)

* Corresponding autor

una mayor frecuencia de aparición en los registros obtenidos fueron: Listados faunísticos (31.5%), diversidad (25.9%), nuevos registros (20.4%), otros (11.1%), ecología por especie (7.4%) y finalmente tanto dieta como hábitat presentaron el mismo porcentaje (1.9%)

Es necesario abordar temas de relevancia como el efecto de la fragmentación en los ensamblajes de murciélagos y las investigaciones sobre el estado físico de los organismos y determinar las posibles causas que pudieran afectar la riqueza de murciélagos en el estado. Asimismo, aún existen sitios con vacíos de información respecto al conocimiento de la distribución de los murciélagos como es el caso de la región de Putla de Guerrero, Sola de Vega y Miahuatlán.

Palabras clave: diversidad, inventarios, riqueza, murciélagos, Oaxaca.

Introducción

El estado de Oaxaca es reconocido como uno de los más biodiversos en el país debido a su heterogeneidad ambiental producto de la diversidad de climas, tipos de vegetación y compleja topografía que convergen en él (García-Mendoza *et al.* 2004). En cuanto a mamíferos, ocupa el primer lugar con 192 especies (Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004). Dentro de este grupo destacan los murciélagos por representar el 60.87% de las 138 especies registradas en el país (Ceballos *et al.* 2002; García-García *et al.* 2006).

No obstante, desde la publicación de Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) donde enlistan 82 especies de murciélagos, no se ha realizado una actualización al respecto. Al existir nuevos registros de murciélagos en el estado (García-García *et al.* 2006; Santos-Moreno *et al.* 2010; Alfaro y Santos-Moreno 2012) el objetivo de este trabajo fue recopilar y actualizar el inventario de este grupo, revisar los trabajos realizados hasta la fecha, identificar las áreas en las cuales es necesario enfocar esfuerzos de investigación y señalar las áreas con vacíos de información.

Material y Métodos

El estado de Oaxaca se ubica en la porción meridional de la República Mexicana, limita al norte con Veracruz y Puebla, al este con Chiapas, al sur con el Océano Pacífico y al Oeste con Guerrero, cuenta con una superficie de 95,364 km², lo que representa el 4.8% del territorio nacional (García-Mendoza *et al.* 2004). Está conformado por 572 municipios, agrupados en ocho regiones económicas: Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales (García-Mendoza *et al.* 2004). Se han descrito 26 tipos de vegetación correspondientes a nueve provincias fisionómico-florísticas (Torres-Colín 2004). Debido a su posición geográfica, intrincado relieve y exposición a sistemas meteorológicos de la vertiente Pacífica y del Golfo de México existen condiciones térmicas y de humedad contrastantes (Trejo 2004).

Se realizó una búsqueda bibliográfica intensiva de los estudios realizados con murciélagos en Oaxaca en las bases de datos de JStor, SpringerLink, Science Direct y en la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (REDALyC). Las revistas de estas bases de datos fueron elegidas porque publican artículos relacionados a la zoología en general o de mastozoología en particular. También se utilizó la propuesta

de García-Morales y Gordillo-Chávez (2011) sobre el uso del Google Académico. En la búsqueda se incluyeron palabras claves como murciélagos, Oaxaca, inventarios y diversidad.

Estas palabras fueron escritas en español e inglés. Adicionalmente se revisaron las tesis de licenciatura y posgrado de los catálogos bibliográficos de diferentes instituciones de educación superior y de investigaciones tanto estatales como nacionales. Cabe aclarar que en el presente trabajo no se realizó una revisión de la información curatorial que existe en las colecciones científicas regionales, nacionales e internacionales.

El listado de especies se elaboró con base en los registros de las fuentes bibliográficas obtenidas y tomando como referencia la base de datos publicada por Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004). Para proporcionar un panorama actual en la investigación de los murciélagos, el periodo de registros de datos comprendió desde el año 1950 al 2012 y se dividió arbitrariamente en cuatro periodos (de 1950 a 1989, de 1990 a 1999, de 2000 a 2009 y de 2010 a 2012). El registro de cada trabajo se clasificó con los siguientes códigos: libros (LB), sección o capítulo de libros (CL), artículo en revista arbitrada (AC), tesis de licenciatura (TL) y tesis de posgrado nivel maestría (TPm). No se consideraron los trabajos presentados únicamente como resúmenes de reuniones científicas. Por otro lado, cuando se encontraron casos de trabajos que se presentaron en forma de tesis de licenciatura o maestría y posteriormente se publicaron como artículo o capítulo de libro, para no sesgar la información se utilizó la más reciente para el análisis. Cabe señalar que a pesar de realizar una búsqueda lo más completa posible, es probable que algunos estudios no hayan sido considerados en esta revisión al no encontrar ninguna referencia de los mismos en las bases de datos consultadas.

Los tópicos o temas considerados en esta revisión son una modificación a la propuesta de Guevara-Chumacero *et al.* (2001). Los temas abordados en las publicaciones se dividieron en ocho categorías: listados, dieta, nuevos registros, diversidad, dinámica poblacional, ecología por especie, hábitat y otros.

De manera general y ante las controversias que existen para el orden Chiroptera, en este trabajo se sigue la nomenclatura taxonómica de las especies y su tipo de distribución con base en la propuesta de Ramírez-Pulido *et al.* (2005) y se actualizaron las sinonimias de los registros más antiguos. Aclaramos que en el caso especial de *Natalus lanatus* cuya reciente descripción (Tejedor 2005) se realizó con base en caracteres morfológicos es tomado en cuenta en este trabajo, dado que existe un registro reciente para el estado por Santos-Moreno *et al.* (2010). Los datos sobre las categorías de riesgo en las que se encuentran las especies a nivel nacional están basadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario Oficial de la Federación 2010). Respecto a los vacíos de información, se consideró la clasificación de las diez áreas florístico-faunísticas del estado de Oaxaca propuesta por García y Torres (1997) para señalar de manera regional los sitios con mayor o menor número de trabajos realizados con murciélagos en el estado.

Con la finalidad de conocer la tendencia en el número de publicaciones a través del tiempo, se realizó un análisis de regresión simple entre el número de publicaciones y el año de publicación.

Se recopiló un total de 56 trabajos sobre murciélagos del estado de Oaxaca realizados entre 1950 y 2012 (Apéndice 1), sin embargo, una tesis de licenciatura y una tesis de maestría fueron publicadas como artículo en revista arbitrada y como capítulo de libro, por lo que el análisis de la información se basó exclusivamente en 54 registros. El número de trabajos publicados por los cuatro periodos considerados osciló de 3 a 24, con una tendencia al aumento en los últimos 20 años (Fig. 1).

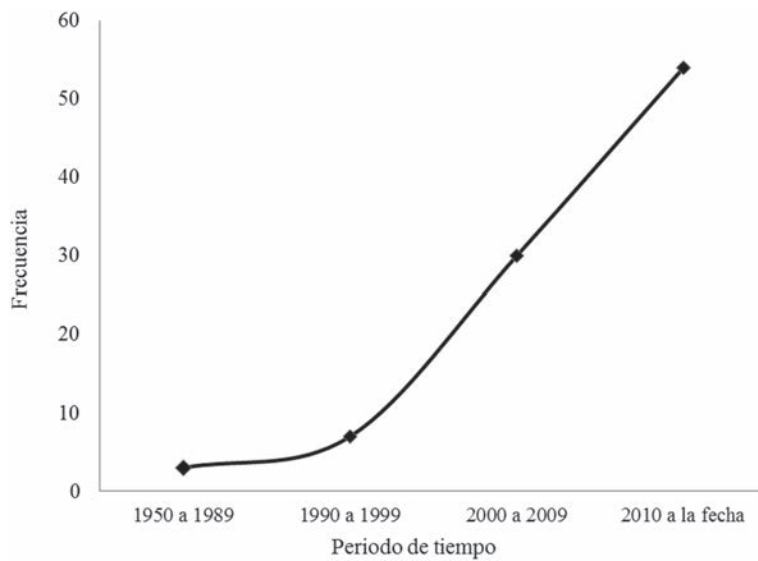


Figura 1. Tendencia de los trabajos sobre murciélagos en el estado de Oaxaca desde 1950 hasta 2012.

De los 54 trabajos recopilados, el 53.7% son artículos en revistas arbitradas, 29.6% son tesis de licenciatura, 9.3% son capítulo de libro y 7.4% son tesis de maestría. Los tópicos que presentaron una mayor frecuencia de aparición en los registros obtenidos fueron: Listados faunísticos (31.5%), diversidad (25.9%), nuevos registros (20.4%), otros (11.1%), ecología por especie (7.4%) y finalmente tanto dieta como hábitat presentaron el mismo porcentaje (1.9%).

En esta revisión se encontró que el 54.3% de los artículos científicos fueron publicados en revistas nacionales y el resto (45.7%) en revistas internacionales. La revista mexicana "Therya" mostró el mayor porcentaje de artículos (22.6%) publicados con referencia a los murciélagos del estado de Oaxaca (Tabla 1).

	Nacional	Internacional	1950-1989	1990-1999	2000-2009	2010 - FECHA
Fieldiana Zool		*	1			
Anales del Instituto de Biología	*		1			
Bat Research News		*		1	2	
The Southwestern Naturalist		*	1	1	2	1
Acta Zoológica Mexicana (n.s.)	*				1	1
Revista Mexicana de Mastozoología	*				2	
Naturaleza y Desarrollo	*				1	
Global Ecology and Biogeography		*			1	
Tropical Conservation Science		*				1
Revista Mexicana de Biodiversidad	*				1	2
American Journal of Botany		*			1	
Revista de Biología Tropical		*				2
Therya	*					2

Tabla 1. Número de artículos científicos con arbitraje publicados en revistas nacionales e internacionales de 1950 a 2012.

Por otro lado, de las tesis realizadas a la fecha, 17 son de licenciatura y cinco de posgrado (maestría), aclarando que de estas una tesis de licenciatura se publicó como capítulo de libro y una tesis de maestría se publicó como artículo en revista arbitrada.

Las entidades educativas y de investigación que más han contribuido a la formación de recursos humanos en estudios de murciélagos del estado de Oaxaca son: la Universidad del Mar (22.2%), la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, la Universidad Nacional Autónoma de México (22.2%), el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (22.2%) y el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral, unidad Oaxaca (22.2%; Fig. 2).

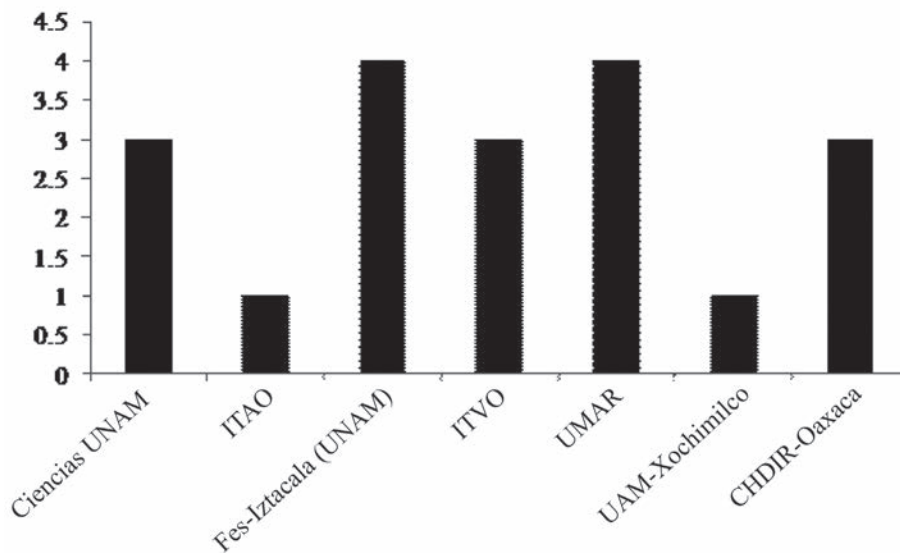


Figura 2. Frecuencia de tesis realizadas con murciélagos de Oaxaca a nivel licenciatura y postgrado hasta 2012.

Un total de 94 especies comprendidas en 54 géneros y 6 familias componen la quiropterofauna del estado de Oaxaca (Tabla 2). Del total de las especies, 37 (39.4%) son monotípicas y 57 (60.6%) politípicas. En relación a los endemismos, seis especies pertenecientes a cuatro géneros y tres familias son endémicas de México presentes en el estado (*Cynomops mexicanus*, *Rhogeessa aeneus*, *R. gracilis*, *R. parvula*, *Myotis fortidens* y *Natalus lanatus*). Sin embargo, ninguna de ellas lo es para Oaxaca. La familia que muestra el mayor número de especies fue Phyllostomidae (57), seguida de Vespertilionidae (22), Emballonuridae (8), Moormopidae (4), Natalidae (2) y Noctilionidae (1). Los géneros *Myotis* y *Lasiurus* son los mejor representados con cinco especies, respectivamente. Los murciélagos de Oaxaca en su conjunto representan el 68.2% del total de las especies consideradas para el país.

Tabla 2. Lista actualizada de los murciélagos registrados en el estado de Oaxaca. CE = Condición de la especie (Mo = Monotípica, Po = Politípica).

ESPECIE	REGIÓN	PE	NOM	FUENTE
1 <i>Balantiopteryx io</i>	SA	Mo		1, 5
2 <i>Balantiopteryx plicata</i>	SMO, SA, VTC	Po		1, 2, 5, 13
3 <i>Centronycteris centralis</i>	SA	Mo	Pr	5, 28
4 <i>Diclidurus albus</i>	DDB	Mo		1
5 <i>Rhynchonycteris naso</i>	IDT, SA	Mo	Pr	1, 5
6 <i>Saccopteryx bilineata</i>	VC, PCP, IDT, SMO, PCG, SA	Po		1, 3, 5

Continúa ...

	ESPECIE	REGIÓN	PE	NOM	FUENTE
7	<i>Peropteryx kappleri</i>	SA	Po		5
8	<i>Pteropteryx macrotis</i>	IDT, DDB, SA	Po		1, 5
9	<i>Noctilio leporinus</i>	PCP, IDT	Po		1
10	<i>Pteronotus davyi</i>	IDT, SA, PCP, VTC	Po		1, 3, 5, 13, 42
11	<i>Pteronotus parnellii</i>	PCG, VTC, IDT, SMO, SA	Po		1, 2, 3, 5, 13, 16, 42
12	<i>Pteronotus personatus</i>	IDT, SA	Po		1, 5, 16
13	<i>Mormoops megalophylla</i>	PCG, VTC, VC, PCP, SMO, IDT	Po		1, 2, 13
14	<i>Macrotus waterhousii</i>	VTC, IDT	Po		1, 13
15	<i>Mycronycteris microtis</i>	SA	Po		5, 26
17	<i>Lampronnycteris brachyotis</i>	IDT, SA, VTC	Mo	A	1, 13
18	<i>Diphylla ecaudata</i>	IDT, SA	Mo		1, 5
19	<i>Desmodus rotundus</i>	PCG, VTC, PCP, IDT, SMO, VC, SA	Po		1, 2, 3, 5, 13, 42, 26
20	<i>Lonchorhina aurita</i>	PCG, IDT, SA	Po	A	1, 5
21	<i>Trachops cirrhosus</i>	PCG, SMO, IDT, SA	Po	A	1, 5, 26
22	<i>Lophostoma brasiliense</i>	SMO, SA	Mo	A	1, 5, 26
23	<i>Mimon cozumelae</i>	SA	Mo	A	5
24	<i>Mimon crenulatum</i>	PCG, IDT	Mo	A	1
25	<i>Phyllostomus discolor</i>	PCG, IDT, SA, SMO	Po		1, 3, 5, 22, 26
26	<i>Chrotopterus auritus</i>	PCG, SMO, SA	Po	A	1, 5
27	<i>Vampyrum spectrum</i>	SMO	Mo		11
28	<i>Glossophaga commissarisi</i>	PCG, SMS, PCP, IDT, SMO, SA	Po		1, 5, 26
29	<i>Glossophaga leachii</i>	PCG, SMO, MA, VTC, VC, SMS, PCP, IDT, SA	Mo		1, 5, 13
30	<i>Glossophaga morenoi</i>	IDT, SA, PCP, MA, SMO	Po		1, 3, 24, 26, 42
31	<i>Glossophaga soricina</i>	PCG, SMO, VTC, VC, PCP, IDT, SA	Po		1, 3, 5, 13, 16, 29, 42
32	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	SMO, VTC, VC, PCP, IDT, MA, SA	Po	A	1, 5, 13, 24, 26, 29, 31, 42
33	<i>Leptonycteris nivalis</i>	VTC, SMO, PCP	Mo	A	1, 13, 24, 26, 42
34	<i>Anoura geoffroyi</i>	SMO, IDT, VTC, SMS, PCP, SA, SMO	Po		1, 3, 5, 13, 16, 26, 29
35	<i>Choeroniscus godmani</i>	PCG, MA, VC, SMS, IDT, SA	Mo		1, 5, 23, 29
36	<i>Choeronycteris mexicana</i>	VTC, VC, SMS, IDT, MA	Mo	A	1, 13, 26, 29
37	<i>Carollia perspicillata</i>	PCG, SMO, IDT, SA	Po		1, 2, 3, 5, 23
38	<i>Carollia sowelli</i>	PCG, SMO, IDT, SA	Mo		1, 3, 5, 26, 29, 43
39	<i>Carollia subrufa</i>	PCG, SMS, PCP, IDT, SA	Mo		1, 5, 23, 42, 46

Continúa ...

	ESPECIE	REGIÓN	PE	NOM	FUENTE
40	<i>Gliphonycteris sylvestris</i>	IDT	Mo		23
41	<i>Sturnira lilium</i>	PCG, VTC, VC, SMS, SMO, PCP, MA, SA	Po		1, 2, 3, 5, 13, 24, 26, 42, 46
42	<i>Sturnira ludovici</i>	SMO, VTC, VC, SMS, PCP, IDT, SA	Po		1, 2, 3, 5, 13, 23, 24, 26, 29, 42, 46
43	<i>Chiroderma salvini</i>	VTC, SMS, SMO	Po		1, 13, 26, 29
44	<i>Chiroderma villosum</i>	IDT, SA	Po		1, 5
45	<i>Uroderma bilobatum</i>	PCG, PCP, IDT, SA	Po		1, 3, 5, 23
46	<i>Uroderma magnirostrum</i>	SA	Mo		1, 5
47	<i>Vampyressa thylene</i>	SMS, PCP, IDT, SA	Mo		1, 5, 23
48	<i>Vampyrodes caraccioli</i>	PCG, SMO, IDT, SA	Po		1, 5, 26
49	<i>Platyrrhinus helleri</i>	PCG, SMO, MA, VTC, DB, IDT, SA	Mo		1, 5, 26
50	<i>Enchisthenes hartii</i>	SMO, PCP, PCG, IDT, SA	Mo	Pr	1, 5, 15, 23
51	<i>Artibeus intermedius</i>	PCG, SMO, VTC, SMS, IDT, SA, PCP	Po		1.2, 5, 13, 24, 29, 42, 46
52	<i>Artibeus jamaicensis</i>	PCG, SMO, VTC, IDT, SA, PCP, MA, VC	Po		1, 2, 3, 13, 24, 26, 29, 30, 42, 46
53	<i>Artibeus lituratus</i>	PCG, SMO, VTC, SMS, PCP, IDT, SA	Po		1, 2, 3, 24, 26, 29, 42
54	<i>Dermanura azteca</i>	SMO, VC, SA	Po		1, 2, 26, 29
55	<i>Dermanura phaeotis</i>	PCG, PCP, IDT	Po		1, 24, 42, 46
56	<i>Dermanura tolteca</i>	PCG, PCP, IDT, SMO, SA	Po		1, 2, 3, 24, 26, 29
57	<i>Dermanura watsoni</i>	IDT	Mo	Pr	1
58	<i>Centurio senex</i>	PCG, SMO, IDT, SA	Po		1, 2, 3, 23, 24, 26, 28, 42
59	<i>Hylonycteris underwoodi</i>	PCG, SMO, SMS, PCP, SA, IDT	Po		1, 3, 5, 16, 26
60	<i>Cynomops mexicanus</i>	SMS, IDT	Mo	Pr	1, 16
61	<i>Tadarida brasiliensis</i>	SMO, VC, MA, PCP, IDT	Po		1, 2, 3, 16
62	<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	SMO, IDT	Mo		1
63	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	IDT	Po		1
64	<i>Nyctinomops macrotis</i>	VC	Po		22
65	<i>Eumops auripendulus</i>	SMO, VTC	Mo		1
66	<i>Eumops underwoodi</i>	SMS, SA	Po		3
67	<i>Promops centralis</i>	VC, PCP, IDT	Po		1
68	<i>Molossus aztecus</i>	PCG, SMS, PCP, IDT	Mo		1, 16
69	<i>Molossus molossus</i>	IDT	Mo		3, 16
70	<i>Molossus rufus</i>	PCG, PCP, IDT, SA	Mo		1, 3
71	<i>Bauerus dubiaquercus</i>	SMO	Mo		1, 2, 12

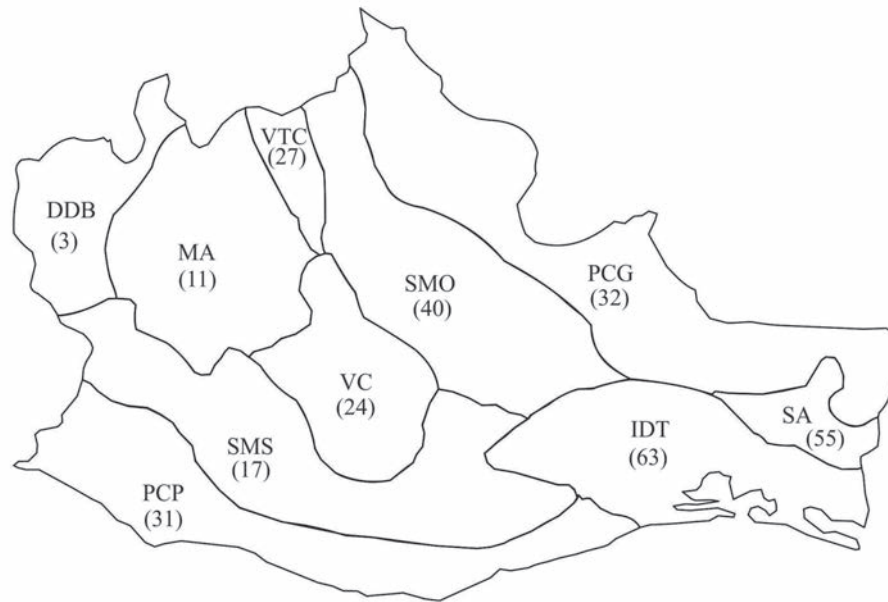
Continúa ...

	ESPECIE	REGIÓN	PE	NOM	FUENTE
72	<i>Rhogeessa aeneus</i>	SMO, MA, VTC, SMS, IDT	Mo		1, 13
73	<i>Rhogeessa gracilis</i>	VTC, VC, IDT, SMO, MA	Mo		1, 2, 26
74	<i>Rhogeessa parvula</i>	PCP, IDT, SA, MA	Mo		1, 23, 26
75	<i>Rhogeessa tumida</i>	PCG, SA, IDT	Mo		1, 3, 16
76	<i>Lasiurus blossevillii</i>	VC, IDT, MA	Po		1, 16, 26, 29
77	<i>Lasiurus borealis</i>	SA, SMO	Mo		2, 18
78	<i>Lasiurus cinereus</i>	SA, SMO, VC	Po		2, 18, 29
79	<i>Lasiurus intermedius</i>	SMO, VC, IDT	Po		1, 2
80	<i>Lasiurus xanthinus</i>	PCP, IDT	Mo		1, 4
81	<i>Corynorhinus townsendii</i>	SMO, VC, PCP, IDT	Po		1
82	<i>Idionycteris phyllotis</i>	VTC	Po		1, 13
83	<i>Eptesicus fuscus</i>	MA, VC, VTC, SMO, SMS	Po		1, 2, 13, 29
84	<i>Eptesicus furinalis</i>	SMS	Mo		1
85	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	SA	Po		3
86	<i>Myotis californicus</i>	SMO, VC, SA, IDT, VTC	Po		1, 2, 3, 13, 16
87	<i>Myotis fortidens</i>	PCG, SMS, PCP, IDT, SA	Po		1, 4, 24, 42
88	<i>Myotis keaysi</i>	SMO, VC, PCP, IDT	Po		1, 4, 23, 24, 26, 42
89	<i>Myotis nigricans</i>	SMS, IDT, SMO	Po		1, 23, 26
90	<i>Myotis thysanodes</i>	VC	Mo		1
91	<i>Myotis velifer</i>	VTC, VC, SMO	Po	Pr	1, 2, 13, 29
92	<i>Perimiotys subflavus</i>	SA	Po		5
93	<i>Natalus stramineus</i>	IDT, PCP	Po		1, 42
94	<i>Natalus lanatus</i>	SA	Po		28

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 se ha registrado una especie con criterio de peligro de extinción (*Vampyrus spectrum*), seis con criterio de protección especial (*Centronycteris centralis*, *Rhynchonycteris naso*, *Enchistenes hartii*, *Dermanura watsoni*, *Cynomops mexicanus* y *Myotis velifer*) y diez con criterio de amenazadas (*Lampronnycteris brachyotis*, *Lonchorhina aurita*, *Trachops cirrhosus*, *Lophostoma brasiliense*, *Mimon cozumelae*, *Mimon crenulatum*, *Chrotopterus auritus*, *Leptonycteris yerbabuenae*, *Leptonycteris nivalis* y *Choeronycteris mexicana*).

Con base en los registros de las fuentes bibliográficas consultadas, el 92.5% de las especies presentan menos de cinco registros y sólo el 7.5% cuentan con más de seis registros. Las regiones florístico-faunísticas que presentan el mayor número de registro de especies en la entidad son el Istmo de Tehuantepec (63 especies), la Sierra Atravesada (55 especies) y la Sierra Madre de Oaxaca (40 especies), mientras que la Mixteca Alta (6 especies) y la Depresión del Balsas (3 especie) presentaron el menor número de especies de murciélagos (Fig. 3).

Figura 3. Regiones fisiográficas donde se han registrado las especies de murciélagos en Oaxaca. PCG = Planicie Costera del Golfo, SMO = Sierra Madre de Oaxaca, VTC = Valle de Tehuacán-Cuicatlán, SA = Sierra atravesada, IDT = Istmo de Tehuantepec, DDB = Depresión del Balsas, MA = Mixteca alta, VC = Valles centrales, SMS = Sierra Madre del Sur, PCP = Planicie costera del Pacífico.



El análisis de regresión indicó que la relación entre el número de publicaciones y el tiempo es positiva pero no estadísticamente significativa ($r_p = 0.57$, $P < 0.05$).

Discusión

La presente contribución compiló la información bibliográfica generada hasta la fecha sobre las especies de murciélagos registradas en el estado de Oaxaca y aporta un inventario actualizado de la quiropteroфаuna presente. Desde la publicación de Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) donde se enlistan 82 especies de murciélagos, fue notable el incremento en las investigaciones sobre murciélagos para el estado culminando en un aumento en el número de especies registradas. Las 94 especies registradas hasta el momento representan el 68.2% de la riqueza a nivel nacional, lo cual lo ubica como el segundo estado con una alta diversidad de murciélagos. Se pone de manifiesto la importancia en la riqueza de especies de murciélagos del estado de Oaxaca en relación con otras entidades del país, ubicándolo entre los cinco primeros con mayor número de especies (94 especies), si consideramos a Chiapas con 106 especies (Retana y Lorenzo 2002), Jalisco con 73 especies (Godínez *et al.* 2011), Hidalgo con 65 especies (Mejenez-López *et al.* 2010), Campeche con 55 especies (Vargas-Contreras *et al.* 2012) y San Luis Potosí con 52 especies (García-Morales y Gordillo-Chávez 2011).

Entre los artículos científicos, un alto porcentaje pasó por una revisión arbitral, lo cual podría ser indicativo de una alta calidad de los mismos. De igual manera, el número de artículos científicos publicados puede ser considerado como de importancia, aunque no existen parámetros de comparación con la situación de otros estados y países. Cabe mencionar que de los 49 registros obtenidos, las tesis de licenciatura ocupan un porcentaje importante (32.7%), no obstante, sólo el 6% ($n = 1$) de estos trabajos son concluidos en forma de publicaciones, por lo que el acceso a la información generada en estas tesis es difícil y considerada como literatura gris (Soria-Ramírez 2003).

Respecto a los tópicos abordados con más frecuencia en los estudios sobre murciélagos

del estado de Oaxaca, resaltan los listados faunísticos. En este sentido, García-García *et al.* (2006) mencionan que a pesar de la elevada riqueza faunística del estado, aún existen zonas muy amplias en las que se debe de hacer un inventario, por lo que la distribución de las especies dentro de la entidad es incompleta. Asimismo, los inventarios de especies constituyen el primer paso hacia la comprensión de la importancia de una localidad o región, basados en el reconocimiento de sus contribuciones en endemismos, riqueza de especies, abundancias relativas y registros de distribución. Además, proveen información sólida sobre los cambios en las poblaciones de vertebrados terrestres, su fenología y patrones de abundancia geográfica a escala local, regional y global (Flores-Villela y Gerez 1994). Respecto al tópico de “diversidad”, es de suma importancia conocer los patrones de diversidad y relacionarlos con los cambios espaciales y temporales en la riqueza de especies (Arita 1997, Moreno y Halffter 2000), por lo que aportaciones que incluyan el análisis de la diversidad de murciélagos y sus patrones en más localidades del estado de Oaxaca permitirán establecer pauta de conservación y manejo en zonas específicas del estado.

Ríos-Gómez y Herrero-Solana (2005) mencionan que la mayoría de la producción científica en los países latinoamericanos se genera en las capitales y grandes ciudades. Las universidades se constituyen como el principal productor debido a que es en éstas donde se impulsan y consolidan muchos grupos científicos. En este trabajo también se evidencia la presencia tanto de las Universidades de renombre del país, así como las Universidades Estatales en la generación de Recursos Humanos. Cabe mencionar, que sólo el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral unidad Oaxaca y el Centro de Investigaciones en Ecosistemas han generado Recursos Humanos a nivel de maestría y que no existen estudios doctorales concluidos que investiguen a los murciélagos del estado.

Respecto a la distribución geográfica de las investigaciones realizadas con murciélagos, es posible evidenciar sitios en los que aún hay vacíos de información, como es el caso de la región de Putla de Guerrero, Sola de Vega y Miahuatlán, que corresponden a la región económica denominada Sierra sur de Oaxaca. Por el contrario, regiones como el Istmo de Tehuantepec, la Sierra Atravesada y la Sierra Madre de Oaxaca han presentado un mayor número de investigaciones implicando un mayor número de registros de murciélagos.

Cabe mencionar que sólo existe un estudio que aborda la perspectiva del paisaje incorporando la fragmentación (Barragán *et al.* 2010), en este sentido la causa más importante de pérdida de hábitat de los murciélagos es la fragmentación a gran escala causada por las actividades humanas. El efecto de la fragmentación sobre la dinámica de las poblaciones es uno de los puntos centrales en la biología de la conservación. La fragmentación del hábitat tiene tres consecuencias importantes: pérdida del hábitat, reducción del tamaño de los fragmentos, e incremento del grado de aislamiento entre los fragmentos. Desde esta perspectiva, esto podría contribuir a cambios en la estructura y abundancia de las poblaciones de murciélagos. Asimismo, también se observó en esta revisión que existe una falta de estudios continuos y sistematizados en estaciones fijas de muestreo por lo que no es posible conocer si la composición de murciélagos en el estado ha sufrido cambios a lo largo del tiempo.

Dada la importancia de los murciélagos como recurso natural, sugerimos: 1) incrementar

el número de investigaciones que involucren aspectos de la biología de las especies, como patrones de reproducción y comportamiento alimenticio, 2) realizar estudios en los que se aborde la perspectiva de paisaje incorporando la fragmentación, 3) realizar estudios sistemáticos continuos de largo plazo que permitan entender las dinámicas poblacionales a través del tiempo y 4) investigar el estado físico de los organismos y determinar las posibles causas que pudieran afectar la riqueza de murciélagos en el estado.

Agradecimientos

Agradecemos las facilidades proporcionadas por la Universidad del Mar y al Programa de Mejoramiento del Profesorado PROMEP (CUP: 2IR1112). Además, agradecemos a V. Mata Silva (Universidad de Texas – campus El Paso) la revisión de la sección en inglés y a J. A. Santos quien amablemente nos proporcionó copias electrónicas de sus trabajos publicados y de las tesis de licenciatura y posgrado dirigidas por él. Dos revisores anónimos realizaron observaciones y valiosos comentarios que ayudaron a mejorar la calidad de este trabajo.

Literatura citada

- ALFARO, A. M., J. L. GARCÍA-GARCÍA, Y A. SANTOS-MORENO. 2005. The false vampire bat *Vampyrum spectrum* in Oaxaca. *Bat Research News* 46:145-146.
- ARITA, H. 1997. Species composition and morphological structure of the bat fauna of Yucatan, Mexico. *Journal of Animal Ecology* 66:83-97.
- BRIONES-SALAS, M. A., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO. 2004. Mamíferos. Pp. 423-447 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez, y M. A. Briones Salas, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- CEBALLOS, G., J. ARROYO-CABRALES, Y R. A. MEDELLÍN. 2002. The mammals of Mexico: composition, distribution and conservation. *Occasional Papers, The Museum Texas Tech University* 218:1-27.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos, Gobierno Federal. Ciudad de México, México.
- FLORES-VILLELA, O., Y P. GERÉZ (eds.). 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- GARCÍA, A. Y R. TORRES. 1997. Estado actual del conocimiento sobre la flora de Oaxaca, México. *Flora de Oaxaca, Fasc. 1*, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- GARCÍA-GARCÍA, J. L., A. M. ALFARO, Y A. SANTOS-MORENO. 2006. Registros notables de murciélagos en el estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:88-91.
- GARCÍA-MENDOZA, A., M. J. ORDOÑEZ, Y M. A. BRIONES-SALAS. 2004. *Biodiversidad de Oaxaca*. Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.

- GARCÍA-MORALES, R. y E. J. GORDILLO-CHÁVEZ.** 2011. Murciélagos de San Luis Potosí, México: revisión de su conocimiento actual. *Therya* 2:183-192.
- GODÍNEZ, E. G., N. GONZÁLEZ-RUIZ, y J. RAMÍREZ-PULIDO.** 2011. Actualización de la lista de los mamíferos de Jalisco, México: implicaciones de los cambios taxonómicos. *Therya* 2:7-35.
- GUEVARA-CHUMACERO, L. M., R. LÓPEZ-WILCHIS y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2001. 105 años de investigación mastozoológica en México (1890-1995): Una revisión de sus enfoques y tendencias. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 83:35-72.
- MEJENES-LÓPEZ, S. M. A., M. HERNÁNDEZ-BAUTISTA, J. BARRAGÁN-TORRES, y J. PACHECO-RODRÍGUEZ.** 2010. Los mamíferos en el Estado de Hidalgo, México. *Therya* 1:161-188.
- MORENO C., y G. HALFFTER.** 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37:149-158.
- RAMÍREZ-PULIDO J., J. ARROYO-CABRALES, y A. CASTRO-CAMPILLO.** 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 21:21-82.
- RETANA, O. G., y C. LORENZO.** 2002. Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: Endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 85:25-49.
- RÍOS-GÓMEZ C., y V. HERRERA-SOLANO.** 2005. La producción científica latinoamericana y la ciencia mundial: una revisión bibliográfica (1989-2003). *Revista Interamericana de Bibliotecología* 28:43-61.
- SANTOS-MORENO, .A., S. GARCÍA-OROZCO, y E. E. PÉREZ-CRUZ.** 2010. Records of bats from Oaxaca, México. *The Southwestern Naturalist* 55:454-456.
- SORIA-RAMÍREZ, V.** 2003. La literatura gris y los e-print. *Biblioteca Universitaria* 6:127-137.
- TEJEDOR, A.** 2005. A new species of funnel-eared bat (*Natalidae: Natalus*) from México. *Journal of Mammalogy* 86:1109-1120.
- TORRES-COLÍN, R.** 2004. Tipos de vegetación. Pp. 105-117 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A.J., M.J. Ordoñez, y M. A. Briones Salas, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- TREJO, I.** 2004. Clima. Pp. 67-85 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. A. Briones Salas, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund. Ciudad de México, México
- VARGAS-CONTRERAS, J. A., G. ESCALONA-SEGURA, J. ARROYO-CABRALES, J. R. VON OSTEN, y L. NAVARRO.** 2012. Conservación de murciélagos en Campeche. *Therya* 3:53-66.

Sometido: 21 de agosto de 2012
 Revisado: 9 de octubre de 2012
 Aceptado: 15 de noviembre de 2012
 Editor asociado: Miguel Briones
 Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Apéndice 1

Compilación bibliográfica sobre estudios de murciélagos en el estado de Oaxaca, clasificada con base a libros (LB), sección o capítulo de libros (CL), artículo en revista arbitrada (AC), tesis de licenciatura (TL) y tesis de posgrado nivel maestría (TPm).

Capítulo de Libro (Periodo 2000-2009)

- 1.- BRIONES-SALAS, M., y V. SÁNCHEZ CORDERO. 2004. Mamíferos de Oaxaca. Pp. 423-447 in Biodiversidad de Oaxaca (García Mendoza A. J., M. J. Ordoñez, y M. Briones Salas, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found, México.
- 2.- BRIONES-SALAS, M., V. SÁNCHEZ-CORDERO, y A. SANTOS MORENO. 2005. Diversidad de murciélagos en un gradiente altitudinal de la sierra Mazateca, Oaxaca, México. Pp. 67-76 in Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa (Medellín, R., y V. Sánchez-Cordero, eds.). Instituto de Biología e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- 3.- GARCÍA-GARCÍA, J. L., y A. SANTOS-MORENO. 2008. Diversidad de cuatro ensambles de murciélagos en San Miguel Chimalapa, Oaxaca, México. Pp. 411-426 in Avances en el estudio de los mamíferos de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). Publicaciones especiales, vol. II. Asociación Mexicana de Mastozología, Distrito Federal, México.
- 4.- LIRA, I., M. A. CAMACHO ESCOBAR, y C. HERNÁNDEZ-SANTIAGO. 2008. Mamíferos de la Bahía y micro-cuenca del Río Cacaluta, municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca. Pp. 267-280 in Diagnóstico de los recursos naturales de la Bahía y Microcuenca de Cacaluta, Municipio de Santa María Huatulco (Domínguez Licona, J. M., ed.). Universidad del Mar, Huatulco, Oaxaca, México.
- 5.- OLGUÍN, M. H. C., L. L. PANIAGUA, U. M. SAMPER-PALACIOS, y V. SÁNCHEZ-CORDERO. 2008. Mastofauna de la región de los Chimalapas, Oaxaca, México. Pp. 165-214 in Avances en el estudio de los mamíferos de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). Publicaciones especiales, vol. II. Asociación Mexicana de Mastozología, Distrito Federal, México.

Artículo en revista científica arbitrada (Periodo 1950-1989).

- 6.- BAKER, R., y H. I. D. WOMOCHEL. 1966. Mammals from Southern Oaxaca. The Southwestern Naturalist 11:306.
- 7.- DE LA TORRE, L. 1955. Bats from Guerrero, Jalisco and Oaxaca, Mexico. Fieldiana: Zoology 37:695-701.
- 8.- WEBB, R. G., y R. H. BAKER. 1969. Vertebrados terrestres del sureste de Oaxaca. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 40:139-152.

Periodo 1990-1999.

- 9.- BONILLA, C., E. CISNEROS, y V. SÁNCHEZ-CORDERO. 1992. First Record of the Mexican

Big-Eared Bat *Idionycteris phyllothis* (Vespertilionidae) in the State of Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 37:429-430.

- 10.- SÁNCHEZ-CORDERO, V., C. BONILLA, Y E. CISNEROS. 1993. The Thomas' Mastiff Bat *Promops centralis* (Vespertilionidae) in Oaxaca, Mexico. *Bat Research News* 34:65.

Periodo 2000-2009.

- 11.- ALFARO, A. MA., J. L. GARCÍA-GARCÍA, Y A. SANTOS-MORENO. 2005. The false vampire bat *Vampyrum spectrum* in Oaxaca, México. *Bat Research News* 46:145-146.
- 12.- BRIONES-SALAS, M. 2000a. First record of *Bauerus dubiaquercus* (Vespertilionidae) in Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 43:495-496.
- 13.- BRIONES-SALAS, M. 2000b. Lista anotada de los mamíferos de la región de La Cañada, en el valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 81:83-103.
- 14.- BRIONES-SALAS, M. Y A. SANTOS-MORENO. 2002. First Record of *Tonatia brasiliense* (Chiroptera, Phyllostomidae) in Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 47:137-138.
- 15.- GARCÍA-GARCÍA, J. L., A. M. ALFARO, Y A. SANTOS-MORENO. 2006. Registros notables de murciélagos en el estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:88-91.
- 16.- GARCÍA-GARCÍA, J. L., A. SANTOS-MORENO, A. CRUZ-HERNÁNDEZ, Y M. PÉREZ-LUSTRE. 2009. Murciélagos de La Ventosa, Oaxaca, México: comparación entre el muestreo convencional y el muestreo acústico. *Naturaleza y Desarrollo* 7:19-29.
- 17.- GARCÍA-GARCÍA, J. L., A. SANTOS-MORENO, A. M. ALFARO, Y A. SOTO-CENTENO. 2007. Noteworthy records of *Eptesicus brasiliensis* (Vespertilionidae) from Oaxaca, México. *Bat Research News* 48:5-6.
- 18.- LIRA, I., C. GALINDO LEAL, Y M. A. BRIONES SALAS. 2012. Mamíferos de la selva zoque, México: riqueza, uso y conservación. *Revista de Biología Tropical* 60:781-797.
- 19.- LIRA, I., L. MORA AMBRIZ, M. A. CAMACHO ESCOBAR, Y R. E. GALINDO AGUILAR. 2005. Mastofauna del cerro La Tuza, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:6-20.
- 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.
- 21.- SÁNCHEZ-CORDERO, V. 2001. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography* 10:63-76.

Periodo 2010-2012.

- 22.- ALFARO GARCÍA, A. M., Y A. SANTOS MORENO. 2012. The big free-tailed bat *Nyctinomops macrotis* (Chiroptera: Molossidae) in Oaxaca, Mexico. *Chiroptera Neotropical* 18:1115-1116.
- 23.- BARRAGÁN, F., C. LORENZO, A. MORÓN; M. A. BRIONES-SALAS Y S. LÓPEZ. 2010. Bat and rodent diversity in a fragmentes landscape on the Isthmus of Tehuantepec,

- Oaxaca, Mexico. *Tropical Conservation Science* 3:1-16.
- 24.- BUENROSTRO SILVA, A., M. ANTONIO GUTIÉRREZ, Y J. GARCÍA-GRAJALES. 2012. Mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Chacahua y La Tuza de Monroy, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 28:56-72.
- 25.- CALDERÓN-PATRÓN, J., M. BRIONES-SALAS, Y C. E. MORENO. 2012. Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Therya* 4.
- 26.- CERVANTES, F. A., Y B. RIVEROS-LARA. 2012. Mamíferos del municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México. *Therya* 3:311-325.
- 27.- ESTRADA Y. Q., R. A. LUNA, Y T. ESCALANTE. 2012. Patrones de distribución de los mamíferos en la Provincia Oaxaca-Tehuacanense, México. *Therya* 3:33-51.
- 28.- GARCÍA-GARCÍA, J. L., A. SANTOS MORENO, Y A. RODRÍGUEZ ALAMILLA. 2010. Population dynamics of the bat *Dermanura tolteca* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a tropical forest in Mexico. *Revista de Biología Tropical* 58:1323-1334.
- 29.- LAVARIEGA, M. C., N. MARTÍN-REGALADO, Y R. M. GÓMEZ-UGALDE. 2012. Mamíferos del centro occidente de Oaxaca, México. *Therya* 3:349-363.
- 30.- PALACIOS-ROMO, T. M., A. SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, R. G. CONTRERAS-DÍAZ, Y M. PÉREZ-LUSTRE. 2012. Inventario de mamíferos en sistemas cafetaleros de sombra en la cuenca baja del río Copalita en el estado de Oaxaca, México. *Therya* 3:303-310.
- 31.- ROJAS-MARTÍNEZ, A., H. GODÍNEZ-ALVAREZ, A. VALIENTE-BANUET, M. C. ARIZMENDI, Y O. SANDOVAL-ACEVEDO. 2012. Fugivory diet of the lesser long-nosed bat (*Leptonycteris yerbabuena*), in the Tehuacán Valley in Central Mexico. *Therya* 3:371-380.
- 32.- SANTOS-MORENO, A., J. L. GARCÍA-GARCÍA, Y A. RODRÍGUEZ-ALAMILLA. 2010. Ecología y reproducción del murciélago *Centurio senex* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:847-852.
- 33.- SANTOS-MORENO, A., S. GARCÍA OROZCO, Y E. E. PÉREZ CRUZ. 2010. Records of bats from Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 55:454-456.
- 34.- SANTOS-MORENO, A., E. RUIZ-VELÁSQUEZ, Y A. SÁNCHEZ MARTÍNEZ. 2010. 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.
- 35.- SALAME-MÉNDEZ, A., A. CASTRO CAMPILLO, K. OLVERA-OLVERA, H. SERRANO, F. HUERTA GARCÍA, J. J. ESQUIVEL-FLORENCIO, J. HARO-CASTELLANO, M. BRIONES-SALAS, J. RAMÍREZ PULIDO, J. L. GÓMEZ OLIVARES, Y M. D. GARCÍA-SUÁREZ. 2012. Evaluación estacional de los fitoestrógenos en heces de machos del murciélago frutero jamaicano (*Artibeus jamaicensis* Leich, 1821). *Therya* 3:13-31.

Tesis licenciatura (Periodo 1990-1999)

- 36.- CORONA-TINOCO, M. 1993. Conocimiento y análisis actual sobre la Biología de los murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en la cueva del Polvorín Cerro de Oro, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- 37.- GARCÍA, J. M. 1999. Distribución altitudinal de los murciélagos de la Sierra Mixteca "Alta" en el estado de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.

Periodo 2000-2009.

- 38.- AGUILAR RUBIO, J. A. 2009. Quirópteros de tres comunidades del municipio de Valle Nacional, en el Norte de Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- 39.- CALDERÓN, J. M. 2000. Diversidad y estructura de comunidades de quirópteros en Ixtlán, Sierra Norte de Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, Oaxaca.
- 40.- GARCÍA GARCÍA, J. L. 2005. Estructura y diversidad de comunidades de quirópteros en San Miguel Chimalapa, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- 41.- HERNÁNDEZ CHAVEZ, B. R. 2003. Estructura y diversidad de la comunidad de murciélagos en la cuenca del río Zimatán en la Costa de Oaxaca. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- 42.- HERNÁNDEZ CRUZ, A. E. 2007. Estructura de una comunidad de murciélagos en un fragmento de selva mediana perennifolia en Santiago Comaltepec, Ixtlán, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- 43.- HERNÁNDEZ H. C. 2002. Mamíferos medianos del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México
- 44.- NEGRETE-NAVA E. E. 2004. Contribución al conocimiento de la quiroptero fauna del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México
- 45.- RUÍZ VELÁZQUEZ, E. 2009. Estructura de la comunidad de murciélagos de Nizanda, Juchitán, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- 46.- VILLALOBOS CAMACHO, C. F. 2006. Estructura y efecto de escala en la comunidad de murciélagos del Istmo de Tehuantepec, un enfoque ecomorfológico. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

Periodo 2010-2012.

- 47.- ANTONIO GUTIÉRREZ, M. 2012. Diversidad y abundancia de murciélagos de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Universidad del Mar campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.
- 48.- APOLINAR FLORES, R. 2012. Estructura poblacional del murciélago *Carollia sowelli* (Phyllostomidae: Carollinae) de Santa María Chimalapa Oaxaca, México. Tesis de licenciatura, Licenciatura en Biología, Universidad del Mar campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.
- 49.- GARCÍA LUIS, M. 2010. La quiroptero fauna de los valles centrales de Oaxaca. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, México.
- 50.- GARCÍA MÉNDEZ, A. 2011. Comunidad de murciélagos en un túnel en el municipio de San Pedro Mixtepec, Región Costa, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Licenciatura

en Biología, Universidad del Mar campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

- 51.- REYES VELÁZQUEZ, S. 2011. Diversidad y dieta de los murciélagos frugívoros (Chiroptera: Stenodermatinae) en el Jardín Botánico de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Licenciatura en Biología, Universidad del Mar campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

Tesis de posgrado (Maestría)

Periodo 2000-2009

- 52.- GARCÍA GARCÍA, J. L. 2007. Estructura poblacional del murciélago *Dermanura tolteca* (Saussure, 1860) en el municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

Periodo 2010-2012

- 53.- FUENTES-MORENO, H. 2010. Estructura del ensamble murciélago de la venta, Oaxaca, México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.
- 54.- KRAKER CASTAÑEDA, C. 2012. Uso de hábitat por murciélagos insectívoros en Santa María Chimalapa, Oaxaca. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.
- 55.- PALACIOS ROMO, T. M. 2011. Estructura y dieta del ensamble de los murciélagos nectarívoros de San Marcos Arteaga, Sierra Mixteca, Oaxaca. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.
- 56.- TREJO ORTIZ, A. 2011. Caracterización acústica de los murciélagos insectívoros del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

Datos preliminares sobre la abundancia, tamaño de subgrupo y dieta de *Ateles geoffroyi* en la región de los Chimalapas, Oaxaca, México

Teresita Ortiz-Martínez^{1*} y Gabriel Ramos-Fernández¹

Abstract

A study was conducted to confirm the presence of the spider monkey (*Ateles geoffroyi*) and obtain preliminary data on their behavior and their habitat in the southwestern region of Chimalapas, Oaxaca. The data were collected in the dry season for six days; direct and indirect methods were used, including interviewing local assistants. In this study, we found that the abundance of these primates is similar to that reported for other distribution areas with well preserved habitat. In addition, we recorded two species and a genus of plants not previously reported as part of their diet. Although the evaluation suggests that human impact on this habitat, is small scale, we recommend implementing conservation strategies, including long-term study on these primates.

Key words: abundance, conservation, feeding habits, habitat, primates, state of Oaxaca.

Resumen

Se realizó un estudio para confirmar la presencia del mono araña (*Ateles geoffroyi*) y obtener datos preliminares sobre su comportamiento y su hábitat en el suroeste de la región Chimalapas, Oaxaca. Los datos se colectaron durante seis días en la época de secas, y se utilizaron métodos directos e indirectos, que incluyeron la entrevista a los asistentes locales. En este estudio, encontramos que la abundancia de estos primates es similar a la reportada para otras áreas de su distribución con hábitat bien conservado. Además, registramos dos especies y un género de plantas antes no reportados como parte de su dieta. Aunque la evaluación sugiere que el impacto humano en este hábitat, este es de pequeña escala, recomendamos implementar estrategias de conservación, incluyendo el estudio de largo plazo sobre estos primates.

Palabras clave: abundancia, conservación, estado de Oaxaca, hábitat, hábitos alimentarios, primates.

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca 71230. E-mail: tecahuiini@hotmail.com (TO-M), ramosfer@alumni.upenn.edu (GR-F)

* Corresponding autor.

Introducción

Los géneros *Ateles* y *Alouatta* son primates del Neotrópico cuya distribución más norteña se sitúa en México (Ford 2006). Su ocurrencia está asociada principalmente a selvas húmedas y subhúmedas del sureste mexicano, comúnmente por debajo de 800 msnm (Shanee 2009). Actualmente los estados con mayor superficie de hábitat para estos primates son Campeche, Quintana Roo, Chiapas y Oaxaca. En este último estado, la región de los Chimalapas en la subprovincia fisiográfica Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas, es de gran importancia debido a la extensión de hábitat conservado (> 2,800 km², Salas-Morales *et al.* 2001) con potencial para mantener poblaciones viables particularmente del mono araña, que requiere áreas de mayor tamaño que el mono aullador (Milton y May 1986). En la región de los Chimalapas se encuentran cuatro tipos de vegetación usados por el mono araña: selva perennifolia, selva subperennifolia, selva caducifolia y bosque mesófilo de montaña (Salas Morales *et al.* 2001; Ortiz-Martínez *et al.* 2008).

Dentro de las investigaciones sobre la distribución de primates en la región noreste de Oaxaca, se ha confirmado su presencia actual en varias localidades de los Chimalapas (Ortiz-Martínez *et al.* 2008). Sin embargo, los registros aún son escasos y poco se conoce sobre su abundancia, comportamiento y ecología en esta región. Por esta razón, cuando fuimos informados de la presencia de los monos araña en Chichihua, localidad de Santa María Chimalapa, se motivó nuestro interés por confirmarla.

Este documento presenta los resultados de una breve investigación realizada para confirmar la presencia del mono araña y obtener datos preliminares de la abundancia, tamaño de subgrupo, alimentación y estado del hábitat de este primate en la selva de Chichihua.

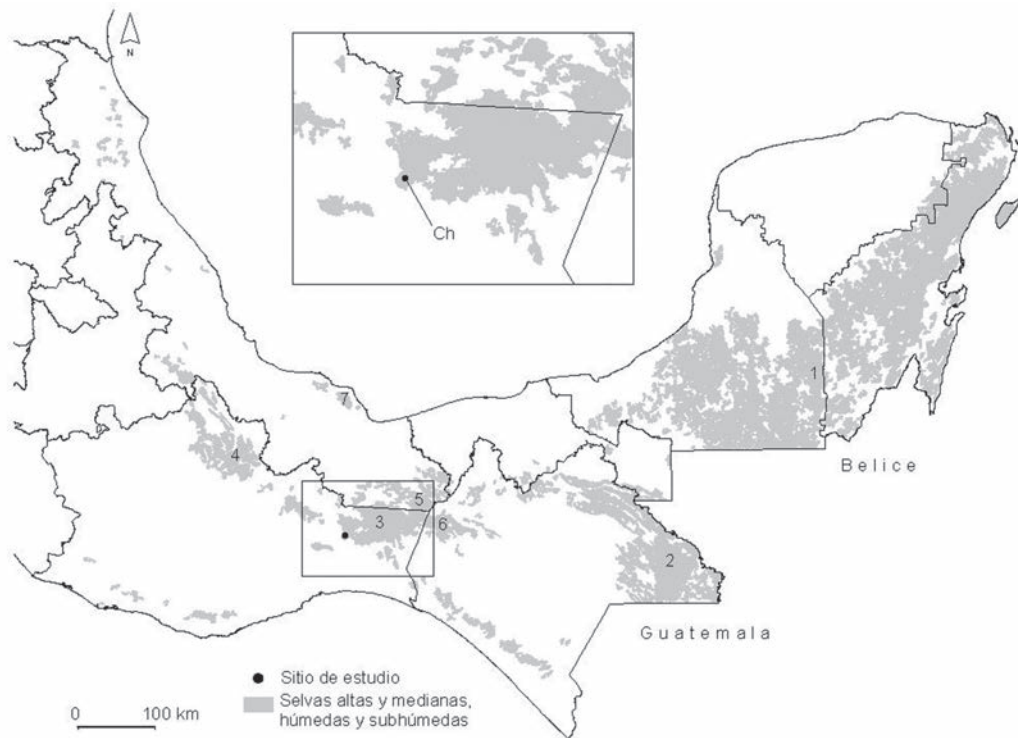
Material y Métodos

La localidad de Chichihua está ubicada al suroeste del municipio de Santa María Chimalapa. Este estudio se enfocó en el área de conservación comunitaria de Chichihua con aproximadamente 100 ha (16.844° N, -94.866° W; 200 - 400 msnm), que forma parte del área continua de selvas de los Chimalapas (Fig. 1). El clima es cálido y húmedo con lluvias en verano, la precipitación anual total es de 2,000 - 2,500 mm, y la temperatura media anual es de 22 - 26 °C.

La investigación se realizó en seis días de trabajo de campo (27 y 28 de marzo y 2-5 de mayo de 2008) durante la estación seca. Los datos fueron colectados por dos equipos, de tres personas cada uno, caminando simultáneamente por senderos en rutas diferentes. El método usado se basa en el registro de avistamientos de subgrupos de mono araña, en el cual cada subgrupo detectado cuenta como un avistamiento y el total de avistamientos se divide por el número de kilómetros recorridos para expresar el resultado como un índice de abundancia (subgrupos/km). Este método es de aplicación sencilla y tienen utilidad para monitorear las poblaciones con un esfuerzo pequeño de tiempo, ya sea que se desee determinar la presencia o la abundancia (Carrillo *et al.* 2000). En cada lugar de avistamiento registramos las coordenadas geográficas y la elevación con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS, Garmin eTrex Summit HC®).

Esto permitió confirmar la distancia entre lugares de avistamiento y asegurar la independencia de subgrupos determinada por una separación mayor a 30 m entre individuos de uno y otro subgrupo (Ramos-Fernández 2005). También registramos de cada subgrupo el número de individuos observados y su categoría por edad para determinar el tamaño promedio de los subgrupos. Para lo anterior, sólo se consideraron a los individuos independientes (adultos y juveniles) y no a individuos dependientes o infantiles, definidos como aquellos que son cargados y/o usan puente corporal hecho por su madre durante los movimientos de un árbol a otro.

Figura 1. Localización del área de conservación de Chichihua (Ch) en el suroeste de la región Chimalapas. Representación de las áreas de mayor extensión de selvas altas y medianas húmedas y subhúmedas en el sureste de México: (1) Selva Maya, (2) Selva Lacandona, (3) región Chimalapas, (4) región Chinantla, (5) Uxpanapa, (6) Selva El Ocote y (7) Los Tuxtlas. Sólo se muestran las áreas de selvas con superficies mayores a 1,000 ha (INEGI 2010).



Para obtener datos de las especies utilizadas como alimento por los monos araña combinamos tres métodos: observación directa de alimentación, colecta de semillas contenidas en el excremento de los monos, y entrevista a los seis asistentes locales realizadas durante la investigación en campo. Cuando observamos a los monos alimentarse de una planta registramos la parte consumida y colectamos muestras de ejemplares para confirmar o determinar la especie.

Se colectaron muestras de plantas para obtener datos sobre la composición florística del lugar, restringiendo la colecta a plantas con flores o frutos localizadas en las rutas de recorrido. La determinación de las plantas se realizó en el Herbario XAL del Instituto de Ecología, A. C. y las muestras en buen estado se depositaron en la colección de este mismo herbario. Para la determinación taxonómica de las semillas que obtuvimos del excremento, registramos la planta que los asistentes locales relacionaron con las semillas, revisamos el material de referencia personal colectado, así como material asociado a ejemplares del herbario XAL, y consultamos a los botánicos que citamos en agradecimientos.

Resultados

La distancia total recorrida para avistar al mono araña sumó 45.7 km. La tasa de avistamiento fue 0.57 subgrupos/km ($n = 26$, $SD \pm 0.36$). El tamaño del subgrupo varió de 1 a 8 individuos y el tamaño medio de individuos por subgrupo fue 4.58 ($\pm SD 2.35$, $n = 26$). Se detectó la presencia del mono araña principalmente en árboles donde se estaban alimentando y eso contribuyó para registrar un total de 23 plantas diferentes que usaron como alimento. Trece de estas plantas están basadas en observaciones directas realizadas durante el trabajo de campo, tres están basadas en muestras de excremento y siete corresponden a información proporcionada por los asistentes locales. Se determinaron 11 plantas hasta el nivel de especie, cinco hasta género y dos hasta familia, mientras que cinco plantas no se pudieron determinar. Las plantas determinadas corresponden a 12 familias (Tabla 1). Los monos consumieron fruta de 18 especies de plantas y las hojas de cinco especies. Se sugiere que fueron selectivos con lo que comían dado que, exploraron las frutas de *Cupania glabra* antes de ingerirlas y en algunos casos después de explorarlas las dejaron caer al suelo.

Familia	Especie	Parte consumida	Fuentes de información ¹
Anacardiaceae	<i>Spondias raldkoferi</i>	fruta	R
Annonaceae	<i>Cymbopetalum</i> sp.	fruta	R
Araceae	Especie 1	hoja	D
Clusiaceae	<i>Rheedia edulis</i>	fruta	D
Fabaceae	Especie 2	hoja	D
Malvaceae	<i>Quararibea yunckerii</i>	fruta	D/R
Meliaceae	<i>Guarea glabra</i>	fruta	D
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	hoja	D
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i>	fruta	D
Moraceae	<i>Ficus</i> sp. 1	fruta	D
Moraceae	<i>Ficus</i> sp. 2	fruta	D
Moraceae	<i>Poulsenia armata</i>	fruta	D/E/R
Moraceae	<i>Pseudolmedia</i> sp.	fruta	E
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	fruta	R
Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i>	fruta	D/E
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i>	fruta	R
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	fruta	E
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	hoja	D/R
Undetermined	lombricero	hoja	D
Undetermined	Especie 3	fruta	E
Undetermined	huevo de burra	fruta	R
Undetermined	judío	fruta	R
Undetermined	zapotillo	fruta	R

Tabla 1. Especies de plantas usadas como alimento por los monos araña en la selva de Chichihua, región de Chimalapas, Oaxaca.

¹Fuente de la información D = observación directa; E = observación indirecta (semillas contenidas en excremento); R = Información proporcionada por los asistentes locales.

Los géneros y especies que registramos en la selva de Chichihua incluyen a *Guatteria diospyroides*, *Erithroxylum* sp., *Guazuma ulmifolia*, *Inga vera*, *Trichospermum* sp., *Sloanea tuerckheimii*, *Rhinorea guatemalensis*, *Swartzia guatemalensis*, *Guatteria amplifolia*, *Conostegia xalapensis*, *Mouriri gleasoniana*, *Trophis mexicana*, *Siparuna* sp., *Lacistema aggregatum*, *Psychotria elata* y *Psychotria tomentosa*, además de las especies mencionadas en la Tabla 1. Observamos abundantes palmas de *Astrocaryum mexicanum* particularmente en algunos lomeríos. En los claros del interior de la selva registramos a *Cecropia obtusifolia*, mientras que en los bordes de la selva a *Vismia camparaguey*. Durante el periodo de estudio el suelo de la selva estuvo cubierto por hojarasca seca y los arroyos contenían poca agua.

Discusión

La tasa de avistamiento de subgrupos de *Ateles geoffroyi* en Chichihua cae dentro del intervalo reportado para esta especie en otras áreas de selva húmeda relativamente bien conservadas y/o protegidas (Carrillo *et al.* 2000). El tamaño medio de los subgrupos es similar a los tamaños reportados en la mayoría de los estudios realizados en México y Centroamérica, los cuales reportan tamaños de alrededor de cuatro a seis individuos por subgrupo (Chapman 1990; Gonzalez-Kirchner 1999; Silva-López *et al.* 2001; Barrueta *et al.* 2003; Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003; Estrada *et al.* 2004; Weghorst 2007; Muñoz *et al.* 2008). En ambos casos con excepción a lo reportado para sitios de la península de Yucatán donde se encontraron hasta 1.67 subgrupos/km (Quintana Roo), y tamaños de subgrupo de 7.7 - 8.9 individuos en Campeche, 12.4 en Quintana Roo, y 14.7 en Yucatán (Estrada *et al.* 2004; Serio-Silva *et al.* 2006). Debido a la brevedad del estudio, los datos preliminares que obtuvimos no permiten concluir hasta que punto el tamaño de los subgrupos y la abundancia estimada en este trabajo reflejan la calidad del hábitat en Chichihua, que se sugiere es diverso florísticamente y en general se encuentra en buen estado de conservación.

La combinación de métodos para obtener información sobre la dieta de los monos dio un número considerable especies de plantas ($n = 23$). Este número debe representar sólo una proporción de la cantidad de plantas que usan como alimento en un ciclo anual y entre diferentes años, pues el muestreo que realizamos fue breve y se concentró en algunos días del periodo de secas. De las especies que registramos como componentes de la flora algunas fueron típicas de selva mediana subperennifolia y otras de selva alta perennifolia. Lo anterior sugiere que estos dos tipos de selva se encuentran entremezclados, esto es consistente con la descripción de la flora para la región sur-suroeste del municipio de Santa María Chimalapa (Salas-Morales *et al.* 2001). Es probable que la mezcla de elementos arbóreos de dos tipos de selvas húmedas aumente la diversidad de especies disponibles, y que esto está reflejado en la variedad de especies que se registraron en la dieta de *A. geoffroyi* en un periodo corto de tiempo. La dieta del mono araña incluyó además de especies de selva madura especies pioneras como *Cecropia obtusifolia*. En el uso de recursos alimentarios el mono araña ha demostrado tener cierta flexibilidad que le permite moverse entre áreas de selva madura y selvas en algún estado de sucesión, siempre que exista algún grado de conexión con vegetación arbórea o arbustiva (Silva-López *et al.* 1993; Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003).

Durante este breve periodo de tiempo, se registró que la dieta de los monos fue principalmente de frutos (78.3%, $n = 18$). Este resultado es consistente con el patrón que caracteriza la dieta del mono araña (Di Fiore *et al.* 2008). Por otra parte, dos especies y un género de plantas no habían sido reportados como alimento de *Ateles geoffroyi*: *Passiflora* sp. (Passifloraceae), *Brosimum guianense* (Moraceae), y *Quararibea yunckerii* (Malvaceae; Van Rosmalen y Klein 1988; Di Fiore *et al.* 2008; González-Zamora *et al.* 2009). Aunque el género *Passiflora* si ha sido reportado como fuente de alimento de *A. paniscus* y *A. belzebuth* en América del Sur (Van Rosmalen y Klein 1988; Di Fiore *et al.* 2008).

En general existen pocos estudios florísticos de la región de los Chimalapas, particularmente de la composición de la selva mediana subperennifolia cuya distribución es restringida (Salas-vvvMorales *et al.* 2001). Esto significa que este trabajo aporta datos para el conocimiento de la composición vegetal de la selva en los Chimalapas. Esta evaluación indica que la selva en el área de Chichihua mantiene conexión con el conjunto de vegetación primaria de los Chimalapas, y en su mayor parte presenta buen estado de conservación pues su interior muestra un nivel relativamente bajo de perturbación. Las señales de impacto, de pequeña escala, incluyeron desmontes asociados con la tala clandestina, extracción selectiva de madera, senderos por el interior y evidencias de cacería. Hacia el exterior de esta selva, en el límite suroeste de la región de los Chimalapas el hábitat es discontinuo y se encuentra degradado. Esto se debe en parte a la distribución natural de otros tipos de vegetación, pero sobre todo a las transformaciones antropogénicas de selvas a pastizales y cultivos. Es crucial proteger la región de los Chimalapas para mantener la superficie de hábitat y su continuidad actual que la caracteriza, pues resguarda una alta diversidad biológica y es uno de los pocos refugios para especies de tamaño grande como el mono araña. La comunidad de Chichihua está interesada en desarrollar un proyecto de turismo ecológico y este podría ser una de varias alternativas para apoyar la economía local, que influye en parte en el uso que se le da a la biodiversidad presente.

Finalmente, es necesario realizar estudios puntuales de largo plazo sobre estos primates en Chichihua y otras localidades de los Chimalapas, a fin de obtener información que permita evaluar el estado de sus poblaciones y determinar las necesidades de manejo para conservar el hábitat y mantener poblaciones viables de primates en esta región.

Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades de Chichihua por el permiso y el apoyo logístico, a los asistentes locales y a I. Cruz Márquez y B. Pinacho, por su ayuda en campo. También a C. Gallardo, G. Castillo-Campos, F. Lorea, C. Durán y A. Niembro por su ayuda para la determinación taxonómica de las plantas. Al Instituto de Ecología, A. C., Instituto Politécnico Nacional, CONACYT (171209-TOM y J51278-GRF), y particularmente a la CONANP por el apoyo para realizar este estudio (CONANP/20/RP08/PRODERS/012/07). A dos revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias para mejorar el manuscrito.

Literatura citada

BARRUETA, T., A. ESTRADA, C. POZO, Y S. CALMÉ. 2003. Reconocimiento demográfico de *Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi* en la reserva El Tormento, Campeche, México.

Neotropical Primates 11:165-169.

- 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.
- CHAPMAN, C. A.** 1990. Association patterns of spider monkeys: the influence of ecology and sex on social organization. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 26:409-414.
- DI FIORE, A., A. LINK, Y J. L. DEW.** 2008. Diets of wild spider monkeys. Pp 81-137 in *Spider monkeys: behavior, ecology and evolution of the Genus Ateles*. (Campbell, C. J. ed.). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- ESTRADA, A., L. LUECKE, S. VAN BELLE, E. BARRUETA, Y M. ROSALES.** 2004. Survey of black howler (*Alouatta pigra*) and spider (*Ateles geoffroyi*) monkeys in the Mayan sites of Calakmul and Yaxchilán, Mexico and Tikal, Guatemala. *Primates* 45:33-39.
- FORD, S. M.** 2006. The biogeographic history of Mesoamerican primates. Pp. 29-79 in *New perspectives in the study of Mesoamerican Primates: distribution, ecology, behavior and conservation* (Estrada, A., P. A. Garber, M. Pavelka, y L. Leucke, eds.). Springer. New York, EE.UU.
- GONZALEZ-KIRCHNER, J. P.** 1999. Habitat use, population density and subgrouping pattern of the Yucatan spider monkey (*Ateles geoffroyi yucatanensis*) in Quintana Roo, Mexico. *Folia Primatologica* 70:55-60.
- GONZÁLEZ-ZAMORA, A., V. ARROYO-RODRÍGUEZ, O. M. CHAVES, S. SÁNCHEZ-LÓPEZ, K. E. STONER, Y P. RIBA-HERNÁNDEZ.** 2009. Diet of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in Mesoamerica: current knowledge and future directions. *American Journal of Primatology* 71:8-20.
- INEGI.** 2010. Conjunto Nacional de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1:250,000, serie IV, DGG-INEGI. Ciudad de México, México.
- MILTON, K., Y M. L. MAY.** 1986. Body weight, diet and home range area in primates. *Nature* 259:459-462.
- MUÑOZ, D., A. ESTRADA, Y Y. GARCÍA DEL VALLE.** 2008. Survey and conservation of a relict population of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in the Sumidero Canyon, Mexico. *Tropical Conservation Science* 1:151-162.
- ORTIZ-MARTÍNEZ, T., V. RICO-GRAY, Y E. MARTÍNEZ-MEYER.** 2008. Predicted and verified distribution of *Ateles geoffroyi* and *Alouatta palliata* in Oaxaca, Mexico. *Primates* 49:186-194.
- RAMOS-FERNANDEZ, G.** 2005. Vocal communication in a fission-fusion society: do spider monkeys stay in touch with close associates. *International Journal of Primatology* 26:1077-1092.
- RAMOS-FERNÁNDEZ, G., Y B. AYALA-OROZCO.** 2003. Population size and habitat use of spiders monkeys at Punta Laguna, Mexico. Pp. 191-209 in *Primates in fragments: ecology and conservation* (Mash, L. K., ed.). Kluwer/Plenum Press. New York, EE.UU.
- SALAS-MORALES, S. H., L. SHIBLI, Y E. TORRES BAHENA.** 2001. La importancia biológica y ecológica. Pp. 27-47 en *Chimalapas: la última oportunidad* (Aparicio, R. ed.). World Wildlife Fund Programa México y Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Ciudad de México, México.

- SHANEE, S.** 2009. Modelling spider monkeys *Ateles* spp. Gray, 1825: ecological responses and conservation implications to increased elevation. *Journal of Threatened Taxa* 1:450-456.
- SERIO-SILVA, J., V. RICO-GRAY, Y G. RAMOS-FERNÁNDEZ.** 2006. Mapping primate populations in the Yucatán Peninsula, Mexico: A first assessment. Pp. 489-511 in *New perspectives in the study of Mesoamerican primates: distribution, ecology, behavior and conservation* (Estrada, A., P. A. Garber, M. Pavelka, y L. Leucke, eds.). Springer. New York, EE.UU.
- SILVA-LÓPEZ, G., J. BENÍTEZ-RODRÍGUEZ, Y J. JIMÉNEZ-HUERTA.** 1993. Uso del hábitat por monos araña (*Ateles geoffroyi*) y aullador (*Alouatta palliata*) en áreas perturbadas. Pp. 421-435 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- SILVA-LÓPEZ, G., J. MOTA GILLY, Y A. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ.** 2001. Composición sexo-edad en grupos de monos araña, *Ateles geoffroyi vellerosus* Kellog y Goldman (1944), de México y Guatemala. *Foresta Veracruzana* 3:41-46.
- VAN ROOSMALEN, M. G. M., Y L. L. KLEIN.** 1988. The spider monkeys, genus *Ateles*. Pp. 455-537 *Ecology and behavior of neotropical primates Vol. 2.* (Mittermeir, R. A., A. B. Rylands, A. F. Coimbra-Filho, y G. A. B. da Fonseca, eds.). World Wildlife Found. Washington, EE.UU.
- WEGHORST, J. A.** 2007. High population density of black-handed spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in Costa Rican lowland wet forest. *Primates* 48:108-116.

Sometido: 6 de septiembre de 2012
Revisado: 1 de noviembre de 2012
Aceptado: 15 de noviembre de 2012
Editor asociado: Miguel Briones
Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Inventario de mamíferos en sistemas cafetaleros de sombra asociados a la cuenca del río Copalita, Oaxaca, México

Tania M. Palacios-Romo¹, Antonio Sánchez Vázquez^{2*},
Rusby Guadalupe Contreras-Díaz³ y Martín Pérez-Lustre³.

Abstract

A preliminary list of mammal species of shade coffee plantations in the Copalita River basin, Oaxaca, is presented. Fifty two species are here reported, representing seven orders and seventeen families. Twenty seven species are new records for the area. Five species listed by the Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 are present.

Key words: Candelaria Loxicha, Mammalia, Pluma Hidalgo, Pochutla District, San Mateo Piñas, Santa María Huatulco, Shade coffee.

Resumen

Se realizó un inventario preliminar de mamíferos en cafetales de sombra de la cuenca del Río Copalita, Oaxaca. Se registraron 52 especies distribuidas en siete órdenes y diecisiete familias. Veintisiete especies son nuevos registros para el área estudiada. Se reportan cinco especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010.

Palabras clave: Café de sombra, Candelaria Loxicha, Distrito de Pochutla, Mammalia, Pluma Hidalgo, San Mateo Piñas, Santa María Huatulco.

Introducción

Ante la alteración de los ecosistemas naturales, en particular en sitios húmedos de media montaña, los cafetales han mostrado algún valor de mitigación de presión sobre los mamíferos (Gallina *et al.* 1996; Cruz-Lara *et al.* 2004), quienes encuentran en este agroecosistema las condiciones que les permiten subsistir (Moguel y Toledo 1996). En México, hasta 2007 se dedicaban 801,900 hectáreas a este cultivo, Oaxaca ocupaba el cuarto lugar nacional en superficie destinada al aromático con 169,922 Ha (SAGARPA, 2012), en donde por lo general se establece como un cultivo de sombra

¹Grupo Ambiental Multidisciplinario "Tuun Savi" A. C. Álvaro Obregón 101-A, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, 68030. tuun.savi.ac@gmail.com (TMP-R)

²Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Escuela de Ciencias, Carrera de Biología. Av. Universidad s/n, Oaxaca, tono_oax@yahoo.com (ASV)

³Gestión e Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de los Recursos Bióticos de Oaxaca, S. C. Almendros 200, Oaxaca de Juárez, Oaxaca. 68050. rusby83@hotmail.com (RGC-D).

* Corresponding autor

diversificada que preserva parte de la vegetación arbórea nativa (Perfecto *et al.* 1996).

Dado el papel de los cultivos de café, y ante la necesidad de contar con inventarios faunísticos por la creciente demanda de información sobre la biodiversidad en ellos, el objetivo del presente trabajo es generar un listado preliminar de mamíferos de la zona de cafetales con sombra diversificada de una porción de la cuenca del Río Copalita.

Material y Métodos

La lista se construyó a partir de trabajo de campo e información existente en la literatura científica respecto a listas taxonómicas y de distribución de los mamíferos terrestres en la cuenca del Río Copalita (Fig.1), ubicada en la Sierra Madre del Sur y Costa de Oaxaca (Salas-Morales *et al.* 2003). Se revisaron las siguientes colecciones: Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM (MZFC), la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I), la colección de vertebrados terrestres de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (IPN) y la colección mastozoológica del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca CIIDIR-OAX. Se consultaron las bases de datos del Atlas Mastozoológico de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), y del Sistema de Información en Red sobre Mamíferos (MANIS, por sus siglas en inglés).

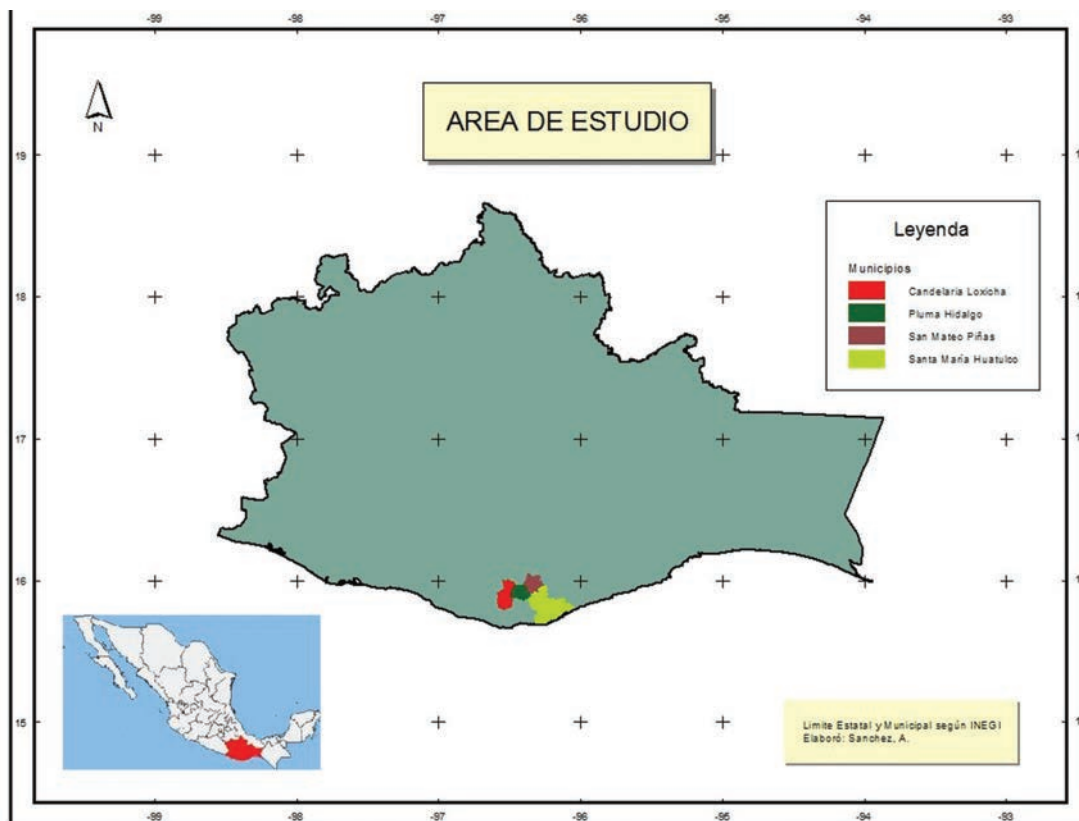


Figura 1. Localización del área de estudio.

El trabajo de campo se realizó en dos periodos de muestreo, del 21 de junio al 1 de julio de 2008 y del 9 al 11 de diciembre de 2010, en ocho puntos de muestreo, con dos días de muestreo por sitio en fincas cafetaleras asociadas con selva mediana subperennifolia,

selva baja caducifolia y bosque de encino (INEGI-INE 1996). Se instalaron cuatro sitios en el municipio de Candelaria Loxicha, dos sitios en Santa María Huatulco, un sitio en el municipio de Pluma Hidalgo y otro sitio en el municipio de San Mateo Piñas.

Se realizaron transectos de 2 km para el registro de especies mediante métodos indirectos. Se usaron las guías de identificación de rastros de mamíferos de Murie (1982) y Aranda (2000). Para la colecta de ejemplares se colocaron 50 trampas Sherman (23 x 9 x 8 cm), adicionalmente, en el segundo periodo de muestreo se agregaron 50 trampas de caída Pitfall y una trampa Tomahawk (Rabinowitz 2003). Los mamíferos voladores se capturaron con dos redes de niebla de 9.0 x 2.5 m en el primer periodo de muestro y dos redes de niebla de 12.0 x 2.5 m en el segundo periodo. Las redes fueron abiertas antes del ocaso y expuestas siete horas con dos noches de muestreo por sitio. De este último muestreo se prepararon ejemplares de referencia de cada especie para su depósito en la Colección Mastozoológica del CIIDIR-OAX (OAX.MA.026.0497). Los organismos colectados fueron determinados mediante claves especializadas (Goodwin 1969; Hall 1981; Álvarez *et al.* 1994; Medellín *et al.* 1997; Reid 1997). Se calculó el esfuerzo de captura para mamíferos voladores, según Medellín (1993), a partir del número de metros lineales de red por las horas que éstas permanecieron abiertas (red/hr./noche). Para mamíferos no voladores, el esfuerzo se calculó según Jones *et al.* (1996) con el número de trampas colocadas por sitio y días de muestreo trampas/noche (t/n).

Resultados

Se obtuvo una lista de 52 especies de mamíferos (Tabla 1), que representan el 10.95% del total de mamíferos terrestres para México (475 especies; Cruz *et al.* 2004; Ramírez-Pulido *et al.* 2005) y 26.8% de las 190 especies descritas para el estado de Oaxaca (Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004). De las colecciones revisadas, la colección mastozoológica del CIIDIR-OAX, es la única que cuenta con registros para el área de estudio ($n = 25$). Con un esfuerzo total de captura de 1,890 m de red/hr./noche (Medellín 1993) para mamíferos voladores fue y de 700 trampas/noche para mamíferos no voladores (Jones *et al.* 1996), se registró un total de 28 especies, se confirmó la presencia de una especie (*Carollia brevicauda*), 27 especies son nuevos registros para el área estudio.

Pluma Hidalgo fue la estación de muestreo que presentó el mayor número de especies registradas ($n = 45$), le siguen Candelaria Loxicha ($n = 26$), Santa María Huatulco ($n = 21$) y San Mateo Piñas ($n = 15$; Tabla 1). Esta es la primera vez que se presentan registros de mamíferos para el municipio de San Mateo Piñas.

Las especies se ubican en siete órdenes y 17 familias (Tabla 1). Treinta y tres especies (63.46%) corresponden a mamíferos terrestres no voladores y 19 (36.54%) a mamíferos voladores. Los órdenes con mayor riqueza de especies fueron Rodentia y Chiroptera con 20 y 19 respectivamente, le sigue el orden Carnívora con seis y los órdenes Didelphimorphia, Cingulata y Artiodactyla con dos cada uno. El orden menos representado fue Soricomorpha con una especie (*Cryptotis parva*), encontrada en el municipio de Candelaria Loxicha por los autores. De las 17 familias reportadas en este trabajo, acorde a la relación de nomenclatura de Ramírez-Pulido *et al.* (2005), las

mejor representadas son la familia Muridae y Phyllostomidae ambas con 15 especies cada una. Se reportan cinco especies listadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Reithrodontomys microdon* listada como Amenazada, *Potos flavus* bajo Protección especial y tres especies en peligro de extinción: *Tamandua mexicana*, *Leopardus pardalis* y *L. wiedii*.

Especie	Municipio de colecta				NOM
	SMH	SMP	PH	CL	
CLASE MAMMALIA					
Orden Didelphimorphia					
Familia Didelphidae					
<i>Marmosa mexicana</i>	RC		RC		
<i>Didelphis virginiana</i>			RC	RC	
Orden Cingulata					
Familia Dasypodidae					
<i>Dasypus novemcinctus</i>	RC	RC	RC	RC	
Familia Pilosa					
<i>Tamandua mexicana</i>	RC	RC	RC	RC	P
Orden Soricomorpha					
Familia Soricidae					
<i>Cryptotis parva</i>				RC	
Orden Chiroptera					
Familia Phyllostomidae					
<i>Anoura geoffroyi</i>			RC	RC	
<i>Artibeus intermedius</i>			RC	RC	
<i>Artibeus jamaicensis</i>			RC	RC	
<i>Carollia subrufa</i>			RCC		
<i>Carollia brevicauda</i>			RCC	RC	
<i>Centurio senex</i>			RC	RC	
<i>Choeroniscus godmani</i>	RC		RC	RC	
<i>Glossophaga soricina</i>			RCC		
<i>Dermanura phaeotis</i>	RC	RC			
<i>Dermanura watsoni</i>	RC		RC	RC	
<i>Dermanura tolteca</i>			RCC		
<i>Sturnira ludovici</i>	RC	RC	RC	RC	
<i>Sturnira lilium</i>			RCC		
<i>Vampyressa pusilla</i>			RCC		
<i>Desmodus rotundus</i>			RCC		
Familia Emballonuridae					
<i>Balantiopteryx plicata</i>	RCC				

Tabla 1. Listado de especies de mamíferos de la región cafetalera de la Cuenca del Río Copalita, Pochutla, Oaxaca. Santa Maria Huatulco (SMH), San Mateo Piñas (SMP), Pluma Hidalgo (PH), Candelaria Loxichas (CL) y Estatus en la NOM-059 (NOM).

RC, Registros de campo obtenidos por los autores; RCC, registros de la colección regional mastozoológica del CIIDIR-OAX (OAX. MA.026.0497); NOM-059 (NOM-059-SEMARNAT-2010); P, en peligro de extinción; A, amenazada; Pr, sujeta a protección especial.

Continúa...

Especie	Municipio de colecta				NOM
	SMH	SMP	PH	CL	
<i>Eptesicus furinalis</i>			RCC		
Familia Mormoopidae					
<i>Pteronotus parnellii</i>			RCC		
<i>Pteronotus davyi</i>			RCC		
Orden Carnivora					
Familia Canidae					
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	RC	RC	RC	RC	
Familia Felidae					
<i>Leopardus pardalis</i>	RC	RC	RC	RC	P
<i>Leopardus wiedii</i>	RC	RC			P
Familia Mephitidae					
<i>Conepatus leuconotus</i>	RC	RC			
Familia Procyonidae					
<i>Potos flavus</i>	RC	RC	RC		Pr
<i>Procyon lotor</i>	RC	RC	RC	RC	
Orden Artiodactyla					
Familia Cervidae					
<i>Mazama americana</i>	RC		RC		
<i>Odocoileus virginianus</i>	RC	RC	RC	RC	
Orden Rodentia					
Familia Sciuridae					
<i>Sciurus aureogaster</i>	RC	RC	RC		
Familia Geomyidae					
<i>Orthogeomys grandis</i>	RC		RC	RC	
Familia Heteromyidae					
<i>Liomys pictus</i>	RC	RC	RC	RC	
<i>Heteromys desmarestianus</i>				RCC	
Familia Cricetidae					
<i>Peromyscus aztecus</i>	RC	RC	RC	RC	
<i>Peromyscus mexicanus</i>	RC	RC	RC	RC	
<i>Peromyscus megalops</i>			RCC	RCC	
<i>Reithrodontomys megalotis</i>				RCC	
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>			RCC		
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>			RCC	RCC	
<i>Reithrodontomys microdon</i>			RCC		A
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>			RCC	RCC	
<i>Mus musculus</i>			RCC		
<i>Tylomys nudicaudus</i>			RCC		
<i>Nyctomys sumichrasti</i>			RCC		

Continúa...

Especie	Municipio de colecta				NOM
	SMH	SMP	PH	CL	
<i>Oryzomys couesi</i>			RCC	RCC	
<i>Oryzomys chapmani</i>			RCC		
<i>Sigmodon hispidus</i>			RCC		
Familia Erethizontidae					
<i>Coendou mexicanus</i>			RC		
Subtotal	21	15	45	26	

Discusión

Al comparar los resultados con los de otros trabajos en sistemas cafetaleros de sombra, se deduce que el área de estudio tiene una alta riqueza potencial de especies, sin considerar los datos de colecciones científicas, aquí se reportan 28 especies por muestreo en campo (2,592 m. de red/h/noches, y de 1,208 t/n). En Chiapas registraron 54 especies con un esfuerzo de muestreo considerablemente mayor (10,800 m. de red/h/noches y 6,000 t/n; Cruz-Lara *et al.* (2004). Las 15 especies de mamíferos medianos y grandes registradas en el presente trabajo corresponden al 62.5% de especies ($n = 24$) que reportan Gallina *et al.* (1996) para este grupo de mamíferos en Veracruz, pero con un esfuerzo de muestreo 75.5% menor. Adicionalmente, Gallina *et al.* (1996) reportan nueve especies de pequeños mamíferos, mientras que en este trabajo se registran 17. Durante los muestreos no se reportó la presencia de grandes carnívoros (e.g. *Panthera onca* y *Puma concolor*), sin embargo Briones *et al.* (2012) registran la presencia de *P. onca* en el municipio de Pluma Hidalgo.

Se considera necesario valorar la importancia de los cafetales de sombra, no sólo por las implicaciones para la conservación de la biodiversidad, sino también por las utilidades alimenticias y económicas que generan para los productores de la región, por cuya iniciativa se realizaron los muestreos de campo de este trabajo, como parte del desarrollo de programas de servicios ambientales en los que sus predios participan.

Agradecimientos

A los dueños y pobladores de las fincas El Pacífico, El Brazuelo, La Frontera, La Aurora y El Mirador. Los pequeños propietarios y Bienes Comunes de Candelaria Loxicha, a M. A. Briones-Salas, H. García, A. Santos-Moreno y E. Cisneros, por el apoyo brindado y las facilidades proporcionadas para realizar este trabajo.

Literatura citada

- ÁLVAREZ, T., S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, Y J. C. LÓPEZ-VIDAL. 1994. Claves para murciélagos mexicanos. Publicación Especial, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), I.P.N. Ciudad de México, México.
- ARANDA, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. Xalapa. México.

- BRIONES-SALAS, M., M. LAVARIEGA, E IVAN LIRA-TORRES.** 2012. Distribución actual y potencial del Jaguar (*Panthera onca*) en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:246-257.
- BRIONES-SALAS, M. A., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2004. Mamíferos. Pp. 423-447; en *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez, y M. A. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- CRUZ-LARA, L., C. LORENZO, L. SOTO, E. NARANJO, Y N. RAMÍREZ-MARCIAL.** 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:63-81.
- GALLINA, S., S. MANDUJANO, Y A. GONZÁLEZ-ROMERO.** 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems* 33:13-27.
- GOODWIN, G. G.** 1969. Mammals from the state of Oaxaca, México, in the American Museum of Natural History. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 141:1-269.
- HALL, E. R.** 1981. *The Mammals of North America*. Second edition. John Wiley and sons. New York, EE.UU.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI) E INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (INE).** 1996. Uso de suelo y vegetación. Agrupado por CONABIO. 1998. Escala 1:1,000,000. Ciudad de México, México.
- JONES, C., W. J. MCSHEA, M. J. CONROY, Y T. H. KUNZ.** 1996. Capturing mammals. Pp. 115-273 in *Measuring and monitoring biological diversity standard methods for mammals*. (Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, y M. S. Foster, eds). Smithsonian Institution Press. Washington, EE.UU.
- MEDELLÍN, R. A.** 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-354 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología. Ciudad de México, México.
- MEDELLÍN, R. A., H. T. ARITA, Y O. SÁNCHEZ.** 1997. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología. Ciudad de México, México.
- MOGUEL, P., Y V. TOLEDO.** 1996. El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. *Ciencias* 43:40-51.
- MURIE, O. J.** 1982. *A field guide to animal tracks*. Segunda edición. Houghton Mifflin Company. Boston, EE.UU.
- PERFECTO, I., R. RICE, R. GREENBERG, Y M. VAN DER VOORT.** 1996. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46:598-608.
- RABINOWITZ, A. R.** 2003. *Manual de capacitación para la investigación de campo y la conservación de la vida silvestre* (Traducción al español). Wildlife Conservation Society.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., J. ARROYO-CABRALES, Y A. CASTRO-CAMPILLO.** 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 21:21-82.

- REID, F. A.** 1997. A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. Oxford University Press. New Cork, EE.UU.
- SAGARPA.** 2012. en <http://w4.siap.gob.mx/sispro/portales/agricolas/cafe/Descripcion.pdf> consultado el 2 de diciembre de 2012.
- SALAS-MORALES, S., A. SAYNES-VÁSQUEZ, Y L. SCHIBLI.** 2003. Flora de la Costa de Oaxaca, México: Lista florística de la Región de Zimatán. Boletín de la Sociedad Bótanica de México 72:21-58.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestre; 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. Ciudad de México. México.

Sometido: 26 de septiembre de 2012
Revisado: 29 de octubre de 2012
Aceptado: 29 de noviembre de 2012
Editor asociado: Miguel Briones
Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México

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

Abstract

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

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

Resumen

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

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

* Corresponding author

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

Introducción

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

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

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

Material y Métodos

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

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

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

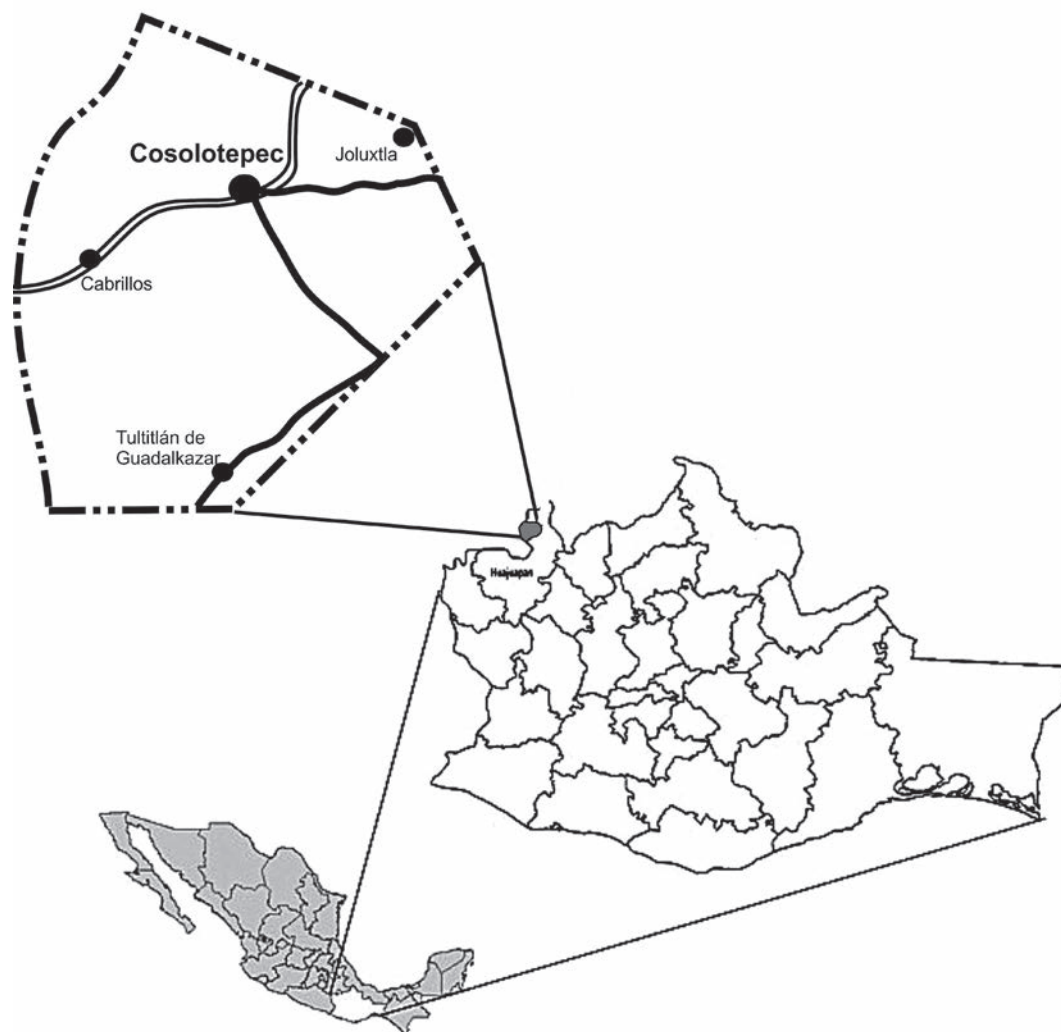


Figura 1. Localización geográfica del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México (modificado de García-Mendoza *et al.* 2004 y Álvarez 2003).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Resultados

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

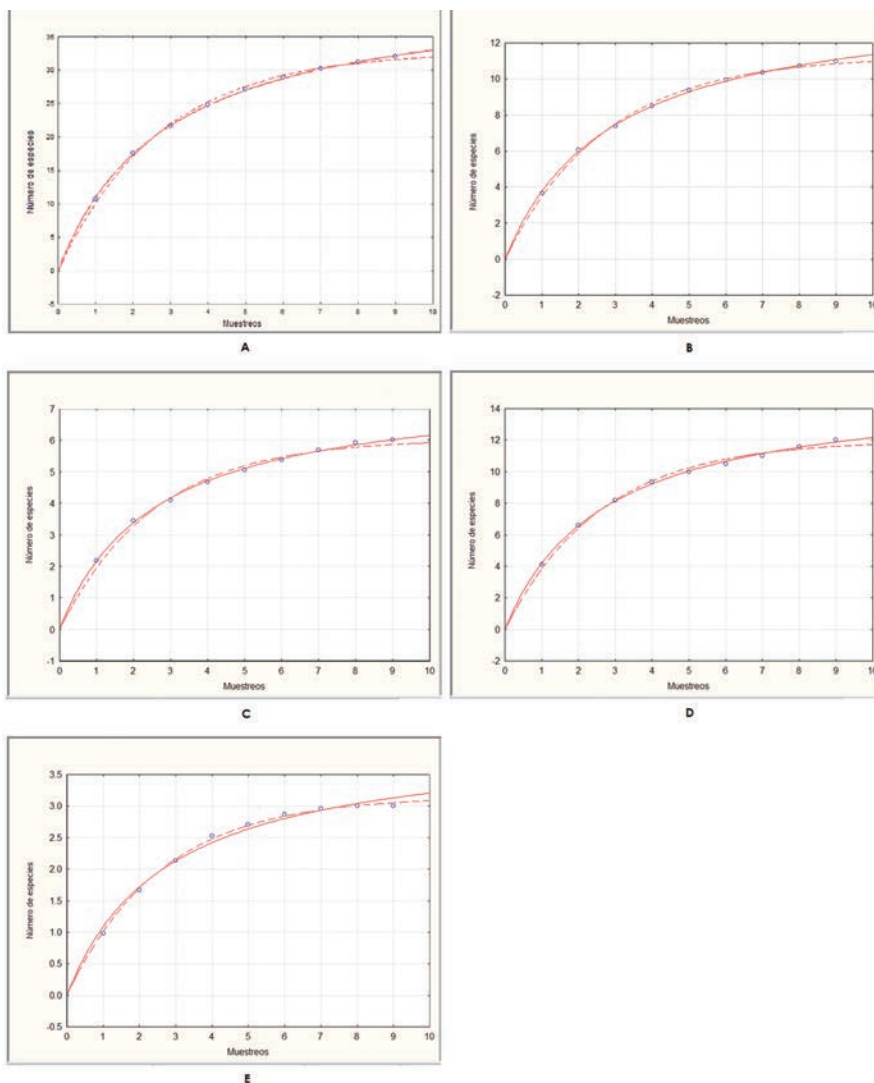


Figura 2. Curva de acumulación de especies de mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México, de acuerdo al modelo exponencial negativo (línea discontinua) y al modelo de Clench (línea continua). A) = todas las especies, B) = mamíferos voladores, C) = mamíferos pequeños, D) = mamíferos medianos,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

Discusión

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Agradecimientos

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

Literatura citada

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

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

- GARCÍA-MENDOZA, A. J., M. J. ORDÓÑEZ Y M. BRIONES-SALAS (eds.).** 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- GARCÍA-GARCÍA, J. L., A. SANTOS-MORENO, A. MA. ALFARO, Y J. A. SOTO CENTENO.** 2007. Noteworthy records of *Eptesicus brasiliensis* (Vespertilionidae) from Oaxaca, Mexico. *Bat Research News* 48:5-6.
- GOODWIN, G. G.** 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin American Museum of Natural History* 141:1-269.
- HALL, E. R.** 1981. *The Mammals of North America*. John Willey and Sons. New York, EE.UU.
- HAFNER, J. C., J. E. LIGHT, D. J. HAFNER, M. S. HAFNER, E. REDDINGTON, D. S. ROGERS, Y B. R. RIDDLE.** 2007. Basal clades and molecular systematics of heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy* 88:1129-1145.
- HELGEN, K. M., F. R. COLE, L. E. HELGEN, Y D. E. WILSON.** 2009. Generic revision in the Holarctic squirrel genus *Spermophilus*. *Journal of Mammalogy* 90:270-305.
- JIMÉNEZ-VALVERDE A., Y J. HORTAL.** 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- LIRA, I., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2006. Nuevo registro de *Conepatus semistriatus* Boddaert, 1784 (Carnivora: Mustelidae) en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 22:119-121.
- MORENO, C. E., Y G. HALFFTER.** 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37:149-158.
- ORTEGA R., J., Y H. T. ARITA.** 2005. *Choeronycterismexicana* Miller, Tschudi, 1944. Pp. 213-214 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva. Coords). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- PÉREZ LUSTE, M., R. G. CONTRERAS DIAZ, Y A. SANTOS-MORENO.** 2006. Mamíferos del Bosque Mesófilo de Montaña del Municipio de San Felipe Usila, Tuxtepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:29-40.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. J. ARROYO-CABRALES, Y A. CASTRO-CAMPILLO.** 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 21:21-82.
- ROJAS-MARTÍNEZ, A., Y A. VALIENTE-BAUNET.** 1996. Análisis comparativo de la quiroptero fauna del valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana* 67:1-23.
- ROMERO-ALMARÁZ, M. L, C. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, C. GARCÍA-ESTRADA, Y R. D. OWEN.** 2000. Mamíferos Pequeños. Manual de Técnicas de Captura, Preparación, Preservación y Estudio. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
- RZEDOWSKY, J.** 1978. *Vegetación de México*. LIMUSA. Ciudad de México, México.

- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial, 56, 2ª. Sección :1-85.
- SOBERÓN, J., Y J. LLORENTE.** 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488.
- SORIANO, R., L. ARIAS, O. BONILLA, Y J. HARO.** 2011. Programa de desarrollo comunitario agropecuario y ambiental participativo en una comunidad Mixteca: Cosolotepec, Oaxaca. *Desarrollo, Ambiente y Cultura* 1:4-12.
- STATSOFT.** 2008. STATISTICA (data analysis software system and computer program manual). Versión 8.0. Statsoft, Inc. Tulsa, EE.UU.
- TREJO, I.** 2004. Clima. Pp. 67-85 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas, eds). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México -Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- VALIENTE-BANUET, A., M. DEL C. ARIZMENDI, A. ROJAS-MARTÍNEZ, Y L. DOMÍNGUEZ-CANSECO.** 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12:103-119.
- VILLA, B., Y F. A. CERVANTES.** 2003. *Los Mamíferos de México.* Grupo Editorial Iberoamericana. Ciudad de México, México.
- WILSON, D. E., F. RUSSELL, J. D. NICHOLS, R. RUDRAN, Y M. S. FOSTER (eds).** 1996. *Measuring and Monitor Biological Diversity. Standard Methods for Mammals.* Smithsonian Institution Press. Washinton, EE.UU.

Sometido: 3 de septiembre de 2012

Revisado: 29 de octubre de 2012

Aceptado: 27 de noviembre de 2012

Editor asociado: Jesús Maldonado

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Nota de la variación en la riqueza específica de mamíferos entre áreas de conservación y de aprovechamiento forestal en la Sierra Madre de Oaxaca

Alejandra Cruz-Espinoza¹, Graciela E. González-Pérez^{1*}
y Pedro Ronel Vázquez¹

Abstract

In Oaxaca there are several areas with forest management, the Capulalpam de Méndez, District of Ixtlán is one of them. This economic activity can affect mammals diversity directly. An evaluation was carried out by transecting this richness in two areas, one preserved and another in forest management. We obtained a list of medium and large mammals in these two areas, where the presence of four species of felidae (66% of those registered to Oaxaca) was important and three of them, including the Cougar (*Puma concolor*) in the area of forest management. The analysis of the data allows us to infer that the combination of forest management areas with those related to conservation contributes so that the decline of mammal species is not as affected in other sites of Oaxaca.

Key words: carnivores, conservation, forest management, Sierra Madre de Oaxaca, species richness.

Resumen

En Oaxaca existen varias zonas con manejo forestal, el municipio de Capulalpam de Méndez, distrito de Ixtlán, es uno de ellos. Esta actividad económica puede afectar de manera directa la riqueza específica de mamíferos silvestres. Se realizó una evaluación, por medio de transectos, de esta riqueza en dos áreas, una conservada y otra con manejo forestal. Se obtuvo un listado de mamíferos medianos y grandes para estas dos áreas, destaca la presencia de cuatro especies de félidos (66% de las registradas para Oaxaca) y tres de ellas, incluyendo al puma (*Puma concolor*) presentes en el área de manejo forestal. El análisis de los datos permite inferir que la combinación de áreas con manejo forestal relacionadas a las de conservación contribuye a que la disminución de especies de mamíferos no se vea tan afectada como en otros sitios de Oaxaca.

Palabras clave: carnívoros, conservación, manejo forestal, riqueza específica, Sierra Norte.

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Hornos 1003, Oaxaca, 71230. E-mail: ggonzalezp@ipn.mx (GEG-P); acruzespinoza@yahoo.com (AC-E); pedro@juppa.unsi.edu.mx (PRV)

*Corresponding author

Oaxaca es uno de los estados del país más ricos en diversidad biológica, derivada de su compleja topografía, geología y climatología que le han conferido una gran variedad de tipos de suelos y vegetación (Rzedowski 1978; Montes 1995; Briones-Salas y Sánchez-Cordero *et al.* 2004; Ceballos 2007). Condiciones que le permite ofrecer una enorme gama de hábitats para distintas especies. En la Sierra Madre de Oaxaca convergen dos grandes regiones de características contrastantes: la Neártica y la Neotropical, aquí se reúnen la flora y la fauna propia de las áreas montañosas de clima templado y frío con las especies tropicales de climas cálidos y húmedos (Rzedowski 1978). A pesar de que la Sierra Madre de Oaxaca es posiblemente una de las regiones más estudiadas de Oaxaca (Briones-Salas *et al.* 2006; Botello *et al.* 2008; Luna 2008), existe cierta deficiencia en el grado de exploración, por lo cual existen comunidades de esta región del estado que no cuentan con estudios mastofaunísticos.

En la Sierra Madre de Oaxaca, se ha seguido desde hace ya algunos años, el manejo comunitario forestal, que asegura que los comuneros indígenas de esta región tengan un amplio control del manejo forestal, y esto permite que la cobertura vegetal se mantenga lo más intacta posible. Los inventarios de biodiversidad en bosques manejados tienen gran relevancia pues generan información necesaria para evaluar el impacto de las actividades antropogénicas sobre el ambiente. Este tipo de estudios estiman por lo general la riqueza, composición, abundancia relativa y otros atributos de las especies de una región determinada, información básica necesaria para las estrategias de manejo y conservación de los recursos naturales, principalmente de flora y fauna (Chávez y Ceballos 1998). Un atributo de las especies que proporciona una idea rápida y sencilla de la diversidad de un área es la riqueza específica (Jiménez-Valverde y Hortal 2003).

En este escrito se documenta la riqueza específica de los mamíferos medianos y grandes de los bosques forestales comunitarios del municipio de Capulalpam de Méndez de la Sierra Norte de Oaxaca (certificados por el Consejo de Manejo Forestal, FSC por sus siglas en inglés), información requerida por la FSC para continuar con el aprovechamiento forestal en la comunidad.

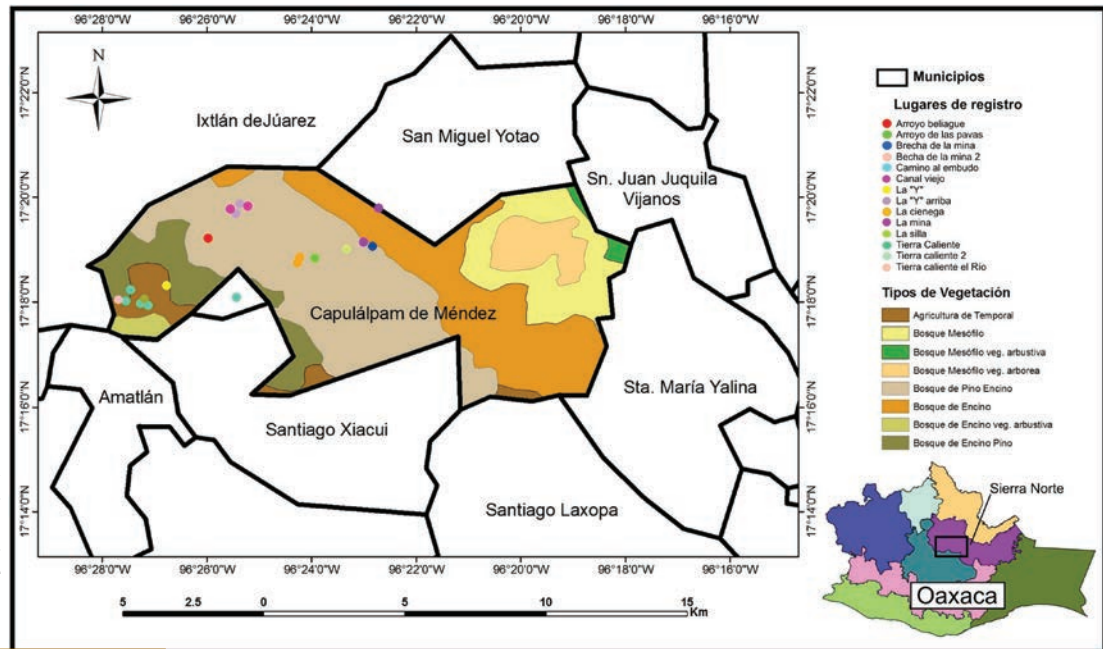
Material y Métodos

Capulalpam de Méndez pertenece al distrito de Ixtlán, en la provincia Sierra Madre de Oaxaca (Sierra Norte de Oaxaca); se localiza a los 17.305586° N y a los -96.446111° O (Fig. 1). El clima es templado sub-húmedo, con abundante lluvia en verano. La temperatura promedio anual es de 16° C y la precipitación promedio anual de 92.9 mm. Los principales tipos de vegetación son bosque templado húmedo (pino-encino), bosque templado seco (encino-pino) y pequeñas áreas de bosque mesófilo (UZACHI 2003).

El trabajo de campo abarcó 13 meses, de julio de 2007 a agosto de 2008. El registro de las especies se hizo siguiendo el método indirecto de observación de rastros. Se establecieron ocho transectos lineales de dos kilómetros, cuatro en zonas con aprovechamiento forestal y cuatro en zonas de conservación (sin manejo forestal). Los transectos fueron recorridos mensualmente por dos observadores durante los cuales se registraron heces, huellas, avistamientos, pelos y otros vestigios que confirmaran la presencia de las especies en el lugar. Del material colectado se anotaron los datos morfométricos, la fecha, nombre del paraje, tipo de vegetación y ubicación geográfica.

La determinación taxonómica se realizó de acuerdo a los criterios propuestos en las claves especializadas de identificación de mamíferos a través de sus rastros (Aranda 2000; Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez 2002). Se determinó la riqueza específica por temporada de lluvias y secas, en las zonas con aprovechamiento forestal y en las áreas conservadas.

Figura 1. Mapa del área de estudio y puntos donde se registraron rastros de los mamíferos medianos y grandes de Capulalpam de Méndez, Ixtlán, Oaxaca.



Resultados

Se registró un total de 20 especies de mamíferos de talla mediana y grande distribuidas en 18 géneros, 11 familias y cinco órdenes que corresponden al 10.5% de las especies y al 50% de los Ordenes registrados para Oaxaca. El Orden que presentó el mayor número de especies fue Carnívora (Tabla 1). Respecto a la riqueza por temporada, *Glaucomys volans oaxacensis* y *Lontra longicaudis* fueron registradas sólo en la época de lluvias, las demás especies (18) se registraron durante las dos épocas.

En el área conservada se registraron 17 especies. En tanto que en la zona con aprovechamiento forestal fueron 13. Solamente diez de ellas se registraron en ambas áreas. Siete especies se registraron exclusivamente en el área conservada y tres en el área de aprovechamiento (Tabla 1). *Leopardus wiedii*, *Puma yagouaroundi* y *P. concolor* se registraron en áreas donde se hace manejo forestal, la última de ellas requiere de extensas áreas de actividad, lo cual puede explicar su presencia en ambas zonas.

De las 20 especies, ocho se encuentran en alguna categoría de riesgo en instancias mexicanas e internacionales, destaca *Leopardus wiedii*, considerado como casi o cercanamente amenazado. Los datos muestran que el 83.3% de las especies categorizadas bajo un régimen de protección solamente fueron registradas en el área de conservación, mientras que el 33% estuvieron en áreas de manejo forestal. Una subespecie está catalogada como endémica (*Glaucomys volans oaxacensis*) y la especie como amenazada, y únicamente se registró en el área conservada (Tabla 1).

ORDEN	FAMILIA Especie	Presencia		Categoría de Riesgo		
		A.C.	M.F	NOM	IUCN	CITES
DIDELPHIMORPHIA						
	DIDELPHIDAE					
	<i>Didelphys virginiana</i>	X	X			
LAGOMORPHA						
	LEPORIDAE					
	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	X	X			
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	X	X			
RODENTIA						
	SCIURIDAE					
	<i>Sciurus aureogaster</i>	X	X			
	<i>Glaucomys volans oaxacensis</i>	X		A		
	CUNICULIDAE					
	<i>Cuniculus paca</i>		X	A		
CARNIVORA						
	FELIDAE					
	<i>Puma concolor</i>	X	X			I
	<i>Puma yagouaroundi</i>	X	X			I
	<i>Leopardus wiedii</i>	X	X	P	NT	I
	<i>Lynx rufus</i>	X				
	CANIDAE					
	<i>Canis latrans</i>		X			
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	X	X			
	MUSTELIDAE					
	<i>Lontra longicaudis</i>	X		A	DD	I
	<i>Eira barbara</i>	X		P		
	MEPHITIDAE					
	<i>Conepatus leuconotus</i>		X			
	PROCYONIDAE					
	<i>Bassariscus astutus</i>	X	X			
	<i>Potos flavus</i>	X		Pr		
	<i>Nasua narica</i>	X	X			
ARTIODACTYLA						
	TAYASSUIDAE					
	<i>Pecari tajacu</i>	X				
	CERVIDAE					
	<i>Odocoileus virginianus</i>	X				

Tabla 1. Se muestra el estado de conservación de acuerdo 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) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES: I = Podrían ser extinguidas por el tráfico). A. C.= Área conservada; M. F.= Manejo forestal.

Discusión

La riqueza específica registrada en este trabajo es mayor en relación al número de especies de mamíferos de talla mediana y grande registradas para otras regiones de Oaxaca como son: la Cañada (Briones-Salas 2000), la Chinantla baja de la región del Papaloapan (Alfaro et al. 2006; Pérez-Irineo y Santos-Moreno 2012), el Cerro de la Tuza

en la Costa (Lira 2006) y en Nizanda en el Istmo de Tehuantepec (Santos-Moreno y Ruíz-Velásquez 2011). Respecto a los carnívoros registrados, el número de estas especies es ligeramente superior a la riqueza obtenida en Santa Catarina Ixtepeji (Botello *et al.* 2008) y en Comaltepec (Luna 2008), ambas localidades de la Sierra Madre de Oaxaca.

Los felinos han sido utilizados como especies indicadoras de cierto grado de conservación de un sitio (Gittleman *et al.* 2001). Bajo este tenor la presencia de cuatro especies en el área conservada y tres en la que tiene manejo forestal, representan el 66.7% y 50.0%, respectivamente de las registradas para Oaxaca ($n = 6$), se infiere que la combinación de áreas de conservación y los procesos de manejo forestal, han permitido mantener la biodiversidad local. Es importante, monitorear la abundancia relativa y riqueza específica a largo plazo de las especies, principalmente las del orden Carnívora, con la finalidad de evaluar el efecto de esta mezcla de ambientes en la preservación de este grupo, el que tiene el más alto grado de amenaza en México (Ceballos 2005).

Los bosques de la región de Capulalpam, Oaxaca, adquieren mayor relevancia para la conservación de los mamíferos, debido a que a pesar de ser un área pequeña, el sistema de manejo forestal ha permitido, al parecer, no presentar una disminución considerable en la riqueza específica de las especies sensibles a la reducción de su hábitat natural y con requerimientos específicos de hábitat.

Considerando a las especies en peligro y en peligro crítico que están en las listas de protección del Libro rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), la Sierra Madre de Oaxaca es una de las zonas en Oaxaca que tiene más especies en peligro de desaparecer, pero es también en donde se están llevando a cabo varios procesos de conservación bajo los esfuerzos y esquemas comunitarios.

Agradecimientos

Al Comisariado de Bienes Comunales de Capulalpam de Méndez y a la Unión de Comunidades Productoras Forestales Zapoteco-Chinanteca por la invitación a realizar el estudio. A la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo financiero recibido a través del proyecto SIP20110615. A nuestros guías de campo, F. Luna y E. Martínez por sus valiosas aportaciones en el conocimiento de la fauna silvestre local.

Literatura citada

- ALFARO, A. M., J. L. GARCÍA-GARCÍA, Y A. SANTOS-MORENO.** 2006. Mamíferos de los municipios Santiago Jocotepec y Ayotzintepic, Chinantla Baja, Oaxaca. *Naturaleza y Desarrollo* 4:19-23
- ARANDA, M.** 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Instituto de Ecología. Xalapa, México.
- BOTELLO, F., V. SÁNCHEZ-CORDERO, Y G. GONZÁLEZ.** 2008. Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. Pp. 335–354 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México vol. II.* (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.

- BRIONES-SALAS, M.** 2000. Lista anotada de los mamíferos de la región de la cañada, en el valle de Tehuacan-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 81:83-103.
- BRIONES-SALAS, M., M. CORTÉS, Y C. BONILLA.** 2006. Colección Regional mastozoológica de Oaxaca. Pp. 441-461 en Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. Briones-Salas, y F. Cervantes, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología e Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma México. Ciudad de México, México.
- BRIONES-SALAS, M., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2004. Los Mamíferos. Pp. 423-447 in Biodiversidad de Oaxaca (García, A. J., M. J. Ordoñez, y M. Briones-Salas, eds.) Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza. World Wildlife Fund, Ciudad de México, México.
- CEBALLOS, G.** 2005. Orden Carnívora. Pp. 348 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva. Coord.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- CEBALLOS, G.** 2007. Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: The efficiency of reserve networks. *Ecological Application* 17:569-578
- GITTLEMAN, J. L., S. FUNK, D. MACDONALD, Y R. WAYNE.** 2001. Carnivore conservation. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- ISASI-CATALÁ, E.** 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia [en línea]* 36:31-38.
- LUNA, M.** 2008. Conservación de mamíferos en el área comunal protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca, México. Tesis de Maestría (Biodiversidad del Neotrópico). Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-Oaxaca, IPN).
- LIRA, I., L. MORA, M. A. CAMACHO, Y R. E. GALINDO.** 2005. Mastofauna del cerro de la Tuza, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:6-20.
- PÉREZ-IRINEO, G., Y A. SANTOS-MORENO.** 2012. Diversidad de mamíferos terrestres de talla grande y media de una selva subcaducifolia del noreste de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:104-109
- SANTOS-MORENO, A., Y E. RUÍZ-VELÁSQUEZ.** 2011. Diversidad de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca, México. *Therya* 2:155-168.

Sometido: 4 de octubre de 2012
Revisado: 29 de octubre de 2012
Aceptado: 27 de noviembre de 2012
Editor asociado: Miguel Briones
Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Distribución potencial de los ungulados silvestres en la Reserva de Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, México

Andrea I. Ortiz-García¹, Michelle I. Ramos-Robles¹,
Luz A. Pérez-Solano¹ y Salvador Mandujano^{2*}

Abstract

The Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (TCBR), located between the states of Oaxaca and Puebla, is characterized by its high biological, geological and cultural diversity, as well as a high percentage of endemic species. In this site is inhabited by the collared peccary *Pecari tajacu*, red brocket deer *Mazama temama* and white-tailed deer *Odocoileus virginianus*, which are widely used by rural communities. However, more information is required for their sustainable management. The aim of this study was to estimate the potential distribution of these species in the TCBR. Data of species presence and 28 layers of environmental information were used to model the potential distribution through the Maximum Entropy (MaxEnt) algorithm. Considering a total area of 4,906 km² for TCBR, the potential distribution of collared peccary, red brocket deer and white-tailed deer, were estimated at 78%, 3% and 92% respectively. Seven variables explained the distribution of the three species. The results suggest that the environmental characteristics of the TCBR offer better conditions for the presence of white-tailed deer and collared peccary, while for the red brocket, the conditions are marginal. We discuss some possible implications for the management of these ungulates according to ecological, social and cultural needs of the region.

Key words: ecological niche modeling, conservation, white-tailed deer, collared peccary, red brocket deer.

Resumen

La Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), ubicada entre los estados de Oaxaca y Puebla, se caracteriza por tener alta diversidad biológica, geológica y cultural, así como un alto porcentaje de endemismos. En este sitio habitan el pecarí de collar *Pecari tajacu*, temazate rojo *Mazama temama* y venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, los cuales son ampliamente aprovechados por las comunidades rurales. Sin embargo, se requiere mayor información para su manejo sustentable. El objetivo del presente estudio fue estimar la distribución potencial de estas especies en la RBTC.

¹División de Posgrado, Instituto de Ecología A.C., Carretera Antigua Coatepec No. 351, El Haya, Xalapa, Veracruz, 91070
Email: aerdna96@hotmail.com (AIO-G), ramosrobles.m@gmail.com (MIR-R), basilisco_azul@hotmail.com (LAP-S)

² Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A.C., Carretera Antigua Coatepec No. 351, El Haya, Xalapa, Veracruz, 91070. E-mail: salvador.mandujano@inecol.edu.mx (SM)

*Corresponding author

Usando como aproximación el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt), se emplearon registros de presencia de las especies y 28 capas de información ambiental para modelar la distribución potencial de cada una de ellas. Considerando un área total de 4,906 km² para la RBTC, la distribución potencial del pecarí de collar, temazate rojo y venado cola blanca se estimaron en 78%, 3% y 92%, respectivamente. Siete variables explicaron la distribución de las tres especies. Los resultados sugieren que las características ambientales de la RBTC ofrecen mejores condiciones para la presencia del venado cola blanca y del pecarí de collar, mientras que para el temazate rojo las condiciones son marginales. Se discuten algunas posibles implicaciones para el manejo de estos ungulados de acuerdo a las necesidades ecológicas, sociales y culturales de la región.

Palabras clave: modelación de nicho ecológico, conservación, venado cola blanca, pecarí de collar, venado temazate.

Introducción

La Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) constituye una muestra excepcional de los ecosistemas semiáridos del trópico mexicano debido a su alta diversidad biológica, geológica, cultural y de endemismos (Dávila *et al.* 2002). La región de Tehuacán-Cuicatlán contiene cerca del 10% de la flora de México y más de 400 especies de vertebrados. Sin embargo, su diversidad y endemismo florístico han acaparado la mayoría de los esfuerzos en investigación dejando a un lado el conocimiento de las poblaciones y/o comunidades animales como por ejemplo los mamíferos (Briones-Salas 2000; Botello *et al.* 2005, 2006a, 2006b). Se tienen registradas 131 especies, agrupado en 9 órdenes y 24 familias, siendo el grupo de los murciélagos el mejor representado con 55 especies (Rojas-Martínez y Valiente-Banuet 1996; Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004).

Dentro de los límites de la RBTC se ha reportado la presencia de poblaciones de pecarí de collar *Pecari tajacu*, venado temazate rojo *Mazama temama* y venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Téllez *et al.* 2010). Similar a otras regiones del país (Mandujano y Rico-Gray 1991; González-Pérez y Briones-Salas 2000; Naranjo *et al.* 2004), en la RBTC estos ungulados silvestres son ampliamente aprovechados en las comunidades rurales para complementar el consumo de proteína animal, para el comercio, fabricación de artesanías, y recreación. Además, el aprovechamiento de estas especies, principalmente del venado cola blanca, ha aumentado notablemente en las Unidades para la Conservación y Uso Sustentable de la Vida Silvestre mejor conocidas como UMA (Villarreal 1999; Villarreal-Espino 2006). Por ende, es urgente la generación de información biológica apoyada en estudios científicos y participación de los diferentes sectores sociales involucrados, con el fin de manejar sustentablemente las poblaciones de estos ungulados. Tradicionalmente, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) han servido como sitios para generar información biológica de estos organismos (Gallina *et al.* 2007), y las Reservas de Biosfera tienen el potencial para sostener poblaciones mínimas viables (Mandujano y González-Zamora 2009; Yáñez-Arenas *et al.* 2012a). Por lo tanto, generar información básica de la especie como su distribución, densidad, uso de hábitat, entre otros aspectos, permitirá generar estrategias que coadyuven a la conservación, manejo sustentable y recuperación tanto de la especie como de sus hábitats.

Modelar y predecir la distribución geográfica de las especies ha recibido especial atención en los últimos años para tratar de encontrar una aproximación más acorde a la realidad y también debido a la amplia aplicabilidad que esto conlleva en diversas disciplinas, tales como biogeografía, ecología, evolución, manejo de recursos, epidemiología y conservación, entre otras (Philips *et al.* 2006). Es un método innovador, que entre muchas otras cosas permite producir mapas que con ayuda de Sistemas de Información Geográfica predicen dónde pueden encontrarse o no las especies. La probabilidad de presencia de las especies es cuantificada y relacionada directamente a variables ambientales subyacentes y a las localidades de presencias conocidas (Scott *et al.* 2002). El objetivo de los métodos de modelación es predecir la idoneidad ambiental para las especies en función de las variables ambientales dadas (Philips *et al.* 2006). Los modelos de distribución están siendo usados no solo para entender los requerimientos ecológicos de las especies sino también para entender aspectos de la biogeografía, predecir la existencia de poblaciones y especies desconocidas, identificar sitios para translocaciones y reintroducciones, selección de áreas para la conservación, prevención de los efectos del cambio climático, entre otros (Guisan y Thuiller 2005; Peterson *et al.* 2002).

El objetivo del presente estudio fue estimar la distribución potencial del pecarí de collar, temazate rojo y venado cola blanca en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán a través de modelos de nicho ecológico. Esta región es afectada por las actividades antropogénicas principalmente la fragmentación del hábitat, la cacería no controlada, el pastoreo, la disminución de las fuentes acuíferas y la construcción de vías de comunicación (SEMARNAT 2003). Estos factores pueden afectar el estado poblacional y la distribución de los ungulados silvestres dentro de la zona. Por lo que es importante generar información biológica de las especies (Ortiz-García y Mandujano 2011; Pérez-Solano *et al.* 2012; Yáñez-Arenas *et al.* 2012b; Ramos *et al.* en prensa) lo cual permitirá definir estrategias para su conservación y manejo sustentable (<http://venadosrbtc.blogspot.com>).

Material y Métodos

Área de estudio. La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) forma parte de la Sierra Madre del Sur y ocupa la zona noroccidental de la subprovincia de la Meseta de Oaxaca. Se localiza en el extremo sureste del estado de Puebla y noreste de Oaxaca entre las latitudes de 17.65° a 18.88° N y de -96.91° a -97.73° W. La superficie que cubre es de 4,906 km², y su altitud varía de los 600 a los 2,950 msnm (Fig. 1). La temperatura media anual en el valle de Tehuacán varía entre los 18° a 22° C, y aumenta a 24.5° C en Cuicatlán (INEGI 1981). El clima árido es controlado en gran parte por la Sierra de Zongolica que se encuentra entre el valle y el Golfo de México, ya que los vientos húmedos y las nubes cargadas de agua son interceptados por las montañas.

El promedio anual de precipitación en la región del valle varía desde los 250 a 500 mm, y se presenta principalmente de mayo a octubre, con mayores posibilidades de precipitación entre junio y septiembre (Enge y Whiteford 1989). Los principales tipos de vegetación y uso de suelo en la región que comprende parte del área protegida y la región terrestre prioritaria del valle de Tehuacán-Cuicatlán son: la selva baja caducifolia

con un 29% del territorio de la reserva; terrenos dedicados a la agricultura, crianza de ganado y de explotación forestal con el 22%; el bosque de encino y pino con 21%; el matorral desértico rosetófilo con predominancia de arbustos espinosos y una presencia importante de cactáceas con el 10%; el matorral crasicaule con vegetación dominada por cactáceas de gran tamaño con el 8%; y otros tipos de vegetación con el 10% (Fig. 1; Arriaga *et al.* 2000; CONANP 2008).

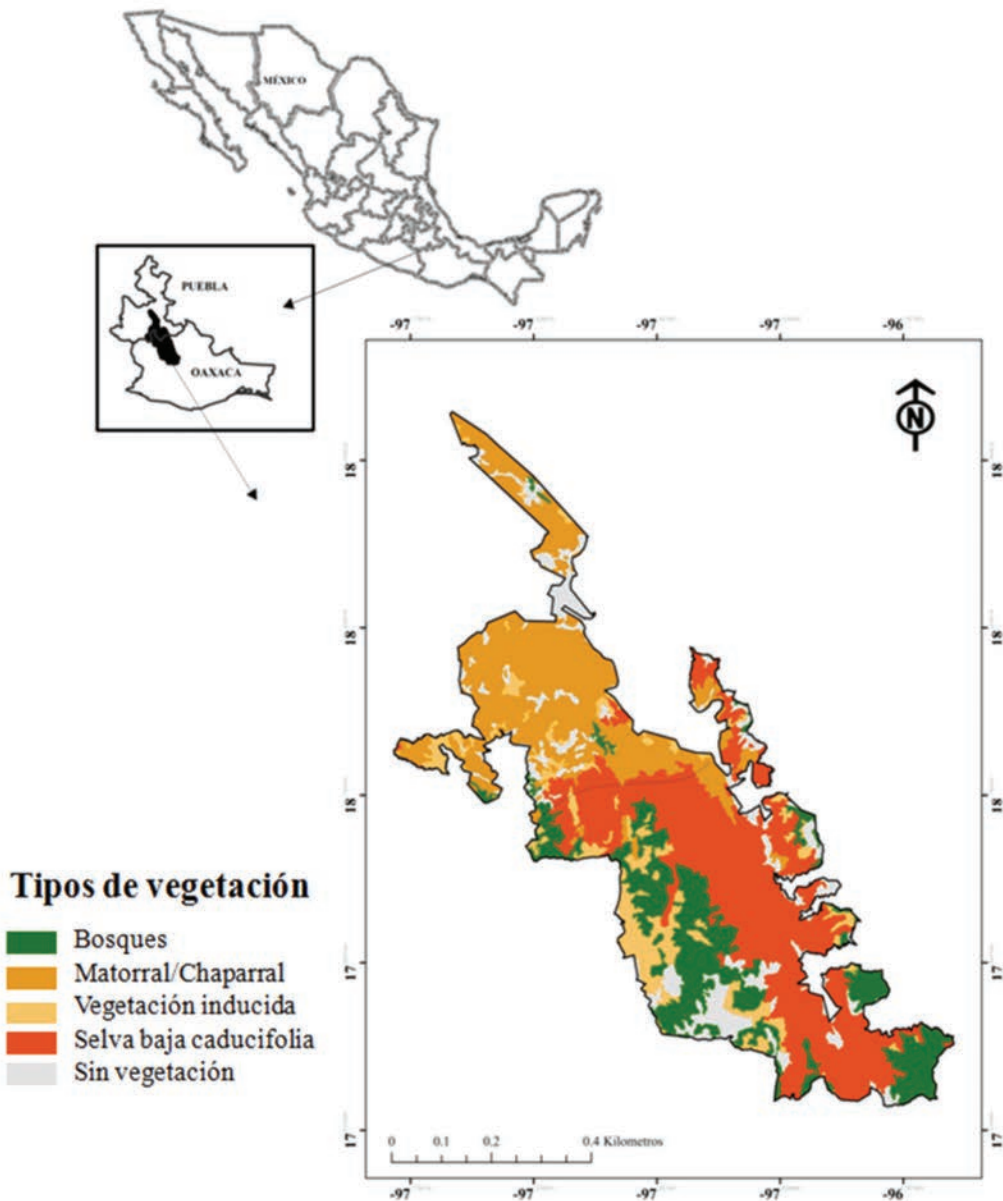


Figura1. Localización geográfica del sitio de estudio, Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Se presentan los tipos de vegetación. La línea punteada presenta el límite estatal.

Obtención de registros de las especies

Bases de datos. Los registros de presencia para México de las tres especies fueron obtenidos de bases de datos nacionales electrónicas: Unidad Informática para la Biodiversidad (UNIBIO, www.unibio.unam.mx), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, www.conabio.gob.mx), e internacionales Global

Biodiversity Information Facility (GBIF, www.gbif.org), Mammal Networked Information System (MaNIS, www.manisnet.org), así como de literatura, artículos, tesis y/o trabajos que incluyeran datos puntuales de la localidad donde la especie haya sido encontrada y/o estudiada. Para la verificación, el registro debía contener la georreferencia y/o la localidad. En los casos en los que solamente la localidad fuera dada, ésta se posicionó geográficamente con la ayuda de buscadores o gaceteros en línea. Los registros repetidos y los que no pudieron ser validados fueron omitidos.

Registros en campo. Para obtener datos de presencia del pecarí de collar y venado cola blanca se llevó a cabo un muestreo en campo en 9 localidades en la región de La Cañada en Oaxaca (San Gabriel Casa Blanca, Santa María Tecomavaca, San Juan Quiotepec, San Pedro Jaltepetongo, Santa María Almoloyas, Santa María Ixcatlán, San Juan Los Cues, San Juan Bautista Cuicatlán y San José del Chilar) donde los comuneros mostraron el interés de conocer la distribución de estas especies. Entre abril a junio del 2010 y del 2011 se aplicaron muestreos empleando métodos indirectos mediante identificación principalmente de heces, huellas, echaderos y/o comederos. Estos registros se realizaron a lo largo de transectos de franja de 500 m por 2 m (8 por comunidad) empleados para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca como parte de otros estudios (Yáñez-Arenas *et al.* 2012b; Ramos-Robles *et al.* en prensa). Así mismo, se hicieron encuestas en localidades en Puebla (Santa Ana Teloxtoc, San Juan Raya, San Antonio Texcala, Zapotitlán Salinas, Los Reyes Metzontla, San Luis Atolotitlan y Caltepec) y en Oaxaca (San Pedro Chicozapote, San Juan Teponaxtla, San Juan Tepeuxila, Zaragoza, Ixcatlán y Jaltepetongo) con el objetivo de saber si estas especies estaban presentes en dichas localidades y obtener más datos georreferenciados de presencia.

Para el caso del venado temazate rojo se realizó una búsqueda intensiva de la presencia de la especie en distintas comunidades dentro de la Provincia Biogeográfica Oaxaqueña (PBO; CONABIO 1997) de abril de 2010 a febrero de 2011. La selección de las comunidades se hizo con base en información proporcionada por los pobladores de la región y personal de la RBTC. Se seleccionaron 7 comunidades de la región y áreas aledañas (San Juan Bautista Atlatlahuca, Oax., Ojo de agua en Santa Ma. Pápalo, Oax., Cerro Temazate en Santa Ma. Pápalo, Oax., Huautla de Jiménez, Oax., Xaltepec, Pue., Tlaixco, Ver. y Atempa de los Reyes, Ver.). Una vez seleccionadas éstas, se realizaron recorridos libres en las áreas indicadas por las autoridades comunales y guías de campo.

No se realizaron muestreos sistematizados en el área debido a que las características irregulares del terreno y la materia orgánica del suelo complican el encontrar evidencia de la presencia del temazate. La búsqueda de rastros consistió en encontrar evidencias confiables que indicaran la presencia del temazate rojo en el área (huellas, excretas o avistamientos). No se consideraron registros tales como pasaderos, talladeros, echaderos o comederos, debido a que en algunos sitios existía la posibilidad de confundir los rastros con venado cola blanca. Adicionalmente, se empleó foto trampeo como método adicional para tener registros y certeza de la presencia del temazate (Pérez-Solano *et al.* 2012). Se usaron 12 cámaras (modelos "Bushnell Trophy Cam Night vision Trail Camera" y "Wildview Extreme 5") en 4 sitios colocándolas en pasaderos naturales de venados. De manera complementaria, se realizaron algunas entrevistas a pobladores de diversas comunidades con conocimiento sobre la especie.

Modelación de la distribución potencial

Las capas con información de las características ambientales para México se obtuvieron a través de diversos medios: las climáticas del WorldClim (Hijmans *et al.* 2005; www.worldclim.org) y las topográficas del U. S. Geological Survey del proyecto Hidro1k (eros.usgs.gov) y del Modelo Digital de Elevaciones (ESRI 2000). La resolución espacial de las capas en formato raster fue de 0.01 grados, lo cual equivale aproximadamente a un 1 km² por pixel. Con base en análisis preliminares para probar posible auto-correlación y al conocimiento de los requerimientos de hábitat del pecarí de collar (March y Mandujano 2005), venado cola blanca (Gallina *et al.* 2010) y temazate rojo (Bello *et al.* 2010), se utilizaron diferentes variables para la modelación de distribución de cada especie (Anexo 1).

Para generar los mapas de distribución potencial de las tres especies a través del modelado de nicho ecológico, se utilizó el software MaxEnt 3.2.1 (Phillips *et al.* 2006) y el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2 (ESRI 2000). Debido a que los modelos generados por MaxEnt reflejan la probabilidad de condiciones adecuadas para la presencia de la especie, éstos se reclasificaron con la ayuda del ArcView 3.2. Para esta reclasificación se tomó en cuenta el valor mínimo de probabilidad para la presencia de cada especie, obteniendo como resultado mapas binarios (presencia-ausencia). Como complemento, se obtuvieron las curvas de respuesta para las variables usadas y se aplicó la prueba de Jackknife para conocer el porcentaje de contribución de cada variable al modelo. Los modelos se evaluaron a partir de la capacidad que tiene la predicción para discriminar entre los registros para generar el modelo y los registros de prueba elegidos aleatoriamente. Esto se analizó mediante la prueba del área bajo la curva ROC ("Receiving Operating Characteristic") hecha por el mismo MaxEnt (Hernández *et al.* 2006). Además, se constató cuántos de los registros de prueba cayeron dentro del área de predicción.

Para la modelación del pecarí de collar se empleó la información obtenida para las regiones biogeográficas confluyentes en la RBTC que son el Eje Volcánico, Provincia de Oaxaca y Sierra Madre del Sur (CONABIO 1997). Mediante la carta de uso de suelo y vegetación (Serie III Inventario Nacional Forestal, INEGI 2005) se eliminaron aquellas zonas con una alta actividad humana (zonas urbanas, agrícolas, forestales, vegetación inducida y sin vegetación aparente) por considerarlas inapropiadas para la presencia de la especie. Se utilizó el 20% de los datos de presencia para la validación. Para el temazate rojo la modelación se hizo para toda la Provincia Biogeográfica de Oaxaca (PBO) con la finalidad de agrupar los sitios de estudios de acuerdo a sus características físicas y biológicas. El mapa de distribución binaria fue recortado con los tipos de vegetación apta para la presencia del venado temazate rojo: selvas altas perennifolias, selvas medianas subperennifolias, bosque mesófilo de montaña, pino-encino y pino, así como eliminando las zonas con alta actividad humana. Para este procedimiento se hizo uso de la carta de uso del suelo y vegetación (Serie III Inventario Nacional Forestal, INEGI 2005). Se seleccionó el 25% de los datos de presencia para la validación. En cuanto al venado cola blanca el modelo se generó únicamente para la RBTC. En el caso particular de esta especie, se generaron variables de presión humana, las cuales se obtuvieron a partir del punto de presencia de la especie hacia las localidades más cercanas. De la

misma manera se obtuvo la distancia a caminos, tomando la distancia del camino más próximo. Una vez obtenida la información de estas distancias, se crearon dos capas tipo *raster* con la misma resolución que las anteriores, con la finalidad de ser incluidas en el modelo de distribución potencial. Todo lo anterior se realizó con el programa ArcView 3.2. Debido a la cacería que podría existir en la zona, las variables de distancia a caminos y localidades se tomaron como indicador indirecto de la presión de cacería que podría provenir de las localidades muestreadas. La validación se hizo con el 25% de los datos de presencia.

Resultados

Pecarí de collar

Se obtuvieron un total de 59 registros de presencia del pecarí de collar incluyendo tanto los datos obtenidos durante el trabajo de campo como de las colecciones. El modelo se generó con el 80% de ellos (48) y se verificó con el 20% (11) restantes elegidos al azar por el mismo MaxEnt. Se observó que el 99% del área total de la RBTC tiene características ambientales idóneas para la presencia del pecarí de collar. Sin embargo, al considerar el uso y vegetación de la zona, ésta área potencial se redujo al 78% (Fig. 2a). La estacionalidad de la temperatura, la elevación al nivel del mar, la pendiente, la precipitación del trimestre más frío, la estacionalidad de la precipitación, la precipitación del periodo más seco, la precipitación del trimestre más cálido y la isothermalidad fueron las variables que en conjunto contribuyeron casi en un 92.2% en la generación de la predicción (Tabla 1). La prueba de Jackknife aplicada a la importancia de las variables mostró que la variable ambiental con la mayor importancia y que aporta más información fue la estacionalidad de la temperatura. De acuerdo con el análisis de las curvas ROC, el modelo presentó una buena predicción (AUC = 0.988) y los datos de validación presentaron un buen ajuste (AUC = 0.980). En cuanto a los registros utilizados para probar el modelo, el 100% de ellos estuvieron dentro del área de predicción.

Tabla 1. Estimado del porcentaje de contribución relativa de las variables que en conjunto explican más del 75% para el modelo de nicho ecológico de cada una de las especies de ungulados silvestres de la Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. (-) indica que esa variable no contribuyó significativamente (>10%) para esa especie.

Variable	Pecarí de collar	Temazate rojo	Venado cola blanca
Precipitación del trimestre más frío	10.3	47.3	-
Elevación al nivel del mar	14.4	18.5	-
Pendiente	11.1	11.1	23.5
Temperatura máxima del mes más seco	-	4.9	14.6
Distancia a localidades	-	-	31.5
Precipitación total anual	-	-	17.8
Estacionalidad de la temperatura	41.0	-	-

Temazate rojo

Se obtuvieron un total de 41 registros de temazate rojo para la PBO incluyendo tanto los datos obtenidos durante el trabajo de campo como de las colecciones y literatura. El modelo se generó con el 75% de los registros (31) y se validó con el 25% (10). Este modelo fue recortado con el polígono de la RBTC. Se encontró que solo un 33% del territorio de la reserva presenta características climáticas y topográficas adecuadas para que habite el temazate rojo. Sin embargo, al considerar los tipos de vegetación

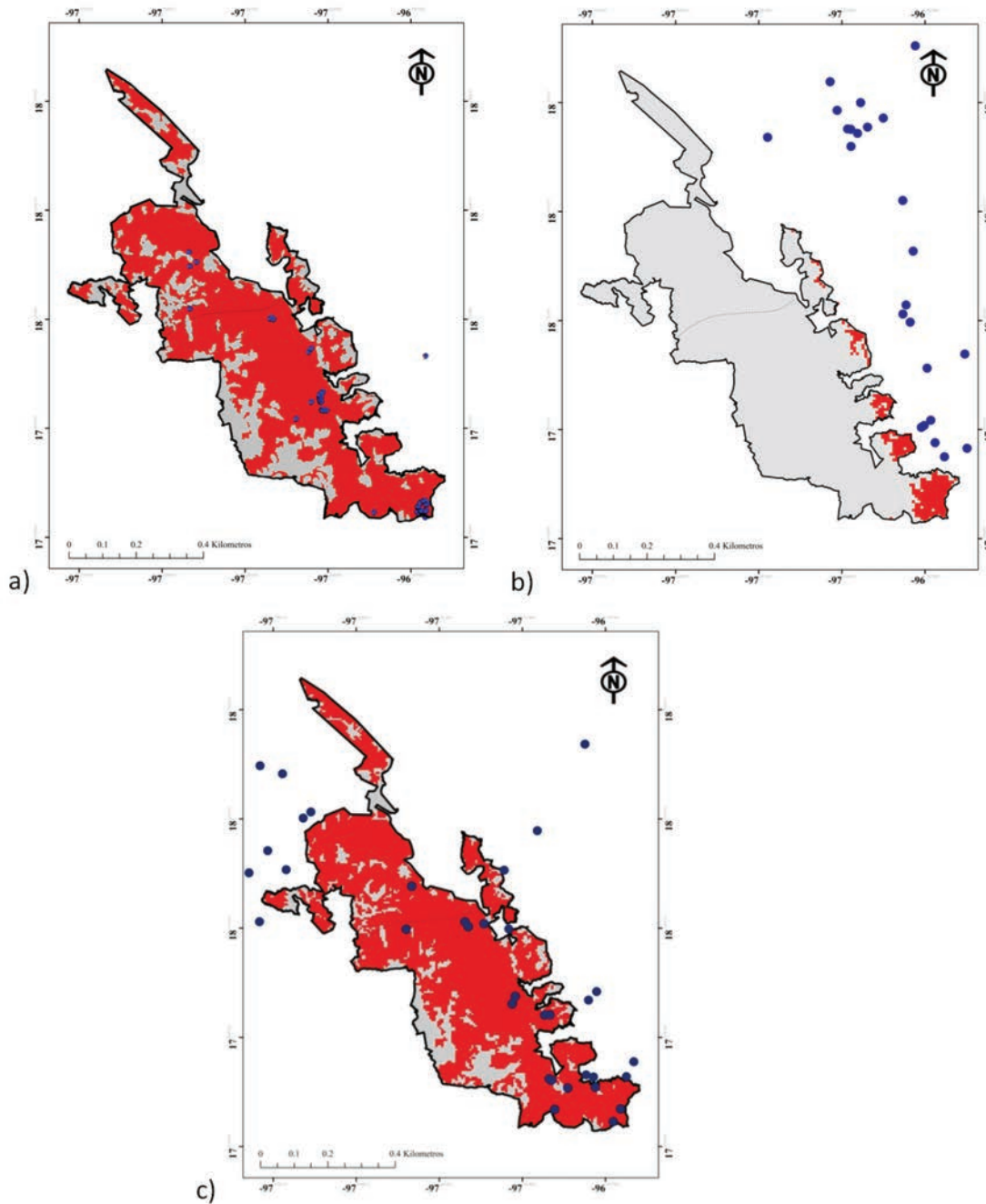


Figura 2. Modelo predictivo de la distribución potencial (rojo-presencia, gris-ausencia) del pecarí de collar (a), temazate rojo (b) y venado cola blanca (c) en la Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Se muestran en azul los registros con los que se elaboró el modelo.

donde habita la especie, esta área potencial se redujo hasta un 12%, la cual considera la región de la Mixteca poblana, donde aún no ha sido confirmada la presencia de este cérvido. Si esta región es eliminada, el área potencial resultante cubre únicamente un 3% (Figura 2b). La precipitación del cuarto más frío, el modelo digital de elevación, la pendiente, la isothermalidad y la orientación de laderas fueron las variables que contribuyeron casi en un 90% en la generación del modelo (Tabla 1). De acuerdo a la prueba de Jackknife, las variables que contribuyen con una mayor ganancia en el modelo por sí solas fueron la isothermalidad, la precipitación del trimestre más frío, la pendiente y el intervalo de temperatura anual. La variable de la orientación de laderas fue la más determinante, al ser eliminada el mayor ajuste del modelo se pierde. Según

el análisis de las curvas ROC, el modelo presentó una buena predicción (AUC = 0.954) y una buena validación (AUC = 0.948).

Venado cola blanca

Se obtuvieron un total de 23 datos de presencia de la especie dentro de la RBTC incluyendo tanto los datos obtenidos durante el trabajo de campo como de las colecciones y literatura. Se emplearon el 75% (17) para generar el modelo y el 25% (6) para validarlo.

Los resultados indicaron que la distribución potencial del venado cola blanca abarcó el 92% del área total de la RBTC. En total, la distancia a localidades, la pendiente, la precipitación total anual, la temperatura máxima del mes más cálido, y la isothermalidad fueron las variables que contribuyeron casi en un 91% para la construcción del modelo (Tabla 1). Según la prueba de Jackknife, la distancia a las localidades y la pendiente fueron las variables de mayor importancia y peso. De acuerdo a la prueba de curvas ROC, el desempeño del modelo fue mejor que uno aleatorio (AUC = 0.915), siendo lo mismo para los datos de entrenamiento (AUC = 0.858). En cuanto a los puntos utilizados para la validación externa, estos se sobrepusieron en el modelo cayendo todos dentro del área predicha.

Discusión

Distribución en la RBTC

Potencialmente casi toda la RBTC presentó condiciones abióticas necesarias para la distribución del pecarí de collar y del venado cola blanca, lo que denota una amplitud de nicho más grande (Sowls 1984; Gallina et al. 2010; Yañez-Arenas et al. 2012a) respecto al temazate rojo que es una especie con requerimientos más específicos (Bello et al. 2010). El hecho es que, si bien existe la idoneidad ambiental para el establecimiento de poblaciones silvestres, esto no significa que exista la presencia de éstas en todas las áreas predichas. Existen otros factores, sobre todo bióticos y los relacionados a las actividades humanas, que pueden estar afectando la disponibilidad de recursos para la presencia de las especies y por ende su distribución (Soberón y Peterson 2005). En nuestro estudio delimitamos las distribuciones de los ungulados omitiendo aquellas zonas con una alta actividad antrópica y/o con los tipos de vegetación no preferidos. Lo anterior resultó en disminuciones importantes en las áreas de distribución de las tres especies. El cambio de uso de suelo es una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad, pues puede provocar la desaparición eventual de ciertas poblaciones dentro de las áreas de distribución de las especies (Peterson et al. 2002).

La pendiente fue la única variable explicativa de la distribución común entre las tres especies, presentando un mayor peso para el venado cola blanca, esta variable ha sido relacionada con la estrategia de escape para el venado pues se ha reportado que utiliza pendientes no muy pronunciadas de hasta 9° (Segura 1998), lo que coincide con lo encontrado en este estudio. Sin embargo, la probabilidad de presencia de la especie también se asoció a zonas con mayor inclinación, lo que puede explicarse por la presión que puede estar ejerciendo las actividades humanas (los animales encuentran mayor protección en áreas menor accesibles como barrancas). Lo anterior concuerda con Bolívar-Cimé (2009) donde también encontró al venado asociado a pendientes más pronunciadas en sitios con mayor presión humana.

La importancia de la marcada estacionalidad de la temperatura para el pecarí de collar como la variable de mayor peso en la predicción puede ser atribuida al tipo de clima y vegetación existentes en la región. En general el 73.5% de la superficie de ésta presenta climas secos o áridos (García 1981; CONANP 2008). En estos climas la cantidad y calidad de la cobertura vegetal dependerá de la estacionalidad de la temperatura y la precipitación (Trejo y Dirzo 2000). El pecarí de collar es un organismo que requiere de la presencia de una cobertura vegetal desarrollada para protegerse de las condiciones extremas, de los depredadores y para su descanso (Gabor *et al.* 2001). La precipitación del trimestre más frío (noviembre, diciembre y enero) resultó ser la variable que más contribuyó en la predicción para el venado temazate. La disponibilidad de alimento y la producción vegetal en la época de estiaje dependerá de la cantidad de precipitación que haya en la región en los meses invernales previos (Galindo-Leal y Weber 1997). En sitios donde la precipitación de estos meses alcance los 140 mm, habrá una mayor probabilidad de presencia de la especie.

Para el venado cola blanca, las variables de distancia a localidades de mayor densidad humana y pendiente fueron las que mayoritariamente explicaron la predicción. Los sitios de menor distancia a localidades y caminos con tránsito vehicular han sido reportados como zonas de baja calidad para la presencia del venado (Segura 1998; Delfín-Alfonso *et al.* 2007, 2009). Estos sitios pueden presentar una mayor pérdida de la vegetación así como una mayor presión de cacería. Asimismo, la pendiente del terreno tuvo significancia para las tres especies. Esta variable ha sido reportada como importante en el hábitat de diferentes especies de ungulados (Delfín-Alfonso *et al.* 2007; Yáñez-Arenas *et al.* 2012a). En particular para este estudio, las pendientes de mayor inclinación, preferidas por estas especies, están relacionadas con el tipo de vegetación asociada, con la disponibilidad de cobertura vegetal y alimento, con los sitios de refugio y protección contra depredadores, con la incidencia y la exposición solar, y con los sitios más conservados y de difícil acceso para el humano. Por otra parte, los valores porcentuales de contribución de las variables deben ser tomados con cautela debido a que éstos están definidos heurísticamente por MaxEnt, lo que significa que dependen de la ruta que usa el algoritmo para obtener la solución óptima. Esto es que, bajo otras rutas, por ejemplo otro algoritmo u algún otro parámetro diferente, se podrían modificar estos porcentajes (Phillips *et al.* 2006).

Implicaciones en la conservación

El establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas representa una herramienta estratégica tanto para la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, como para asegurar el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas. Sin embargo, no son unidades aisladas y las interacciones constantes que tienen con su alrededor pueden influir positiva o negativamente para el cumplimiento de esto (SEMARNAP 1998). Con base en nuestro estudio, observamos que dentro del polígono de la RBTC existen factores inherentes al desarrollo humano que están afectando la situación actual de los diferentes ecosistemas que ahí persisten y consecuentemente sobre las poblaciones de las especies animales, a pesar de que existan las condiciones ambientales idóneas para su presencia.

Nuestro estudio es un primer avance al conocimiento de los requerimientos y de la posible distribución del pecarí de collar, del venado temazate y del venado cola blanca

dentro de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán. El conocimiento generado podría ayudar en los esfuerzos de conservación que actualmente se están pretendiendo llevar a cabo con estas especies dentro de esta área natural protegida.

Es crucial implementar estrategias de manejo que incorporen el mantenimiento y la recuperación de estos ambientes para poder así asegurar la viabilidad de poblaciones de las especies bajo estudio y de muchas otras más por consecuencia, pero también es sustancial empatar éstas con el progreso de las comunidades humanas persistentes en la zona.

En particular, para el venado temazate rojo la representatividad del bosque mesófilo de montaña y demás bosques templados dentro de la RBTC es muy baja. La mayor parte de las tierras altas que rodean a la RBTC se encuentran fuera de la protección que ésta le confiere, lo que conlleva a que la presencia del venado temazate también se vea limitada. Resulta importante y urgente el implementar medidas de protección hacia estas zonas, hábitat primordial de la especie, que si bien no son poseedoras de endemismos como en el caso de los territorios del valle de Tehuacán-Cuicatlán, si lo son de una alta biodiversidad de flora y fauna. La mayor amenaza hacia estos ambientes es la transformación de los bosques templados y tropicales en tierras de cultivo y extensiones para ganadería (Velázquez *et al.* 2003; Gómez-Mendoza *et al.* 2006).

Agradecimientos

Agradecemos los comentarios y sugerencias al trabajo original de las tesis de las tres primeras autoras donde se desprende este trabajo, en particular a E. Pineda, R. Reyna-Hurtado, S. Gallina y M. Hidalgo. A A. Vázquez, F. Contreras, F. Mora, y a las personas de cada localidad por su ayuda en campo. A L. A. Escobedo-Morales por facilitarnos registros e información acerca del temazate rojo. Asimismo, agradecemos a la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán en particular a J. C. Pizaña y J. M. Salazar Torres por las facilidades otorgadas. El financiamiento y apoyo logístico del presente estudio fue soportado por la Red de Biología y Conservación de Vertebrados del Instituto de Ecología A.C.; el proyecto CONACYT CB-2009-0-130702; y las becas 232620, 39795 y 38342 otorgadas por el CONACyT para estudios de posgrado del primer, segundo y tercer autor respectivamente.

Literatura citada

- ARRIAGA, L., J. M. ESPINOZA, C. AGUILAR, E. MARTÍNEZ, L. GÓMEZ, Y E. LOA** (eds.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México, México.
- BELLO-GUTIÉRREZ, J., R. REYNA-HURTADO, Y J. WILHAM.** 2010. Central American red brocket deer *Mazama temama* (Kerr, 1992). Pp. 166-171 in Neotropical cervidology: biology and medicine of Latin American deer (Duarte, J. M. B., y S. González, eds.). Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão (FUNEP), Jaboticabal, Brasil/ International Union for Conservation of Nature (IUCN). Gland, Suiza.
- BOLIVAR-CIMÉ, A.** 2009. Análisis del hábitat óptimo y modelado de nicho ecológico para la conservación del venado cola blanca en el centro de Veracruz. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México.

- BOTELLO, F., P. ILLOLDI, M. LINAJE, G. MONROY, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2005. Nuevos registros del tepezcuintle (*Agouti paca*), para el norte del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:103–105.
- BOTELLO, F., P. ILLOLDI-RANGEL, M. LINAJE, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2006a. Primer registro del tigrillo (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) y del gato montés (*Lynx rufus*, Kerr 1792) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán–Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 22:135–139.
- BOTELLO, F., J. M., SALAZAR, P. ILLOLDI-RANGEL, M. LINAJE, MONROY, G., DUQUE, D., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2006b. Primer registro de la nutria neotropical de río (*L. 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* (n. s.) 81:83-103.
- BRIONES-SALAS, M., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2004. Mamíferos. Pp. 423–448 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la naturaleza/ World Wide Fund for Nature. Ciudad de México, México.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD).** 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4000000. Ciudad de México, México. URL: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/rbiog4mgw.gif> Fecha de consulta: 7 de Enero de 2010.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS).** 2008. Dirección de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. <http://tehuacan-cuicatlan.conanp.gob.mx/>
- DÁVILA, P., M. ARIZMENDI, A. VALIENTE-BANUET, J. L. VILLASEÑOR, A. CASAS, Y R. LIRA.** 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11:421-442.
- DELFIN-ALFONSO, C., Y S. GALLINA.** 2007. Modelo de evaluación del hábitat para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio en México. Pp. 193-202 in *Escarabajos, Diversidad y Conservación Biológica: Ensayos en Homenaje al Dr. Gonzalo Halffter* (Zunino, M., y A. Milic. Eds.). Monografías Tercer Milenio. Zaragoza, España.
- DELFIN, C., S. GALLINA, Y C. LÓPEZ-GONZÁLEZ.** 2009. Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science* 2:215-228.
- ENGE, K., Y S. WHITEFORD.** 1989. Ecology, irrigation, and the state in the Tehuacan Valley, Mexico. Pp. 19-40 in *Human Systems Ecology: Studies in the Integration of Political Economy, Adaptation, and Socionatural Regions* (Smith, S. y E. Reeves, eds). Westview Press. University of Texas Press. Houston, EE.UU.
- ESRI.** 2000. Arc View ver. 3.2. Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands. Redlands, EE.UU.
- GABOR, T. M., E. C. HELLGREN, Y J. S. NOVA.** 2001. Multi-Scale Habitat Partitioning in Sympatric Suiforms. *Journal of Wildlife Management* 65:99-110.

- GALINDO-LEAL, L., Y M. WEBER.** 1997. El Venado de la Sierra Madre Occidental: Ecología, Manejo y Conservación. Ediciones Culturales S. Cuadernos para el Diálogo, S.A. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- GALLINA, S., S. MANDUJANO, Y C. DELFÍN-ALFONSO.** 2007. Importancia de las áreas naturales protegidas para conservar y generar conocimiento biológico de las especies de venados en México. Pp. 187-196 in Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica (Halffter, G., S. Guevara, y A. Melic. eds.). Monografías Tercer Milenio. Zaragoza, España.
- 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. (Duarte J. M. B., y S. González. eds.). Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão (FUNEP), Jaboticabal, Brasil/ International Union for Conservation of Nature (IUCN)/Fundación Empresa Pública, Gland, Suiza.
- GARCÍA, E.** 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köeppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- GÓMEZ-MENDOZA, L., E. VEGA-PEÑA, M. I. RAMÍREZ, J.L. PALACIO-PRieto, Y L. GALICIA.** 2006. Projecting land-use change processes in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico. *Applied Geography* 26:276-290.
- GONZÁLEZ-PÉREZ, G., Y M. BRIONES-SALAS.** 2000. Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en comunidades indígenas de Oaxaca. *Investigación Hoy* 94:20-27.
- GUISAN, A., Y W. THUILLER.** 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8:993-1009.
- HERNÁNDEZ, P. A., C. H. GRAHAM, L. L. MASTER, Y D. L. ALBERT.** 2006. The effect of simple size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* 29:773-785.
- HIJMANS, R. J., S. E. CAMERON, J. L. PARRA, P. G. JONES, Y A. JARVIS.** 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).** 1981. Carta Topográfica, 1:250,000. Oaxaca, E 14–9. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Ciudad de México, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).** 2005. Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000, Serie III, Continuo Nacional. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Ciudad de México, México.
- MANDUJANO, S., Y A. GONZÁLEZ-ZAMORA.** 2009. Evaluation of natural conservation areas and wildlife management units to support minimum viable populations of white-tailed deer in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2:237-250.
- MANDUJANO, S., Y V. RICO-GRAY.** 1991. Hunting, use, and knowledge of the biology of the white-tailed deer, *Odocoileus virginianus* (Hays), by the Maya of central Yucatan, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 11:175-183.

- MARCH, I., y S. MANDUJANO.** 2005. Pecarí de collar. Pp 524-527 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva. Coords.). Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- NARANJO, E. J., M. M. GUERRA, R. E. BODMER, y J. E. BOLAÑOS.** 2004. Subsistence hunting by three ethnic groups of the Lacandon forest, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 24:233-253.
- ORTÍZ-GARCÍA, A. I., y S. MANDUJANO.** 2011. Modelando la calidad del hábitat para el pecarí de collar en una Reserva de Biosfera de México. *Suiform Soundings* 11:14-27.
- PÉREZ-SOLANO, L. A., S. MANDUJANO, F. CONTRERAS-MORENO, y J. M. SALAZAR.** 2012. Primeros registros del temazate rojo *Mazama temama* en áreas aledañas a la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:875-878.
- PETERSON, T., M. ORTEGA-HUERTA, J. BARTLEY, V. SANCHEZ-CORDERO, J. SOBERÓN, R. BUDDEMEIER, y D. STOCKWELL.** 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416:626-628.
- PHILLIPS, S. J., R. P. ANDERSON, y R. E. SCHAPIRE.** 2006. Maximum entropy modeling in species geographic distributions. *Ecological Modeling* 190:231-259.
- RAMOS-ROBLES, M. I., S. GALLINA, y S. MANDUJANO.** En prensa. Habitat and human factors associated with white-tailed deer density in tropical dry forest at Tehuacan-Cuicatlan Biosphere Reserve, Mexico. *Tropical Conservation Science*.
- ROJAS-MARTÍNEZ, A. E., y A. VALIENTE-BANUET.** 1996. Análisis comparativo de la quiroptero fauna del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 67:1-23.
- SCOTT, J. M., P. J. HEGLUND, y M. I. MORRISON (Eds.).** 2002. Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale. Island Press. Washington, EE.UU.
- SEGURA, W.** 1998. Application of the HEP Methodology and Use of GIS to Identify Priority Sites for the Management of White-Tailed Deer. Pp. 127-137 in *GIS Methodologies for Developing Conservation Strategies. Tropical Forest Recovery and Wildlife Management in Costa Rica* (Savitsky, B., y T. Lache, eds.). Columbia University Press. New York, EE.UU.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca).** 1998. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán-Cuicatlán, ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla. *Diario Oficial de la Federación*. Viernes 18 de septiembre de 1998. Ciudad de México, México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).** 2003. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera "Tehuacán-Cuicatlán". Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. (Sin publicar).
- SOBERÓN, J. M., y A. T. PETERSON.** 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics* 2:1-10.
- SOWLS, L. K.** 1984. The peccaries. University of Arizona Press. Tucson, EE.UU.
- TÉLLEZ, V.O., V. FARIAS, A. P. DÁVILA, J. L. STEIN, S. R. LIRA, y F. J. BOTELLO.** 2010. Mammalian

- diversity in climatic domains for Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:863 – 874.
- TREJO, I., y R. DIRZO.** 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in México. *Biological Conservation* 94:133-142.
- VELÁZQUEZ, A., E. DURÁN, I. RAMÍREZ, J. F. MAS, G. BOCCO, G. RAMÍREZ, y J. L. PALACIO.** 2003. Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change* 13:175-184.
- VILLARREAL, J. G.** 1999. Venado Cola Blanca: Manejo y Aprovechamiento Cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, México.
- VILLARREAL-ESPINO BARROS, O. A.** 2006. El Venado Cola Blanca en la Mixteca Poblana: Conceptos y Métodos para su Conservación y Manejo. Fundación Produce Puebla A. C. Puebla, México.
- YAÑEZ-ARENAS, C. A., S. MANDUJANO, E. MARTÍNEZ-MEYER, y A. PÉREZ-ARTEAGA.** 2012a. Modelación de la distribución potencial y el efecto del cambio de uso de suelo en la conservación de los ungulados silvestres del Bajo Balsas, México. *Therya* 3:67-79.
- YAÑEZ-ARENAS, C. A., E. MARTÍNEZ-MEYER, S. MANDUJANO, y O. ROJAS-SOTO.** 2012b. Modelling geographic patterns of population density of the white-tailed deer in central Mexico by implementing ecological niche theory. *Oikos* 121:2081-2089.

Sometido: 3 de septiembre de 2012

Revisado: 5 de diciembre de 2012

Aceptado: 5 de diciembre de 2012

Editor asociado: Miguel Briones

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

VARIABLES AMBIENTALES EMPLEADAS PARA GENERAR LOS MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS ESPECIES.

Tipo	Clave	Descripción	Variables utilizadas por especie		
			Pecari de collar	Temazate rojo	Venado cola blanca
	Bio1	Temperatura promedio anual (°C)	*		
	Bio2	Oscilación diaria de la temperatura (°C)	*		
	Bio3	Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y 7)	*	*	*
	Bio4	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	*		*
	Bio5	Temperatura máxima promedio del periodo más cálido (°C)	*	*	*
	Bio6	Temperatura mínima promedio del periodo más frío (°C)	*		
	Bio7	Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre parámetros 5 y 6)	*	*	
	Bio8	Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso (°C)	*		*
Climáticas	Bio9	Temperatura promedio del cuatrimestre más seco (°C)	*	*	
	Bio10	Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido (°C)	*		
	Bio11	Temperatura promedio del cuatrimestre más frío (°C)	*		
	Bio12	Precipitación anual (mm)	*		*
	Bio13	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	*		
	Bio14	Precipitación del periodo más seco (mm)	*	*	
	Bio15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	*	*	
	Bio16	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	*		*
	Bio17	Precipitación del cuatrimestre más seco (mm)	*	*	
	Bio18	Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)	*	*	*
	Bio19	Precipitación del cuatrimestre más frío (mm)	*	*	*
	Orien	Orientación a laderas (°)	*	*	*
	Alt	Elevación (msnm)	*	*	
	Pend	Pendiente (°)	*	*	*
Topográficas	Flowacc	Acumulación de flujo de la corriente	*		
	Flowdir	Dirección del flujo de la corriente	*		
	Topoind	Aporte de la corriente y la pendiente del paisaje	*		
	NDVI	Índice de verdor			*
Presión humana	Loc	Distancia a localidades (km)			*
	Vías	Distancia a caminos			*

Mamíferos del centro-occidente de Oaxaca, México

Mario C. Lavariega^{1*}, Natalia Martin-Regalado¹
y Rosa M. Gómez-Ugalde²

Abstract

Oaxaca State ranks first in the list of the Mexican states with the highest mammals richness, with 201 species. However, knowledge of the mammals in the entity is not homogeneous, and the west central area is among the least explored. Therefore, from April 2010 to January 2011, mammals the species richness was surveyed in 28 localities. Thirty nine species were recorded by field work, and twelve by literature review, for a total accumulated richness of forty nine species, belonging to 15 families, and eight orders, and represent 24.37% and 50% of the species and families in Oaxaca, respectively. Order Chiroptera was better represented (21 species), followed by Carnivora (10). The most abundant species were *Sturnira ludovici*, *Dermanura azteca*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Odocoileus virginianus* and *Sciurus aureogaster*. The greatest number of species was observed in pine forest (32); and between 2,200 to 2,400 m of altitude (21). Of the species recorded, 34.69% have a shared distribution with North and South America. Seven species are endemic to Mexico; *Cryptotis peregrina* is distributed only in western Oaxaca; *Leopardus wiedii*, is listed by the Mexican government as endangered; *Leptonycteris yerbabuena*, and *Sorex veraecrucis*, *Choeronycteris mexicana* as threatened and *C. peregrina* is subject to special protection. Conservation actions and sustainable forest management developed by indigenous communities in the west central Oaxaca, contribute to the preservation of the mammals of the region.

Key words: distribution, new records, Oaxaca, Sierra de Cuatro Venados, survey, temperate forest.

Resumen

El estado de Oaxaca ocupa el segundo lugar nacional en riqueza de mamíferos después de Chiapas. Sin embargo, el conocimiento de la mastofauna en la entidad no es homogéneo y entre las áreas menos exploradas se encuentra la región centro-occidente. Por ello, entre abril de 2010 a enero de 2011 se realizó un inventario de mamíferos en 28 localidades, además de consultar estudios previos. Se obtuvo un total de 501 registros de trabajo de campo que corresponden a 39 especies; en literatura

¹Laboratorio de Vertebrados Terrestres, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAX), IPN. Hornos 1003, Oaxaca, México 71230. E-mail: mariolavnol@yahoo.com.mx (MCL), cinthia_14@msn.com (NMR).

²Departamento de Biología, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Carretera al ITAO s/n, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México 71230. E-mail: rmgomez80@hotmail.com

*Corresponding author

publicada se registraron 20 especies, para una riqueza total acumulada de 49 especies, de ocho órdenes y 16 familias, que representan 24.4 y 50.0% de las especies y familias reportadas en Oaxaca, respectivamente. El orden Chiroptera fue mejor representado (21 especies), seguido por Carnívora (10). Las especies más abundantes en los nuestros fueron *Sturnira ludovici*, *Dermanura azteca*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Odocoileus virginianus* y *Sciurus aureogaster*. El mayor número de especies (32) se observó en bosque de pino; en cuanto al gradiente altitudinal la mayor riqueza de especies (21) se observó entre los 2,200 a 2,400 m de altitud. Del total de especies registradas, 34.7% tienen una distribución compartida con Norteamérica y Sudamérica y siete son endémicas de México. *Cryptotis peregrina* sólo se distribuye en el occidente de Oaxaca. En la Norma Oficial Mexicana 059, *Leopardus wiedii* se encuentra enlistada como en peligro de extinción, *Leptonycteris yerbabuena*, *Choeronycteris mexicana* y *Sorex veraecrucis* como amenazadas y *Cryptotis peregrina* como sujeta a protección especial. Las acciones de conservación y manejo forestal sostenible implementadas por comunidades indígenas del centro-occidente de Oaxaca, han contribuido en la preservación de los mamíferos de la región.

Palabras clave: bosques templados, distribución, inventario, Oaxaca, registros nuevos, Sierra de Cuatro Venados.

Introducción

Las exploraciones mastofaunísticas formales en Oaxaca, así como en el resto de México, inician en la última década del siglo XIX con el extenso trabajo de E. W. Nelson y E. A. Goldman (Sterling 1991), y se intensifican a mediados del siglo pasado (Guevara *et al.* 2001). T. McDougall y G. Goodwin realizan importantes aportaciones al conocimiento de la mastofauna de la entidad (Goodwin 1969; Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004). Goodwin (1969) integra por primera vez la información acumulada sobre los mamíferos de Oaxaca, señalando que se trata de una de las más ricas a nivel nacional.

Recientemente, Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) actualizan la lista de mamíferos de Oaxaca con base en ejemplares de museo y publicaciones, con un total de 190 especies, y analizan su distribución por subprovincia fisiográfica, tipo de vegetación e intervalo altitudinal. Estudios posteriores adicionan 11 especies a la riqueza de mamíferos de Oaxaca (Alfaro *et al.* 2005; Lira y Sánchez-Cordero 2006; Botello *et al.* 2007; Carraway 2007; García-García *et al.* 2007; Redondo *et al.* 2008; Santos-Moreno *et al.* 2010; Vallejo y González-Cózatl 2012), colocando a la entidad en el segundo lugar a nivel nacional, después de Chiapas (Naranjo *et al.* 2005).

Oaxaca ocupa el cuarto lugar nacional en publicaciones mastozoológicas (Guevara *et al.* 2001), el primer lugar con el mayor número registros (Escalante *et al.* 2002) y ejemplares de mamíferos en colecciones científicas de Norteamérica (Lorenzo *et al.* 2012). Sin embargo, Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) señalan que la Mixteca Alta y la Sierra Atravesada, son las subprovincias del estado con menor número de registros y que aún existen zonas por explorar, resaltando la importancia de dar continuidad a los inventarios en Oaxaca, particularmente en las áreas montañosas, donde el aprovechamiento forestal es una de las actividades económicas más importantes.

En este contexto el buen manejo forestal llevado a cabo en la región centro-occidente

de Oaxaca, ha permitido la conservación de los recursos biológicos, dando como resultado la obtención de certificados internacionales (Anta 2004), incentivos dentro de programas de pago por servicios ambientales por la conservación de terrenos forestales (Chávez 2009) y en la certificación de áreas de conservación comunitarias (Ortega del Valle et al. 2010). Por lo tanto, el estudio de la diversidad biológica que habita en estos territorios es un elemento que refuerza e impulsa acciones de conservación. Dado que los inventarios proporcionan información básica que constituye el principal insumo en los análisis axonómicos (Patterson 2002; Reeder et al. 2007) y son la base para diseñar esquemas de conservación (Margules y Sarkar 2007; Illoldi-Rangel et al. 2008).

El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento de la mastofauna del centro-occidente de Oaxaca, una región poco explorada.

Material y Métodos

Área de estudio. El área de estudio se encuentra en el centro-occidente del estado de Oaxaca y abarca la zona montañosa de la Sierra de Cuatro Venados (Binford 1989), en las subprovincias fisiográficas Sierra Madre del Sur de Oaxaca, Mixteca y Valles Centrales (García-Mendoza y Torres 1999). Se localiza entre las coordenadas geográficas 16.560° y 17.421° de latitud norte y -96.833° y -97.432° de longitud oeste, tiene una superficie aproximada de 2,210 km² y comprende parte de tres regiones político-administrativas: 1) Mixteca (Distrito: Nochixtlán); 2) Valles Centrales (Distritos: Etna, Zaachila y Zimatlán); 3) Sierra Sur (Distrito Sola de Vega; Fig. 1).

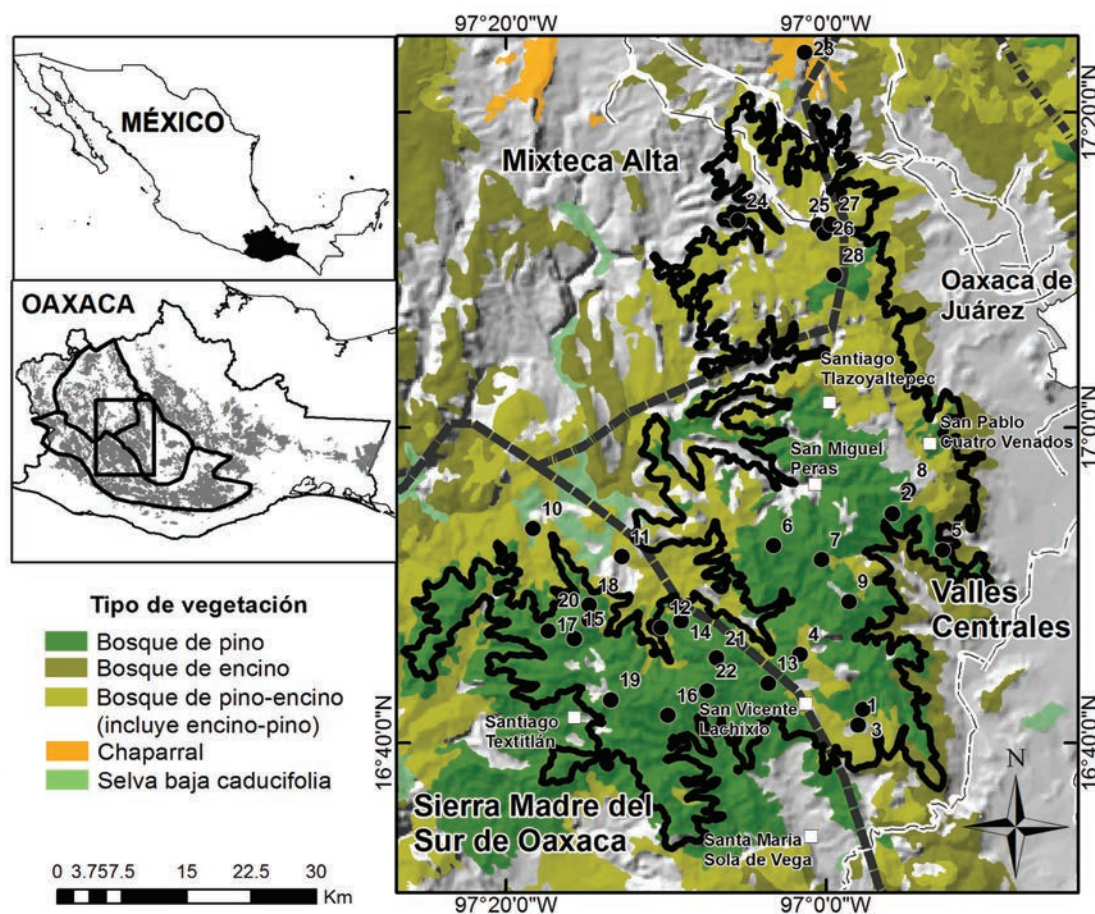


Figura 1. Localización del área de estudio. El polígono corresponde a la Sierra de Cuatro Venados. Los puntos negros indican las localidades de colecta; los números corresponden a las localidades de colecta mostradas en el Apéndice 1.

Los principales tipos de clima son: A) Templado subhúmedo, con lluvias de verano menor al 5% anual, con una precipitación de entre 600 a 2,500 mm y una temperatura media anual de 14 °C a 17 °C; B) Templado húmedo, con lluvias de verano superior al 10.2% anual, con una precipitación de 1,500 a 2,500 mm y una temperatura media anual de 10 °C a 14 °C; C) Cálido subhúmedo, con lluvias de verano menor al 5% anual, con una precipitación de 800 a 1,200 mm y una temperatura media anual de 26 °C a 28 °C; D) Semiseco semicálido, con lluvias de verano menor al 5% anual, precipitación de 400 a 1,000 mm y una temperatura media anual de 16 °C a 18 °C (INEGI 2000; Trejo 2004). El tipo de vegetación predominante es el bosque de pino, seguido por el bosque de pino-encino, bosque de encino, selva baja caducifolia y chaparral (INEGI-IGUNAM-INE 2000; Torres-Colín 2004).

Muestreo. Entre abril de 2010 y enero de 2011 se visitaron 28 localidades distribuidas en el área de estudio. Catorce se ubicaron en bosque de pino, siete en bosque de pino-encino, cuatro en bosque de encino-pino, dos en selva baja caducifolia, y una en chaparral. Tres localidades se ubicaron por debajo de los 2,000 m, cinco entre los 2,000 a 2,200 m, ocho de 2,201 a 2,400 m, cinco de 2,401 a 2,600 m, seis de 2,601 a 2,800 m y una localidad entre los 2,801 a 3,000 m (Apéndice 1).

Para la captura de murciélagos se usaron cuatro redes de niebla de 12 x 2.5 m y dos de 6 x 2.5 m. Se colocaron entre la vegetación, a lo largo de senderos en el bosque y riveras de ríos o arroyos, a una altura no mayor de 3 m, por lo que el muestreo se restringió a los murciélagos que se desplazan o forrajean en el sotobosque. Las redes permanecieron abiertas de las 19:00 hasta las 3:00 hrs. La captura de pequeños roedores se realizó colocando 40 trampas tipo Sherman cebadas con una mezcla de hojuelas de avena y vainilla con una distancia de separación entre ellas de 10 metros.

Para la captura de musarañas se colocaron 50 trampas de caída (botes de plástico con capacidad de un litro) al nivel del suelo, con una distancia de separación entre ellas de 10 metros; para su colocación se consideró la presencia de troncos en descomposición.

Los murciélagos capturados y colectados se identificaron hasta especie con ayuda de las claves de Medellín *et al.* (1997). Una muestra significativa de los organismos y aquellos que no pudieron ser identificados en campo, fueron colectados y preparados como ejemplares de museo (Hall 1981) y se determinaron en consenso con las claves de Hall (1981), Álvarez *et al.* (1994), Medellín *et al.* (1997) y Carraway (2007). Todos los ejemplares colectados están en proceso de ingreso a la Colección de Mamíferos del CIIDIR-Oaxaca (OAX.MA.026.0497). Las colectas fueron realizadas bajo el amparo del permiso de colecta (FAU.FLO 031), emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Los mamíferos de talla mediana y grande se registraron mediante la búsqueda de sus rastros (e.g. huellas, heces) de las 7:00 a las 11:00 hrs, durante el recorrido de transectos de entre 2 y 4 km de longitud, dependiendo de las características del sitio, como estructura de la vegetación, pendientes y la presencia de caminos y veredas (Aranda 2000). La determinación de las especies se realizó con ayuda de la guía de rastros de Aranda (2000). Así mismo, en cada localidad se preguntó a los guías locales por pieles ó cráneos de mamíferos en posesión de pobladores, de los que se obtuvieron registros fotográficos.

Con las especies registradas se elaboró una lista sistemática de acuerdo al arreglo taxonómico de Ramírez-Pulido *et al.* (2005), excepto para el Orden Soricomorpha, en el que se siguió a Carraway (2007). El nivel de endemismo se obtuvo de Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004). Para determinar la contribución de este estudio a la mastofauna de la región, se consultaron los trabajos de Goodwin (1969), Hall (1981) y Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004); así mismo se comparó con la lista de especies de Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004), considerando las subprovincias fisiográficas propuestas por García-Mendoza y Torres (1999) y los distritos político-administrativos.

Se calculó la abundancia relativa de las especies con el cociente del número de individuos capturados o registrados y el esfuerzo de muestreo (Davis y Winstead 1987; Medellín 1993). Para el caso de ejemplares de los que no fue posible determinar a nivel específico (*Bassariscus* sp. y *Sylvilagus* sp.), la abundancia se determinó hasta género. La distribución global de las especies se asignó a cuatro categorías, de acuerdo a Ceballos *et al.* (2002): compartidas con Norteamérica, compartidas con Sudamérica, compartidas con Norteamérica y Sudamérica; y si eran endémicas a Mesoamérica o endémicas a México. El grado de amenaza se obtuvo de la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT 2010) y de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2012).

Con el fin de determinar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para registrar la riqueza de mamíferos voladores, pequeños, medianos y grandes y la mastofauna total presente en el área de estudio, se utilizaron los modelos Exponencial y de Clench. El primero se utiliza para taxa bien conocidos o áreas relativamente pequeñas, en que teóricamente se puede alcanzar la asíntota en períodos de tiempo finitos (Jiménez-Valverde y Hortal 2000), mientras que el segundo está recomendado para estudios en sitios grandes y para protocolos en los que la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario es mayor cuanto más esfuerzo de muestreo se realiza (Soberón y Llorente 1993). Para obtener las curvas de acumulación de especies se usó el programa *Species Accumulation Functions* Versión Beta (CIMAT 2003). Con el objeto de eliminar el efecto del orden en que se ingresan los datos (Moreno y Halfpeter 2000), éstos se aleatorizaron previamente 100 veces con la ayuda del programa EstimateS Versión 8 (Colwell 2009).

Debido a que no se alcanzó la asíntota, se calculó el esfuerzo de colecta adicional requerido para tener representado el 95% de las especies de la zona de estudio.

Resultados

Con un esfuerzo de muestreo de 38 días, se obtuvieron un total de 501 registros de mamíferos, distribuidos en: 185 (39.92%) individuos capturados, 58 (11.57%) observaciones directas y 258 (51.49%) observaciones indirectas, que corresponden a 39 especies (Apéndice 2 y 3). De los trabajos de Goodwin (1969) y Hall (1981), se obtuvieron 20 especies, de las cuales 10 no se registraron en este estudio. La diversidad alfa acumulada de la región centro-occidente de Oaxaca es de 49 especies, que se encuentran agrupadas en 16 familias y ocho órdenes. Los órdenes mejor representados son Chiroptera (21 especies), Carnivora (10) y Rodentia (siete); las familias más numerosas corresponden a Phyllostomidae, con 15 especies y Vespertilionidae y Soricidae, con seis cada una (Apéndice 3).

Del muestreo se obtuvieron colectas que representan nuevos registros regionales: *Lasiurus cinereus* para la subprovincia Sierra Madre del Sur de Oaxaca y *Anoura geoffroyi* para los Valles Centrales (Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004). Así mismo se adicionan nueve especies al distrito de Zimatlán (*Urocyon cinereoargenteus*, *Myotis velifer*, *M. californicus*, *Lasiurus blossevillii*, *Eptesicus fuscus*, *Dermanura azteca*, *Sturnira ludovici*, *Desmodus rotundus* y *A. geoffroyi*); cinco al distrito de ETLA (*Dermanura tolteca*, *D. azteca*, *Leptonycteris yerbabuenae*, *Glossophaga soricina* y *A. geoffroyi*) y cuatro para el distrito de Sola de Vega (*M. velifer*, *M. californicus*, *L. blossevillii* y *L. cinereus*).

Además, por medio de la observación indirecta se registró por primera vez a *Puma concolor*, *Nasua narica*, *Pecari tajacu* para la subprovincia Sierra Madre del Sur de Oaxaca y *Procyon lotor* para Valles Centrales. Se registran por primera vez para el distrito de Zimatlán a *Didelphis virginiana*, *Dasyurus novemcinctus*, *Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Leopardus wiedii*, *Mustela frenata*, *P. lotor*, *Odocoileus virginianus*, *Sciurus aureogaster*; para el distrito de Sola de Vega a *C. latrans*, *U. cinereoargenteus*, *P. concolor*, *Conepatus leuconotus*, *Nasua narica*, *Pecari tajacu*, *O. virginianus* y *S. aureogaster*; y para ETLA a *D. novemcinctus*.

El tipo de vegetación con mayor número de especies registradas fue bosque de pino con 32, seguido por bosque de pino-encino y encino-pino con 21. Siete especies se registraron exclusivamente en bosque de pino (*L. cinereus*, *Sorex veraecrucis*, *M. frenata*, *Liomys irroratus*, *Leopardus wiedii*, *D. virginiana*, *N. narica* y *Reithrodontomys fulvescens*) y dos especies únicamente en chaparral (*L. yerbabuenae* y *G. soricina*). En cuanto al gradiente altitudinal, el mayor número de especies se observó entre los 2,601 a 2,800 m, con 24, seguido por el intervalo 2,201 a 2,400 m con 19 y de 2,000 a 2,200 m con 16. En las localidades por debajo de los 2,000 m se registraron 13 especies y entre los 2,801 a 3,000 m sólo ocho (Fig. 2a). En intervalos amplios (500 m), el mayor número de especies registradas se concentró entre los 2,000 m a 2,500 m (Fig. 2b).

Con base en la distribución global de las especies registradas, 17 (34.69%) tienen una distribución compartida con Norteamérica y Sudamérica (e.g. *Canis latrans*, *Puma concolor*, *Lasiurus cinereus*), nueve (18.36%) se comparten con Sudamérica (e.g. *Desmodus rotundus*, *Anoura geoffroyi*, *Chiroderma salvini*) y ocho (16.32%) con Norteamérica (e.g. *Microtus mexicanus*, *Choeronycteris mexicana*, *Myotis thysanodes*), seis (12.22%) se encuentran en Mesoamérica (e.g. *Sciurus aureogaster*, *Glossophaga leachii*, *Dermanura tolteca*) y siete (14.28%) son endémicas a México, de las cuales sólo una se distribuye exclusivamente en Oaxaca (*Cryptotis peregrina*).

De los mamíferos registrados, cinco se encuentran en la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT 2010): *L. wiedii*, como en peligro de extinción, *S. veraecrucis*, *Choeronycteris mexicana* y *L. yerbabuenae* como amenazadas, y *C. peregrina* como sujeta a protección especial. En la lista roja de la IUCN se cataloga a *L. wiedii* y *C. mexicana* como casi amenazadas y a *L. yerbabuenae* como vulnerable (IUCN 2012).

Mamíferos voladores. Con un esfuerzo de muestreo de 15,840 metros/red hora, se capturaron un total de 166 individuos de 16 especies pertenecientes a las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae. Las especies más abundantes fueron *Sturnira ludovici* y *Dermanura azteca* con 34.9 y 30.1 % del total de las capturas, y una abundancia relativa de 0.0036 y 0.0031, respectivamente. En cambio, *Chiroderma salvini* y *L.*

cinereus se capturaron en una sola ocasión, con una abundancia relativa de 0.00006 (Apéndice 3). El mayor número de especies se registró por debajo de los 2,000 m y entre 2,401 a 2,600 m, con ocho especies cada uno, seguido por los intervalos 2,001 a 2,200 m y 2,201 a 2,400 m, ambos con siete especies (Fig. 2). Los murciélagos *S. ludovici*, *D. azteca* y *A. geoffroyi* presentaron un amplio intervalo de altitud. *S. ludovici* se registró de 2,150 a 2,915 m y *D. azteca* entre 1,800 y 2,735 m, y fueron capturadas en bosque de pino y bosque de pino-encino y encino-pino; en tanto que *A. geoffroyi* se registró entre los 1,335 y 2,735 m, en zonas de bosque de pino, bosque de pino-encino, chaparral y selva baja caducifolia. En cambio, *L. yerbabuenae* y *G. leachii* se registraron únicamente a 1,800 m en chaparral y *C. salvini* a 1,335 m en selva baja caducifolia.

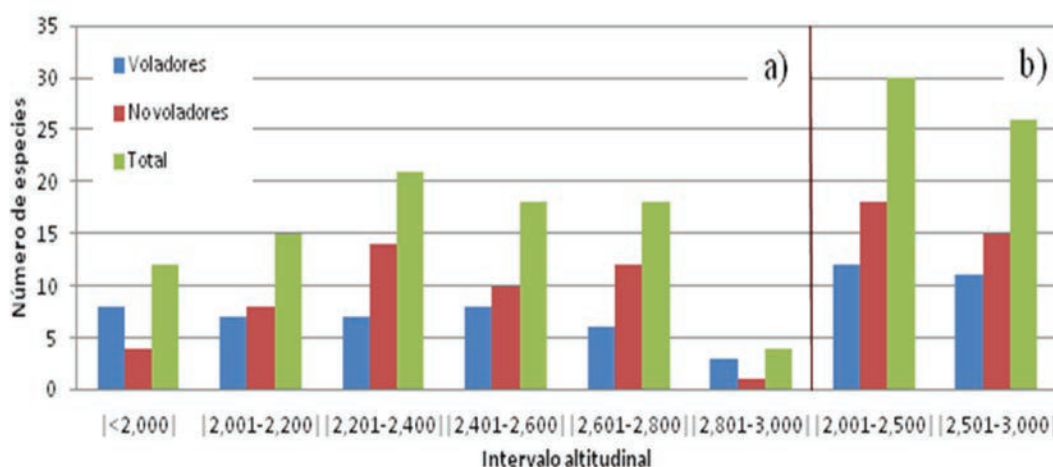


Figura 2. Número de especies de mamíferos en cada intervalo altitudinal, del centro occidente de Oaxaca. a) Intervalos a cada 200 m; b) intervalos a cada 500 m.

Pequeños mamíferos. Con un total de 1,650 trampas/noche se colectaron 12 ejemplares de musarañas, de las cuales cinco fueron *Cryptotis peregrina* en bosque de pino y en pino-encino, entre los 2,330 y 2,730 m, dos *Sorex ixtlanensis* a 2,245 y 2,420 m en bosque de pino y bosque de pino-encino, dos *S. saussurei* en bosque de pino por arriba de 2,700 m, dos *S. veraecrucis* en bosques templados y arriba de 2,245 m de altitud y una *C. parva* en bosque de pino-encino a 2,350 m. Las abundancias relativas de estas especies fueron menores de 0.00303 (Apéndice 3). Además se colectaron seis ejemplares de roedores, tres fueron *Peromyscus aztecus*, dos *Liomys irroratus* y un *Reithrodontomys fulvescens*.

Mamíferos medianos y grandes. Mediante el recorrido de 170 km de transectos, se obtuvieron 316 registros de mamíferos de talla mediana y grande, de los cuales 58 (18.35%) fueron observaciones directas de individuos y 258 (81.64%) fueron registros indirectos, que representan a 15 especies, distribuidas en 10 familias y seis ordenes. De éstos, *U. cinereoargenteus*, *O. virginianus* y *S. aureogaster* tuvieron la mayor abundancia relativa (Apéndice 3). Las especies *D. virginiana*, *M. frenata*, *P. concolor*, *L. wiedii* y *N. narica* se registraron en una sola ocasión.

Curva de acumulación de especies. Las curvas de acumulación de especies mostraron un incremento creciente que no refleja una asíntota al término del estudio tanto para el total de la mastofauna registrada como por grupo (mamíferos medianos y grandes, pequeños y voladores), por lo que aún quedan especies por añadir al listado (Fig. 3). Los

modelos de Clench y el Exponencial, estiman que para registrar el 95% de los mamíferos de la región, que corresponden a 54 y 40 especies, se requieren efectuar 227 y 32 muestreos adicionales. Los modelos de Clench y Exponencial estiman que para registrar 95% de los mamíferos de la región (54 y 40 especies, respectivamente), se requieren efectuar 227 y 32 muestreos adicionales. Con respecto a lo estimado por el modelo de Clench por grupo, se observa que existe una mayor representatividad de los mamíferos voladores (94%) seguidos por los mamíferos medianos y grandes (77%), siendo los mamíferos pequeños en los que sería necesario realizar un mayor esfuerzo de muestreo para adicionar ocho especies a las ya registradas (Tabla 1).

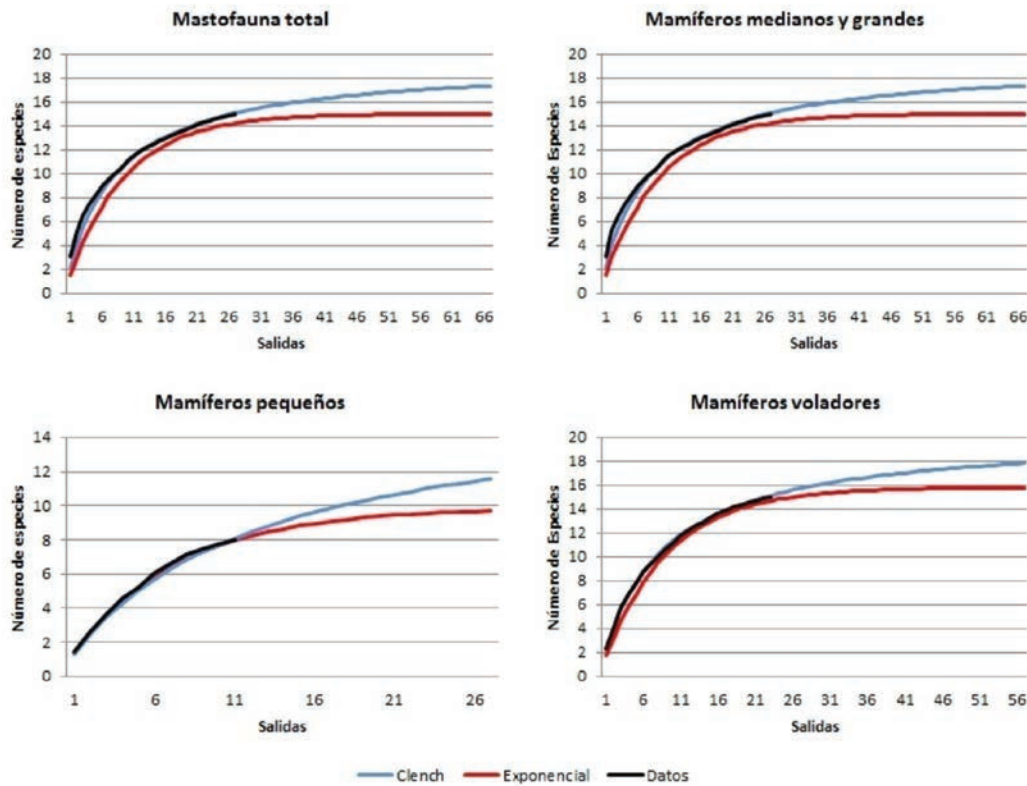


Figura 3. Curvas de acumulación de especies de la mastofauna del centro-occidente de Oaxaca, de acuerdo a los modelos de Clench y Exponencial.

Modelo		Mastofauna total	Mamíferos medianos y grandes	Mamíferos pequeños	Mamíferos voladores
Clench	Asíntota	53.70	19.34	16.36	15.81
	Muestreos	227.36	144.92	213.31	164.86
	Representatividad	70.76	77.56	48.89	94.88
Exponencial	Asíntota	40.00	15.00	8.49	18.61
	Muestreos	32.18	27.20	9.79	14.76
	Representatividad	95.00	1.00	94.20	80.59

Tabla 1. Riqueza mastofaunística estimada de la región centro-occidente de Oaxaca a partir de curvas de acumulación de especies.

Discusión

En este trabajo se reporta la presencia de 49 especies de mamíferos en el centro-occidente de Oaxaca, que representan 24.4% de las especies presentes en la entidad (201), e incrementa el conocimiento de la mastofauna en los distritos de Zimatlán, Zaachila y Sola de Vega. Además de la riqueza de especies registrada, esta región es importante por encontrarse en ella las localidades tipo de los taxa *Odocoileus virginianus oaxacensis*, *Cryptotis peregrina* y *Peromyscus megalops auritus* (Goodwin 1969).

Son escasos los estudios que incluyen bosques de coníferas en Oaxaca: Bonilla y Cisneros (1988) reportan, mediante colectas y revisión de literatura, 51 especies de mamíferos en la Sierra de San Felipe, a su vez Briones-Salas (2000) registra 68 especies en los bosques de coníferas de la Sierra Norte, ambos en la subprovincia fisiográfica Sierra Madre de Oaxaca. Peterson et al. (2004) reportan 15 especies en el Cerro Piedra Larga, en la subprovincia Montañas y Valles del Centro de Oaxaca (Ortiz-Pérez et al. 2004), lo que resalta la importancia de las colectas y registros de mamíferos obtenidos en este estudio.

El mayor número de registros de mamíferos se observó en bosque de pino (82.1%), seguido por la asociación de pino y encino (53.8%); en tanto que en chaparral (17.9%) y en selva baja caducifolia (17.9%) se registró un número bajo de especies, que puede ser el reflejo del esfuerzo de muestreo invertido en ellos. El número de especies observado en bosque de pino (32) es ligeramente mayor al registrado por Monteagudo y León-Paniagua (2002) en la Sierra Gorda de Querétaro (30), al igual que la riqueza observada en bosque de pino-encino (21) en relación al reportado por Monroy-Vilchis et al. (2011) en la Sierra de Nanchititla (19), pero menor a la registrada por Vargas-Contreras y Hernández-Huerta (2001) en la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas en bosque de encino-pino, con 24 especies. El mayor número de especies reportado en este tipo de vegetación corresponde a La Sepultura, con 54 (Monteagudo y León-Paniagua 2002).

En un contexto biogeográfico global, la región se encuentra en la zona de transición mexicana (Morrone 2004). Se caracteriza por el intercambio de taxa de afinidades Neárticas y Neotropicales, lo que explica la composición de especies de la región centro-occidente de Oaxaca, con una mayor presencia de especies de distribución compartida con Norteamérica y Sudamérica (34.7%). El resto es una combinación de especies con distribución en Sudamérica o en Norteamérica (18.4% y 16.3%, respectivamente) y especies endémicas a México (14.3%).

Los cambios en la riqueza de especies de mamíferos a lo largo de gradientes altitudinales demuestran una disminución en el número de especies con la elevación, siendo esta tendencia más clara en los mamíferos voladores que en los no voladores (Brown 2001; Sánchez-Cordero 2001; Monteagudo y León-Paniagua 2002). Se obtuvo que la mayor riqueza de mamíferos voladores y no voladores se registró entre los 2,000 a 2,500 m con 30 especies. En contraparte, en la Sierra Norte de Oaxaca, el intervalo altitudinal de 2,500 a 3,000 m ocupó el segundo lugar en riqueza, con 38 especies (Briones-Salas 2000).

En este trabajo la mayor riqueza de mamíferos no voladores se observó en un intervalo de elevación de 2,000 a 2,500 m con 18 especies, mientras que para la Sierra Norte

de Oaxaca fue de 28 especies (Briones-Salas 2000). En dos transectos en el oeste de Oaxaca (Sierra Mazateca y Sierra Mixteca), la mayor riqueza de murciélagos se registro a 1,850 m (bosque de pino-encino con 11 especies) y de 750 a 1,050 m (bosque tropical subcaducifolio con 15), y que en general decrece en elevaciones mayores (Sánchez-Cordero 2001). Para los murciélagos del centro-occidente de Oaxaca, la mayor riqueza de murciélagos se observó en altitudes menores de 2,000 m y en el intervalo 2,401 a 2,600 m, ambos con 8 especies, disminuye a seis entre 2,001 a 2,800 m y a tres entre 2,800 a 3,000 m. Al considerar intervalos más amplios, la riqueza entre los 2,000 a 2,500 m es de 12 especies, y de 11 entre 2,500 a 3,000 m, que contrasta con lo reportado por Briones-Salas (2000), en la Sierra Norte, donde la mayor riqueza se presentó entre los 1,001 a 1,500 m (17), disminuyendo hasta los 2,500 m con menos de cinco especies, para aumentar a 10 especies entre los 2,501 m a 3,000 m (Briones-Salas 2000). Sin embargo, los patrones de riqueza de especies a lo largo de gradientes altitudinales pueden ser explicados por factores ligados, que operan a una escala global, como el gradiente latitudinal, las condiciones climáticas o biogeográficos (Patten 2004; Stevens 2004), y a escala local, como el tipo y estructura del hábitat (Sánchez-Cordero 2001; Willing *et al.* 2003; López-González *et al.* 2012) y el efecto del área (Romdal y Grytnes 2007).

La riqueza de especies registrada no es concluyente y con el uso de técnicas complementarias (e.g. cámaras-trampa, detector acústico) será posible registrar especies de hábitos críticos o que no suelen ser capturadas con los métodos aquí utilizados.

En esta región sólo existe un área de conservación reconocida oficialmente (Área de Conservación de San Felipe Tejalapam; Ortega del Valle *et al.* 2010). El interés de las comunidades locales por conservar sus bosques se manifiesta en las actividades que realizan para la restauración y el buen manejo forestal, en la restricción de la cacería y en la participación de programas de pago por servicios ambientales (Chávez 2009), lo que favorece a las poblaciones de mamíferos de la región. Esto es particularmente importante para las cinco especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059 y para las especies endémicas, como *Cryptotis peregrina*, cuya distribución conocida se limita a esta región y a una montaña en el sur de la región de la Mixteca (Woodman y Timm 2000; Carraway 2007).

Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades comunales y municipales de los núcleos agrarios de la Unidad de Manejo Forestal No. 2012 por el interés en el conocimiento y protección de la fauna en sus bosques y que dio origen a este estudio. Al gobierno del Estado de Oaxaca por el financiamiento aportado a través del Programa de Conservación Comunitaria de la Biodiversidad (COINBIO). A L. Ricardez por el interés en éste estudio y el apoyo logístico. N. Chávez, J. Aragón, C. Rodríguez y A. Sánchez por su colaboración en campo. M. C. Lavariega agradece a los programa de becas de CONACYT (No. 293534) y PIFI-IPN (No. 20110236), por el apoyo económico.

Literatura citada

ALFARO, A. M., J. L. GARCÍA-GARCÍA, Y A. SANTOS-MORENO. 2005. The False Vampire Bat, *Vampyrum spectrum*, in Oaxaca, México. *Bat Research News* 46:145-146.

- ÁLVAREZ, T., S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, Y J. C. LÓPEZ-VIDAL.** 1994. Claves para los murciélagos mexicanos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.-Instituto Politécnico Nacional. La Paz, México.
- ANTA, S.** 2004. Forest certification in Mexico. Pp. 407-434 in *Confronting sustainability: forest certification in developing and transitioning countries* (Cashore, B., F. Meidinger, y D. Newsom, eds.). Yale School of Forestry and Environmental Studies, Yale, EE.UU.
- ARANDA, M.** 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México.
- BINFORD, L. C.** 1989. A distributional survey of the state of Oaxaca. *Ornithological Monographs* 43:1-428.
- BONILLA, C., Y E. CISNEROS.** 1988. La fauna de la Sierra de San Felipe: conocimiento actual. Cuadernos de Investigación 12, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.
- BOTELLO, F., P. ILLOLDI-RANGEL, M. LINAJE, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2007. New record of the Rock squirrel (*Spermophilus variegatus*) in the state of Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 52:326-328.
- BRIONES-SALAS, M. A.** 2000. Los mamíferos de la region Sierra Norte de Oaxaca, México. Informe final del proyecto R104, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Oaxaca, México.
- BRIONES-SALAS, M., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2004. Mamíferos. Pp. 423-447 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García, A. J., M. J. Ordóñez, y M. Briones, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Oaxaca, México.
- BROWN, J. H.** 2001. Mammals on mountain sides: elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography* 10:101-109.
- CARRAWAY, L. N.** 2007. Shrews (Eulypotyphla: Soricidae) of Mexico. *Monographs of the Western North American Naturalist* 3:1-91.
- CEBALLOS, G., J. ARROYO-CABRALES, Y R. MEDELLÍN.** 2002. The mammals of Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Occasional Papers, Texas Tech University* 218:1-27.
- CIMAT (CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS A. C.).** 2003. Species Accumulation Functions. Versión Beta. Guanajuato, México.
- CHÁVEZ, E.** 2009. Estudio regional forestal de la Unidad de Manejo Forestal Regional No. 2012, Sierra Sur, Zimatlán, Sola de Vega, Valles Centrales. Gobierno del Estado de Oaxaca, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Profesionales de Servicios Técnicos forestales de Oaxaca A.C.-Comité de Recursos Naturales Sierra Sur, Zimatlán, Sola de Vega Valles Centrales A. C. Oaxaca, México.
- COLWELL, R. K.** 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8. Connecticut, EE.UU.
- DAVIS, D. E., Y R. L. WINSTEAD.** 1987. Estimación de tamaños de poblaciones de vida silvestre. Pp. 233-281 in *Manual de tecnicas de gestión de vida silvestre* (Rodríguez-Tarrés, R., ed.). The Wildlife Society. Washington D. C., EE.UU.

- ESCALANTE, T., D. ESPINOSA, Y J. J. MORRONE. 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 87:47-65.
- GARCÍA-GARCÍA, J. L., A. SANTOS-MORENO, A. ALFARO, Y A. SOTO-CENTENO. 2007. Notheworthy records of *Eptesicus fuscus* from Oaxaca, Mexico. *Bat Research News* 48:5-6.
- GARCÍA-MENDOZA, A., Y R. TORRES. 1999. Estado actual del conocimiento sobre la flora de Oaxaca. Pp. 49-86 in *Vegetación y Flora, serie Sociedad y Naturaleza* (Vázquez-Dávila, M., ed.). Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Carteles Editores. Oaxaca, México.
- 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* 141:1-318.
- GUEVARA, L. M., R. LÓPEZ-WILCHIS, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO. 2001. 105 años de investigación mastozoológica en México (1890-1995): una revisión de sus enfoques y tendencias. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 83:35-72.
- HALL, E. R. 1981. *Mammals of North America*. John Wiley and Sons, New York, EE.UU.
- ILLOLDI-RANGEL, P., T. FULLER, M. LINAJE, C. PAPPAS, V. SÁNCHEZ-CORDERO, Y S. SARKAR. 2008. Solving the maximum representation problem to prioritize areas for the conservation of terrestrial mammals at risk in Oaxaca. *Diversity and Distributions* 14:493-508.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA). 2000. *Climas*. Mapa vectorial. Escala 1:1000,000.
- INEGI-IGUNAM-INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA- INSTITUTO DE GEOGRAFÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA). 2000. *Inventario Nacional Forestal*. Mapa vectorial. Escala 1:250,000.
- IUCN (UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA). 2012. Red list of threatened species. (en línea; fecha de consulta Agosto de 2012). www.iucnredlist.org
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A., Y J. HORTAL. 2000. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- LIRA, I., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO. 2006. Nuevo registro de *Conepatus semistriatus* Boddaert, 1784 (Carnivora: Mustelidae), México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 22:119-121.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, C., S. J. PRESLEY, A. LOZANO, R. D. STEVENS, Y C. L. HIGGINS. 2012. Metacommunity analysis of Mexican bats: environmentally mediated structure in an area of high geographic and environmental complexity. *Journal of Biogeography* 39:177-192.
- LORENZO, C., S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, E. ARELLANO, J. ARROYO-CABRALES, J. BOLAÑOS, M. BRIONES-SALAS, F. A. CERVANTES, J. CHABLÉ-SANTOS, L. CORRAL, M. CORTÉS, P. CORTÉS-CALVA, M. PAZ-CUEVAS, C. ELIZALDE-ARELLANO, E. ESCOBEDO-CABRERA, E. ESPINOZA, E. ESTRELLA, J. P. GALLO-REYNOSO, H. A. GARZA-TORRES, A. G. CHRISTEN, F. X. GONZÁLEZ-CÓZATL, R. M. GONZÁLEZ-MONROY, N. GONZÁLEZ-RUIZ, D. GUZMÁN, A. F. GUZMÁN, S. F. HERNÁNDEZ-BETANCOURT, Y. HORTELANO-MONCADA, L. I. IÑIGUEZ, A. JIMÉNEZ-

- GUZMÁN, Y. N. KANTUM, L. LEÓN-PANIAGUA, C. LÓPEZ-GONZÁLEZ, J. H. LÓPEZ-SOTO, J. C. LÓPEZ-VIDAL, N. MARTIN, J. MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, S. M. A. MEJENES-LÓPEZ, B. MORALES-VELA, R. MUÑIZ-MARTÍNEZ, J. A. NIÑO-RAMÍREZ, A. NÚÑEZ-GARDUÑO, C. POZO, J. RAMÍREZ-PULIDO, O. G. RETANA, I. RUAN, C. I. SELEM, J. VARGAS, Y M. Á. ZÚÑIGA-RAMOS.** 2012. Los mamíferos de México en las colecciones científicas de Norteamérica. *Therya* 3:239-262.
- MARGULES, C. R., Y S. SARKAR.** 2007. Planeación sistemática de la conservación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.
- MEDELLÍN, R. A.** 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.A., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología. Distrito Federal, México.
- MEDELLÍN, R. A., E. T. ARITA, Y O. SÁNCHEZ-HERRERA.** 1997. Identificación de los murciélagos de México: clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Distrito Federal, México.
- MONROY-VILCHIS, O., M. M. ZARCO-GONZÁLEZ, J. RAMÍREZ-PULIDO, Y U. AGUILERA-REYES.** 2011. Diversidad de mamíferos de la Sierra Nanchititla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:237-248.
- MONTEAGUDO, D., Y L. LEÓN-PANIAGUA.** 2002. Estudio comparativo de los patrones de riqueza altitudinal de especies en mastofaunas de áreas montañosas mexicanas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 6:60-82.
- MORENO, C. E., Y G. HALFFTER.** 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37:149-158.
- MORRONE, J. J.** 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia* 48:149-162.
- NARANJO, E., C. LORENZO, Y A. HORVATH.** 2005. La diversidad de mamíferos de Chiapas. Pp. 221-264 in *La diversidad biológica de Chiapas* (González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, y L. Ruíz-Montoya, coords.). Ed. Plaza y Valdés, Colegio de la Frontera Sur, Tuxtla Gutiérrez, México.
- ORTEGA DEL VALLE, D., G. SÁNCHEZ, C. SOLANO, M. A. HUERTA, V. MEZA, Y C. GALINDO-LEAL.** 2010. Áreas de conservación certificadas en el estado de Oaxaca. World Wildlife Fund-Comision Nacional de Areas Naturales Protegidas-Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Oaxaca, México.
- ORTIZ-PÉREZ, M. A., J. R. HERNÁNDEZ-SANTANA, Y J. M. FIGUEROA.** 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. Pp. 43-54 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García, A. J., M. J. Ordóñez, y M. Briones, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Oaxaca, México.
- PATTEN, M. A.** 2004. Correlates of species richness in North American bat families. *Journal of Biogeography* 31:975-985.
- PATTERSON, B. D.** 2002. On the continuing need for scientific collecting of mammals. *Mastozoología Neotropical* 9:253-262.

- PETERSON, A. T., L. CANSECO-MÁRQUEZ, J. L. CONTRERAS, G. ESCALONA, O. FLORES-VILLELA, J. GARCÍA-LÓPEZ, B. HERNÁNDEZ-BAÑOS, C. A. JIMÉNEZ, L. LEÓN-PANIAGUA, S. MENDOZA, A. NAVARRO-SIGÜENZA, V. SÁNCHEZ-CORDERO, Y D. E. WILLARD. 2004. A preliminary biological survey of the Cerro Piedra Larga, Oaxaca, Mexico: birds, mammals, reptiles, amphibians, and plants. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 75:439-466.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., J. ARROYO-CABRALES, Y A. CASTRO-CAMPILLO. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 21:21-82.
- REDONDO, R. A., L. P. BRINA, R. F. SILVA, A. D. DITCHFIELD, Y F. R. SANTOS. 2008. Molecular systematics of the genus *Artibeus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 49:44-58.
- REEDER, D. M., K. M. HELGEN, Y D. E. WILSON. 2007. Global trends and biases in new mammal species discoveries. *Occasional Papers, Texas Tech University* 269:1-36.
- ROMDAL, T. S., Y J. A. GRYTNES. 2007. An indirect area effect on elevational species richness patterns. *Ecography* 30:440-448.
- SÁNCHEZ-CORDERO, V. 2001. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography* 10:63-76.
- SANTOS-MORENO, A., S. G. OROZCO, Y E. P. CRUZ. 2010. Records of bats from Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 55:454-456.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 diciembre de 2010:1-77.
- SOBERÓN, J., Y J. LLORENTE. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488.
- STERLING, K. B. 1991. Two pioneering american mammalogist in Mexico: the field investigations of Edward William Nelson and Edward Alphonso Goldman, 1892-1906. Pp. 33-47 in *Latin American Mammalogy: history, biodiversity, and conservation* (Mares, M. A., y D. J. Schmidly, eds.). University of Oklahoma Press, Oklahoma, EE.UU.
- STEVENS, R. D. 2004. Untangling latitudinal richness gradients at higher taxonomic levels: familial perspectives on the diversity of New Worlds bat communities. *Journal of Biogeography* 31:665-674.
- TREJO, I. 2004. Clima. Pp. 67-85 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García, A. J., M.J. Ordóñez, y M. Briones, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Oaxaca, México.
- TORRES-COLÍN, R. 2004. Tipos de vegetación. Pp. 105-117 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García, A. J., M.J. Ordóñez, y M. Briones, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Oaxaca, México.
- VALLEJO, R. M., Y F. X. GONZÁLEZ-CÓZATL. 2012. Phylogenetic affinities and species limits within the genus *Megadontomys* (Rodentia: Cricetidae) based on mitochondrial

sequence data. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 50:67-75.

VARGAS-CONTRERAS, J. A., y A. HERNÁNDEZ-HUERTA. 2001. Distribución altitudinal de la mastofauna en la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 82:83-100.

WILLING, M. R., B. D. PATTERSON, y R. D. STEVENS. 2003. Patterns of range size, richness, and body size in the Chiroptera. Pp. 580-621 in *Bat ecology* (Kunz, T. H., y M. B. Fenton, eds.). University of Chicago Press, Chicago, EE.UU.

WOODMAN, N., y R. M. TIMM. 2000. Taxonomy and evolutionary relationships of Phillips small-eared shrew, *Cryptotis phillipsii* (Schaldach, 1966), from Oaxaca, Mexico (Mammalia: Insectivora: Soricidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 113:339-355.

Sometido: 20 de septiembre de 2012

Revisado: 15 de octubre de 2012

Aceptado: 8 de noviembre de 2012

Editor asociado: Consuelo Lorenzo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Apéndice 1

Localidades de colecta y registro de mamíferos en el centro-occidente de Oaxaca, México. Tipo de vegetación (TP): BP, bosque de pino; BPE, bosque de pino-encino; BEP, bosque de encino-pino; SBC, selva baja caducifolia; CH, chaparral. Región fisiográfica (RF): VC, Valles Centrales; SMSO, Sierra Madre del Sur de Oaxaca; MA, Mixteca Alta.

Apéndice 2

Especímenes colectados en el centro-occidente de Oaxaca.

Peromyscus aztecus: 3.7 km NO Santa María Lachixío (4634, OAX.MA); 6.9 km SSO Zapotitlán del Río (4635, 4636, OAX.MA).

Reithrodontomys fulvescens: 5.2 km E San Antonino El Alto (4637, OAX.MA).

Liomys irroratus: 6.9 km SSO Zapotitlán del Río (4638, 4639, OAX.MA).

Urocyon cinereoargenteus: 5.4 km NE San Antonino El Alto (4640, OAX.MA).

Cryptotis parva: 1 km E San Antonino El Alto (4641, OAX.MA).

Cryptotis peregrina: 10.5 km NO Santa María Lachixío (4642, OAX.MA); 4.3 km O Santa María Lachixío (4643, 4644, OAX.MA); 6.9 km SSO Zapotitlán del Río (4645, OAX.MA); 9.4 km N Santiago Textitlán (4646, OAX.MA).

Sorex saussurei: 11.1 km SOO Santa María Lachixío (4649, OAX.MA); 10.5 km NO Santa María Lachixío (4650, OAX.MA).

Sorex veraecrucis: 12.11 km SSE Santiago Tenango (4651, 4652, OAX.MA).

Sorex ixtlanensis: 10.62 km SE San Andrés Nuxiño (4647, OAX.MA); 3.9 km SE Magdalena Mixtec (4648, OAX.MA).

Glossophaga soricina: 3.63 km NE San Jerónimo Sosola (4655, 4656, OAX.MA).

Glossophaga leachii: 14.2 km NE Santiago Textitlán (4653, 4654, OAX.MA).

Leptonycteris yerbabuena: 3.63 km NE San Jerónimo Sosola (4657, 4658, OAX.MA).

Anoura geoffroyi: 7.3 km NO San Antonino El Alto (4659, OAX.MA); 4.3 km O Santa María Lachixío (4660, OAX.MA); 6 km E San Vicente Lachixío (4661, OAX.MA); 5.9 km SE San Vicente Lachixío (4662, OAX.MA); 0.3 km SE San Francisco Cahuacua (4663, 4664, OAX.MA); 3.63 km NE San Jerónimo Sosola (4665, OAX.MA); 11.62 km SE San Andrés Nuxiño (4666, 4667, 4667, OAX.MA); 3.9 km SE Magdalena Mixtec (4669, OAX.MA).

Sturnira ludovici: 7.3 km NO San Antonino El Alto (4673, OAX.MA); 5.2 km E San Antonino El Alto (4674, OAX.MA); 10 km E Santiago Textitlán (4675-4678, OAX.MA); 3.7 km NO Santa María Lachixío (4679, OAX.MA); 4.3 km O Santa María Lachixío (4680-4682, OAX.MA); 5.9 km SE San Vicente Lachixío (4683-4684, OAX.MA); 15.18 km SO Santo Domingo Nuxaa (4685-4686, OAX.MA); 10.62 km SE San Andrés Nuxiño (4688, OAX.MA); 12.11 km SSE Santiago Tenango (4689, OAX.MA); 4.4 km NE Santiago Textitlán (4690-4693, OAX.MA); 14.2 km NE Santiago Textitlán (4694-4696, OAX.MA); 9.4 km N Santiago Textitlán (4697-4699, OAX.MA).

Dermanura azteca: 7.3 km NO San Antonino El Alto (4701, OAX.MA); 3.7 km NO Santa María Lachixío (4702, OAX.MA); 4.3 km O Santa María Lachixío (4703, OAX.MA).

MA); 6 km E San Vicente Lachixío (4704, 4705, OAX.MA); 5.9 km SE San Vicente Lachixío (4706, 4707, OAX.MA); 3.63 km NE San Jerónimo Sosola (4708-4710, OAX.MA).

Dermanura tolteca: 6.9 km SSO Zapotitlán del Río (4711, OAX.MA); 0.3 km SE San Francisco Cahuacua (4712, OAX.MA); 15.18 km SO Santo Domingo Nuxaa (4713, OAX.MA).

Lasiurus blossevillii: 5.2 km E San Antonino El Alto (4714, OAX.MA).

Lasiurus cinereus: 4.4 km NE Santiago Textitlán (4715, OAX.MA).

Eptesicus fuscus: 5.2 km E San Antonino El Alto (4716, OAX.MA); 3.7 km NO Santa María Lachixío, (4717, OAX.MA); 4.3 km O Santa María Lachixío (4718, OAX.MA); 4.4 km NE Santiago Textitlán (4719, OAX.MA).

Myotis californicus: 10.5 km NO Santa María Lachixío (4720, OAX.MA); 3 km SE Zapotitlán del Río (4721, OAX.MA); 12.11 km SSE Santiago Tenango (4722, OAX.MA); 4.4 km NE Santiago Textitlán (4723, 4724, OAX.MA).

Myotis thysanodes: 10.5 km NO Santa María Lachixío (4725, OAX.MA); 1 km E San

No.	Localidad	Coordenadas geográficas	TV	RF
1	5.9 km SE San Vicente Lachixío, 2,150 m.	16.6854° N -96.9662° O	BPE	VC
2	3.1 km NO Magdalena Mixtepec, 2,157 m.	16.9090° N -96.9306° O	BPE	VC
3	6 km E San Vicente Lachixío, 2,160 m.	16.7018° N -96.9613° O	BPE	VC
4	3.7 km NO Santa María Lachixío, 2,400 m.	16.7606° N -97.0270° O	BPE	VC
5	3.9 km SE Magdalena Mixtepec, 2,425 m.	16.8704° N -96.8785° O	BP	VC
6	7.3 km NO San Antonino El Alto, 2,740 m.	16.8752° N -97.0547° O	BP	VC
7	5.4 km NE San Antonino El Alto, 2,770 m.	16.8602° N -97.0047° O	BP	VC
8	4.3 km NO Magdalena Mixtepec, 2,785 m.	16.9341° N -96.9142° O	BP	VC
9	5.2 km E San Antonino El Alto, 2,915 m.	16.8160° N -96.9761° O	BP	VC
10	0.3 km SE San Francisco Cahuacua, 1,335 m.	16.8935° N -97.3052° O	SBC	SSMO
11	3 km SE Zapotitlán del Río, 1,410 m.	16.8638° N -97.2125° O	SBC	SSMO
12	14.2 km NE Santiago Textitlán, 2,120 m.	16.7885° N -97.1719° O	BEP	SSMO
13	4.3 km O Santa María Lachixío, 2,330 m.	16.7293° N -97.0600° O	BEP	SSMO
14	1 km E San Antonino El Alto, 2,350 m.	16.7953° N -97.1505° O	BEP	SSMO
15	9.4 km N Santiago Textitlán, 2,550 m.	16.7768° N -97.2620° O	BPE	SSMO
16	10 km E Santiago Textitlán, 2,355 m.	16.6959° N -97.1647° O	BP	SSMO
17	10.8 km NO Santiago Textitlán, 2,360 m.	16.7850° N -97.2893° O	BP	SSMO
18	6.9 km SSO Zapotitlán del Río, 2,385 m.	16.8125° N -97.2464° O	BP	SSMO
19	4.4 km NE Santiago Textitlán, 2,600 m.	16.7121° N -97.2238° O	BP	SSMO
20	8.7 km S Zapotitlán del Río, 2,710 m.	16.7965° N -97.2467° O	BP	SSMO
21	10.5 km NO Santa María Lachixío, 2,730 m.	16.7564° N -97.1141° O	BP	SSMO
22	11.1 km SSO Santa María Lachixío, 2,740 m.	16.7218° N -97.1237° O	BP	SSMO
23	3.6 km NE San Jerónimo Sosola, 1,800 m.	17.3966° N -97.0220° O	CH	MA
24	3.1 km E Santo Domingo Nuxaa, 2,195 m.	17.2190° N -97.0912° O	BEP	MA
25	10.6 km SE San Andrés Nuxiño, 2,246 m.	17.2141° N -97.0081° O	BPE	MA
26	11.6 km SE San Andrés Nuxiño, 2,440 m.	17.2055° N -97.0014° O	BPE	MA
27	12.1 km SSE Santiago Tenango, 2,270 m.	17.2154° N -96.9951° O	BP	MA
28	15.2 km SO Santo Domingo Nuxaa, 2,590 m.	17.1612° N -96.9914° O	BP	MA

Antonino El Alto (4726, 4727, OAX.MA).

Myotis velifer: 11.1 km SOO Santa María Lachixío (4728, OAX.MA); 5.9 km SE San Vicente Lachixío (4729-4731, OAX.MA).

Apéndice 3

Lista taxonómica de las especies de mamíferos registradas en el centro-occidente de Oaxaca, México. Arreglo sistemático de acuerdo a Ramírez-Pulido *et al.* (2005), excepto Soricomorpha, que corresponde a Carraway (2007). Tipo de registro: OD, observación directa; HU, huellas; EX, heces; C, captura; RL, revisión de literatura. Distribución: AM, compartida con Norteamérica y Sudamérica; NA, compartida solo con Norteamérica; SA, compartida solo con Sudamérica; MA, endémica a Mesoamérica; MX, endémica a México. Tipo de vegetación: BP, bosque de pino; BPE, bosque de pino-encino; BEP, bosque de encino-pino; SBC, selva baja caducifolia; CH, chaparral.

*Goodwin (1969); + Hall (1981).

Continúa siguiente página...

ORDEN Familia	Nombre científico	Nombre común	Localidad	Tipo de registro	Abundancia relativa	Distribución	Tipo de vegetación	Altitud
DIDELPHIMORPHIA								
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	Tlacuache	21	OD,HU	0.00588	AM	BP	2730
CINGULATA								
Dasipodidae	<i>Dasyops novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Armadillo	27,2,8	OD,HU	0.09411	AM	BP, BPE	2155-2785
LAGOMORPHA								
Leporidae	<i>Sylvilagus</i> sp.	Conejo	6,7,16,17	OD	0.08235		BP	2355-2915
RODENTIA								
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier, 1829	Ardilla gris	6,7,3,18,28, 26,27,5,2,19,20	OD	0.23529	MA	BP, BPE	2155-2915
Cricetidae								
	<i>Peromyscus aztecus</i> (Saussurei, 1860) ⁺	Ratón	14,18	C,RL	0.01250	MA	BP, BPE	2385, 2400
	<i>Peromyscus megalops</i> Merriam, 1898 ^{**}			RL		MX		
	<i>Reithrodontomys fulvescens</i> (J. A. Allen, 1894)	Ratón	9	C	0.00416	NA	BP	2915
	<i>Sigmodon leucotis</i> Bailey, 1902 ^{**}	Ratón		RL		MX		
	<i>Microtus mexicanus</i> (de Saussure, 1861) ⁺	Ratón		RL		NA		
Geomysidae								
	<i>Liomys irroratus</i> (Gray, 1868)	Ratón de abazones	18	C	0.00833	NA	BP	2385
CARNIVORA								

ORDEN Familia	Nombre científico	Nombre común	Localidad	Tipo de registro	Abundancia relativa	Distribución	Tipo de vegetación	Altitud
Felidae	<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	León de montaña, puma	18,17	HU,EX	0.01176	AM	BP	2385-2525
	<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	Tigrillo	6	HU	0.01176	AM	BP	2740
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	Zorra gris, costoche	6,7,16,4,3,1,18,1 1,23,28,24,26,27 ,5,2,19,20	HU,EX,OD	0.67058	AM	BP, BPE, BEP, CH, SBC	1410-2915
	<i>Canis latrans</i> Say, 1823	Coyote	6,28,24,8,20	OD,EX	0.07058	NA	BP	2195-2785
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831	Comadreja	16	OD	0.00588	AM	BP	2355
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)	Zorrillo	1,11	HU,OD	0.00588	NA	BPE, SBC	1410, 2150
	<i>Mephitis macroura</i> Lichtenstein, 1832**	Zorrillo		RL		AM		
Procyonidae	<i>Bassariscus</i> sp.	Cacomixtle, cola pinta	6,16,4,1,18, 10,2,8,20	OD,EX	0.11176		BP, BPE, SBC	1335-2785
	<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	Tejón	19	OD	0.00588	AM	BP	2604
	<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Mapache, comadreja	6,7,16,1, 2,8,19,20	EX,HU	0.20000	AM	BP, BPE	2150-2785
SORICOMORPHA								
Soricidae	<i>Cryptotis parva</i> (Say, 1823)	Musaraña	12	C	0.00060	NA	BEP	2350
	<i>Cryptotis peregrina</i> (Merriam, 1895)**	Musaraña	21,13,18,15	C,RL	0.00303	MX	BP, BPE, BEP	2330-2730

ORDEN Familia	Nombre científico	Nombre común	Localidad	Tipo de registro	Abundancia relativa	Distribución	Tipo de vegetación	Altitud
	<i>Sorex saussurei</i> Merriam, 1892	Musaraña	22,21	C	0.00120	MX	BP	2730, 2740
	<i>Sorex ventralis</i> Merriam, 1895**	Musaraña		RL		MX		
	<i>Sorex veracrucis</i> Jackson, 1925	Musaraña	5	C	0.00120	MX	BP	2270
	<i>Sorex txatlanensis</i> Carraway, 2007	Musaraña	25,5	C	0.00120	MX	BPE, BP	2245, 2420
CHIROPTERA								
Phyllostomidae								
1810*	<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy St.-Hilaire,	Murciélago vampiro	1,5,19	C	0.00031	SA	BP, BPE	2150-2604
	<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	Murciélago nectarívoro	23	C	0.00018	SA	CH	1800
	<i>Glossophaga leachii</i> (Gray, 1844)*	Murciélago nectarívoro	12	C,RL	0.00012	MA	BEP	2120
1940*	<i>Leptonycteris yerbabuena</i> Martínez y Villa-R,	Murciélago nectarívoro	23	C	0.00063	AM	CH	1800
	<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	Murciélago nectarívoro	6,13,3,1,10, 23,26,5	C	0.00069	SA	BP, BPE, BE, CH, SBC	1335-2735
	<i>Choeronycteris mexicana</i> Tschudi, 1844	Murciélago nectarívoro	23,24	C	0.00018	NA	BEP, CH	1800, 2195
	<i>Carollia subrufa</i> (Hahn, 1905)*	Murciélago		RL		MA		
	<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy St. Hilaire, 1810)*	Murciélago		RL		SA		
	<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924*	Murciélago	6,9,16,4,13,3, 1,28,25,27,12,15	C,RL	0.00366	SA	BP, BPE, BEP	2150-2915
	<i>Chiroderma salvini</i> Dobson, 1878	Murciélago	10	C	0.00006	SA	SBC	1335
	<i>Chiroderma villosum</i> Peters, 1860**	Murciélago		RL		SA		

ORDEN Familia	Nombre científico	Nombre común	Localidad	Tipo de registro	Abundancia relativa	Distribución	Tipo de vegetación	Altitud
Vespertilionidae	<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821*	Murciélago		RL		SA		
	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)*	Murciélago		RL		SA		
	<i>Dermanura azteca</i> (Andersen, 1906)*	Murciélago	6,4,13,3,1, 23	C,RL	0.00315	MA	BP, BPE, BEP, CH	1800-2735
	<i>Dermanura tolteca</i> (de Saussure, 1860)*	Murciélago	18,10,28	C, RL	0.00018	MA	BP, SBC	1335-2591
1842)	<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson y Garnot, 1826)	Murciélago rojo	9,15	C	0.00012	AM	BP, BPE	2550, 2915
	<i>Lasiurus cinereus</i> (Paisot de Beavis, 1796)	Murciélago cenizo	19		0.00006	AM	BP	2604
	<i>Eptesicus fuscus</i> (Palisot de Beauvois, 1796)*	Murciélago insectívoro	9,4,13,19	RL	0.00025	AM	BP, BPE	2400-2915
	<i>Myotis californicus</i> (Audubon y Bachman, 1842)	Murciélago insectívoro	16,21,11,27,19	C	0.00031	AM	BP, SBC	1410-2730
ARTIODACTYLA	<i>Myotis thysanodes</i> Miller, 1897	Murciélago insectívoro	21,14	C	0.00018	NA	BP, BEP	2350, 2730
	<i>Myotis velifer</i> (J. A. Allen, 1890)	Murciélago insectívoro	7,1	C	0.00025	AM	BP, BPE	2150, 2740
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	Pecarí de collar	18,17,19	HU	0.04117	AM	BP	2385-2525
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)**	Venado cola blanca	6,7,4,3,1, 17,23, 28,27,4,2,19,20	HU,OD,RL	0.27058	AM	BP, BPE, CH	1800-2915

Frugivory diet of the lesser long-nosed bat (*Leptonycteris yerbabuenae*), in the Tehuacán Valley of central Mexico

Alberto Rojas-Martínez^{1*}, Héctor Godínez-Alvarez², Alfonso Valiente-Banuet³,
Ma. del Coro Arizmendi² and Otilio Sandoval Acevedo¹

Abstract

The lesser long nosed bat *Leptonycteris yerbabuenae* (Phyllostomidae: Glossophaginae), is a migratory species highly specialized for nectar and pollen consumption. Although they can consume fruits of columnar cactus (Family Cactaceae, tribes Pachicereeae and Cereeae), this habit has not been studied sufficiently to know the importance of this frugivory. Available information shows that this bat can consume actively fruit of columnar cactus, and indeed seven of these fruits have been cited as part of their diet in North America. Nevertheless, it is unknown whether other cactus fruits are edible for them. In Tehuacán Valley, located in south central México *L. yerbabuenae* co-occur with 21 species of cactus that produce sweet, juicy and soft fruits, with small seeds appropriate to be eaten by the long-nosed bat. We conducted one study to determine the identity of cacti fruits eaten by *L. yerbabuenae*, through the identification of seeds deposited as guano and obtained in the Obispo cave (municipality of Santiago Chazumba, Oaxaca). Seeds of all species of cactus that inhabit Tehuacan Valley were identified in guano. We recollected 31,895 seeds inside the cave, but more than the 84% corresponded to four species of cacti seeds: *Isolatocereus dumortieri*, *Stenocereus pruinosus*, *Stenocereus stellatus* and *Neobuxbaumia macrocephala*. The species *Escontria chiotilla*, *Pachocereus hollianus*, *Hilocereus undatus*, *Pachocereus fulviceps* and *Stenocereus treleasei*, were rare and they had less than 20 seeds in the sample. So results obtained suggest that *L. yerbabuenae*, may eat fruits as an important part of its diet, and probably serves as an important disperser of columnar cactus in dry environments of South Central Mexico.

Key words: Obispo cave, cactus fruits, *Leptonycteris yerbabuenae*, cactus fruit resources

Resumen

El murciélago de hocico largo menor *Leptonycteris yerbabuenae* (Phyllostomidae: Glossophaginae), es una especie migratoria altamente especializada en el consumo de néctar y polen. Aunque se conoce que pueden consumir frutas de cactáceas

¹Laboratorio de Ecología de Poblaciones, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. A. P. 69-1. Plaza Juárez, Centro. Pachuca, Hidalgo 42001. E-mail: arojas@uaeh.edu.mx; arojasmartinez@yahoo.com (AR-M)

²UBIPRO, FES-Iztacala, UNAM. Av. de los Barrios s/n, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 54090, Edo. de México.

³Instituto de Ecología, UNAM. Apartado Postal 70-275. Coyoacán 04510 México, D. F.

*Corresponding autor

columnares (Familia Cactaceae, tribus Pachicereus y Cerrae), este hábito no ha sido estudiado apropiadamente para conocer la importancia de la fruta en su alimentación. La información disponible muestra que siete frutos de cactáceas han sido citadas como parte de su dieta en Norte América, sin embargo, se desconoce si pueden consumir otras.

En el valle de Tehuacán, localizado en la parte sur-central de México, *L. yerbabuena* coexiste con 21 especies de cactus columnares que producen frutos dulces, jugosos y blandos, con pequeñas semillas que son apropiadas para su alimentación. En esta zona determinamos la identidad de los frutos de cactáceas columnares que son consumidos por *L. yerbabuena*, por medio de la identificación de las semillas depositadas como guano en la cueva del Obispo (municipio de Santiago Chazumba, Oaxaca). Todas las semillas de los cactus que habitan en el valle de Tehuacán fueron encontradas en ella. De 31,895 semillas recolectadas, más del 84% pertenecieron a cuatro especies: *Isolatocereus dumortieri*, *Stenocereus pruinosus*, *Stenocereus stellatus* y *Neobuxbaumia macrocephala*. Por el contrario *Escontria chiotilla*, *Pachicereus hollianus*, *Hilocereus undatus*, *Pachicereus fulviceps* y *Stenocereus treleasi*, fueron raras con menos de 20 semillas en la muestra. Los resultados sugieren que *L. yerbabuena*, consume frutas como parte importante de su dieta y probablemente es un importante dispersor de las semillas en los ambientes secos de la parte sur y central de México.

Palabras clave: Cueva del Obispo, frutas de cactus, *Leptonycteris yerbabuena*, recursos frutales de cactus.

Introducción

The lesser long nosed bat *Leptonycteris yerbabuena* Martínez and Villa (Phyllostomidae: Glossophaginae), is considered a migratory species threatened with extinction (Cockrum 1991). It is highly specialized for nectar and pollen consumption of plants belonging to the families Cactaceae, Agavaceae and Bombacaceae, among others (Alvarez and González 1970; Gardner 1977). Although they can consume fruits of columnar cactus (Family Cactaceae, tribes Pachicereae and Cereeae), this habit has not been studied appropriately. Available information shows that this bat can consume some fruit of columnar cactus in South America (Sosa and Soriano 1993), and some authors have observed as well a significant consumption of cactus fruits by bats in North America (Fleming and Sosa 1994; Godínez-Alvarez and Valiente-Banuet 2000; Castillo 2011).

Seventy species of columnar cactus that inhabit Mexico produce fleshy fruit probably edible by bats (Rojas-Martínez 2001). Indeed seven of these fruits have been cited as part of their diet in North America (*Carnegiea gigantea* (Engelm.) Britt. and Rose, *Neobuxbaumia mezcalaensis* (Bravo) Backeberg, *Neobuxbaumia tetetzo* (Web.) Backeb., *Pachycereus pringlei* (Watson) Britt. and Rose, *Stenocereus pecten-aboriginum*, *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccob., and *Stenocereus thurbery* (Engelm.) Buxb. (Dalquest 1953; Villa 1967; Gardner 1977; Fleming and Sosa 1994; Valiente-Banuet et al. 1996; Castillo 2011).

Nevertheless, it is unknown whether long nosed bats consume other cactus fruits.

The Tehuacan Valley is located in the south-east limit of the state of Puebla and the adjacent region of Oaxaca in south-central Mexico. Here *L. yerbabuena* co-occurs with 19 species of sylvan columnar cacti (Hall 1981; Rojas-Martínez and Valiente-Banuet

1996; Valiente-Banuet *et al.* 1996), and with *Acanthocereus subinermis* Britt. and Rose (used locally as an ornamental cactus) and *Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. and Rose (a climber cultivated cactus; Dávila *et al.* 1993; Valiente-Banuet *et al.* 1996). All these cacti produce sweet, juicy and soft fruits with small seeds appropriate to be eaten by the long nosed bat (Faegri and Van der Pijl 1979; Rojas-Martínez 2001). Fruit produced by these plants may represent a food source, not considered up to now, to explain the ecology of this migratory bat. On the other hand, columnar cactus can receive additional benefits from this nectar-feeding bat, because in addition to pollinating flowers, they may act as dispersers of their seeds (Valiente-Banuet *et al.* 1996; 1997a, 1997b; Godínez-Alvarez and Valiente-Banuet 2000; Godínez-Alvarez, Valiente-Banuet and Rojas-Martínez 2002; Castillo 2011).

The Tehuacan Valley is situated in a tropical environment with a high diversity of columnar cacti. This study was designed to determine the identity of cactus fruits eaten by *L. yerbabuena*, through the identification and quantification of seeds deposited as guano, inside one roost inhabited permanently by these long-nosed bats. With this information we discuss the importance of bats as potential seed dispersers in dry environments and some implications of the fruit resources for the ecology of the lesser long-nosed bat.

Material y Methods

The study was conducted in a semi-arid region of the Tehuacan Valley (17° 48' to 18° 58' N and -96°48' to -97° 43' W) located in southern Puebla and northern Oaxaca, Mexico (Fig. 1). Mean annual rainfall is ca. 400 mm with an average temperature of 21° C (García 1973). The region has a high number of columnar cacti species, containing 19 of the 45 reported for south-central Mexico (Valiente-Banuet *et al.* 1996). Columnar cacti form the dominant elements of several different vegetation types (Rzedowski 1978). In this region the densest columnar cacti forests have been reported as ranging between 1,200 to 1,800 plants ha⁻¹ (Valiente-Banuet *et al.* 1997a; 2000), and *L. yerbabuena* has been reported as a resident and abundant species in this area (Rojas-Martínez *et al.* 1999; Rojas-Martínez 2001).

Bat-roost. One permanent lesser long-nosed bat roost, located in Oaxaca state (San Juan Nochixtlan, municipality of Santiago Chazumba; 18° 03' N and -97° 40' W), that houses a colony of 100,000 bats, was visited every three months between January 1998 and June 1999. We installed 10 guano traps (53 x 42 cm) inside the cave, just below the long-nosed bat colony for collecting guano. The content of guano traps was collected and traps were newly installed on each visit.

Collected faeces were placed in paper bags recording the date, and stored in a dry place until seed identification.

Seed identification. Fruits of 19 sylvan columnar cactus species that live in Tehuacán Valley and fruit of *Acanthocereus subinermis*, and *Hylocereus undatus*, were collected and identified during two years (1998-1999). Seeds were extracted and stored in a dry place for use as a reference collection. Seeds defecated by bats were obtained by guano dissection, using a stereoscopic microscope and were identified by comparing them with the cactus seeds reference collection, and consulting specialized literature (Barthlott and Hunt 2000).

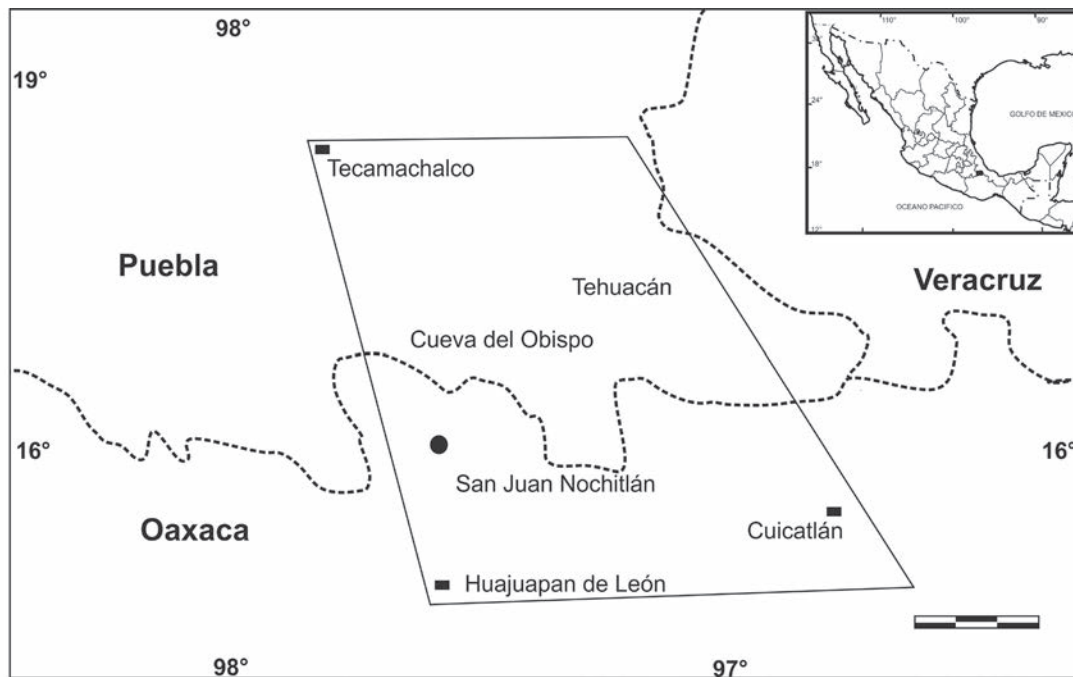


Figure 1. Location Map

Results

Obispo cave roost was inhabited all year by *L. yerbabuena*, and was shared with insectivorous bats such as *Mormoops megalophylla* (Peters), *Pteronotus parnellii* (Gray) and *Tadarida brasiliensis* (L. Geoffroy). Seeds of all 19 species of columnar cactus inhabiting the Tehuacan Valley were found in the roosts as well as those of Eighteen of these species represent the first report of these fruits as food for bats (*Acanthocereus subinermis* Britton & Rose, *Cephalocereus columna-trajani* (Weber) Schuman, *Escontria chiotilla* (F. A. C. Weber) Rose, *Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. and Rose, *Marginatocereus marginatus* (D. C.) Berger and Buxb., *Myrtillocactus geometrizans* (C. Martius) Console, *Myrtillocactus schenkii* (J. A. Purpus) Britt. and Rose, *Neobuxbaumia macrocephala* (Weber) Dawson, *Pachycereus fulviceps* (Weber) Backeb., *P. hollianus* (Weber) Buxb., *P. weberi* (Coulter) Backeb., *Pilosocereus chrysacanthus* (Web) Britt. and Rose, *Polaskia chende* (Gosselin) A. Gibson and K. Horak, *P. chichi* (Gosselin) Backeb., *Isolatocereus dumortieri* (Scheidw.) Buxb., *S. griseus* (Haw.) Buxb., *S. pruinosus* (Otto) Buxb., and *S. treleasei* (Rose) Backeb.).

Escontria chiotilla, *S. stellatus*, *S. pruinosus* and *Hilocereus undatus* (climber cultivated cacti), produce edible fruit used by people and include both wild and cultivated populations in the Tehuacan Valley. *Neobuxbaumia tetetzo* and *S. stellatus* fruits have been cited previously as part of the *Leptonycteris* diet.

We recollected 31,895 seeds inside the cave. More than 84% corresponded to four species of cacti each represented by more than two thousand seeds: *I. dumortieri*, *S. pruinosus*, *S. stellatus*, and *Neobuxbaumia macrocephala*. There were 17 species represented by less than one thousand seeds each. Five species, *E. chiotilla*, *P. hollianus*, *H. undatus*, *P. fulviceps* and *S. treleasei*, were rare with less than 20 seeds in the sample (Table 1). The deposition of seeds in the cave was continuous during the year. However in the entire sample [?], the fruits of two species that were available during the winter were the most abundant (64.5%; *I. dumortieri*, *S. pruinosus*).

Discussion

Differences in the number of seeds observed inside roosts probably are related to species diversity of columnar cacti around the roost and with food preferences of the bats. However, an unbiased and specific methodology is required to determine the effects of abundance, distance and palatability of cactus fruit as food for these long-nosed bats.

Table 1. Species number and percent of seeds obtained in the Obispo Cave.

CACTUS FRUIT SPECIES	SEEDS NUMBER	%
<i>Isolatocereus dumortieri</i>	12,231	38.3
<i>Stenocereus pruinosus</i>	8,361	26.2
<i>Stenocereus stellatus</i>	3,793	11.8
<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	2,562	8.03
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	771	2.41
<i>Polaskia chichipe</i>	742	2.32
<i>Stenocereus marginatus</i>	615	1.92
<i>Myrtillocactus shenkii</i>	521	1.63
<i>Stenocereus griseus</i>	519	1.62
<i>Pachocereus weberi</i>	400	1.25
<i>Cephalocereus columna-trajani</i>	380	1.19
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	367	1.15
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	268	0.84
<i>Polaskia chende</i>	164	0.51
<i>Escontria chiotilla</i>	89	0.27
<i>Pachocereus hollianus</i>	71	0.22
<i>Hylocereus undatus</i>	46	0.14
<i>Pachocereus fulviceps</i>	47	0.14
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	28	0.08
<i>Acanthocereus subinermis</i>	14	0.04
<i>Stenocereus treleasi</i>	5	0.01
Total	31,895	100

In spite of these possible biases, three fruit species represented 70% of seeds recovered inside the cave, and likely this high frequency is robust. *S. stellatus* and *S. pruinosus* are cultivated cactus that seasonally have abundant fruit next the cave, but *I. dumortieri* is a rare columnar cacti in the Tehuacan valley, and this suggests that *L. yerbabuenae* may has preferences for this species of fruit and therefore searches actively for it. In the Tehuacan Valley, the long nosed bats are able to consume fruits of all the columnar cactus species that inhabit this semiarid zone, in spite of the common statement that they occasionally feed on fruits (Villa 1967; Gardner 1977; Howell 1980; Sánchez 1984; Cockrum 1991; Fleming and Sosa 1994; Valiente-Banuet *et al.* 1996). The present study supports the suggestion that these bats are important consumers of fruit and possible dispersers of seeds in dry environments (Sosa and Soriano 1993; Fleming and Sosa 1994; Ruiz *et al.* 1997; Godínez-Álvarez and Valiente-Banuet 2000; Godínez-Álvarez *et al.* 2002). The great diversity of seeds found in the guano of *L. yerbabuenae* suggests that the fruits are a common food for this nectar-feeding bat in central Mexico. The importance of this food habit has not been recognized before, although since 1970, detailed studies of the lesser

long-nosed bat diet have been undertaken (Alvarez and González, 1970; Hevly 1979; Arizmendi *et al.* 2002). The importance of frugivory has been probably underestimated due to three causes: 1) the brief retention time of the food in the bat gut (*ca.* 20 min according to Howell 1974; Godínez-Alvarez and Valiente-Banuet, 2000), 2) bats spit out the seeds while consuming the pulp of the fruits (Godínez-Alvarez and Valiente-Banuet 2000), and 3) many bats frequently defecate when being caught in mist-nets (Thomas 1988). The great diversity of seeds detected inside the roost shows the importance of frugivory for these nectar-feeding bats and shows the need to complement studies of bat diet with the analysis of the food remains accumulated in their roosts (Thomas 1988). Seeds carried inside caves represent the last part of the nocturnal feeding activity of the bats, because to survive on floral products, these bats must alternate feeding episodes periods with rest and defecation periods, about 12 times each night (Howell 1974; Godínez-Alvarez and Valiente-Banuet 2000). If these estimates are correct, seeds placed inside the caves are approximately 8.3% of the seeds dispersed each night in the field.

The importance of frugivorous bats (Stenodermatinae: Phyllostomidae) as seed dispersers in the humid tropics of the New World are well known (Gardner 1977; Heithaus 1982; Muscarella and Fleming 2007). In moist environments of the New World, fruit-feeding bats are high-quality dispersal agents, capable of dispersing thousands of seeds to potential safe sites each night (Heithaus 1982; Bonaccorso and Humphrey 1984; Fleming 1988; Muscarella and Fleming 2007). Seeds swallowed by bats, not only evade seed predators that are concentrated near the fruiting plants (Godínez-Alvarez *et al.* 2002), but may be released from inhibitors of germination through the bat's digestive enzymes, accelerating their germination. In this way, bats contribute to the regeneration of the disturbed environments and to maintenance of vegetative cover in humid tropical regions (Heithaus 1982).

In arid and semiarid environments, the idea that this process is nonexistent prevails because juicy fruit has been considered scarce (Silvius 1995) and frugivorous bats uncommon (Arita 1993). Previous affirmation ignores the existence of columnar cacti, which are very abundant and diverse in dry tropical environments of the south-central and Pacific Coast region of Mexico (Valiente-Banuet *et al.* 1996; Rojas-Martínez *et al.* 1999). In these rich columnar cactus communities, juicy fruits are seasonally abundant and seasonally complementary. For example in the Tehuacan Valley, columnar cactus forests can produce 815 kg ha⁻¹ of fruit during the spring and the summer, while in the fall and winter, in tropical deciduous forests, cactus fruit production has been estimated at 1,100 kg ha⁻¹ (Rojas-Martínez 2001). Seed dispersal in dry environments is undoubtedly an essential mechanism for maintenance of vegetation, because places that favor seedling survival are scarce and discrete in dry environments (Drezner and Lazarus 2008) where the lack of water strongly limits the establishment of the plants (Godínez-Alvarez *et al.* 2002). For example in deserts, the successful establishment of columnar cacti occurs only in suitable sites beneath the canopies of perennial nurse plants, which ameliorate environmental conditions, enhancing seed germination, and seedling survivorship (Valiente-Banuet and Ezcurra 1991; Drezner and Lazarus 2008). In deserts, bats are able to act as effective dispersers by depositing seeds under the shade of nurse plants, while resting among branches of the shrubs (Howell 1974; Godínez-Alvarez and Valiente-Banuet 2000; Godínez-Alvarez *et al.* 2002; Castillo 2011).

This process can be intense because, under experimental conditions, *L. yerbabuena* removes 75% of the pulp and seeds from fruits of the columnar cactus, *Neobuxbaumia tetetzo*, in the Tehuacan Valley (Godínez-Alvarez and Valiente-Banuet 2000), and 10 to 80% in the Sonoran Desert for *Carnegiea gigantea*, *Pachycereus pringlei*, and *S. thurberyi* (Fleming and Sosa 1994). Considering that some fruits of *N. tetetzo* can contain more than 700 seeds (Godínez-Alvarez and Valiente-Banuet 2000), and that Obispo Cave can house more than 100,000 bats (Rojas-Martínez, unpubl. data), each night hundreds of thousands of seeds may be dispersed in the Tehuacan Valley.

We can conclude that mutualistic interactions between long nosed-bats and columnar cacti are more complex than have been considered previously. Columnar cacti take advantage of the nectar-feeding bats as pollinators and dispersers. In turn, bats complement their nectar and pollen diet, significantly consuming fruit at times when flowers are scarce (winter fruiting species). They therefore obtain nourishment when others foods are scarce (Rojas-Martínez 2001). Moreover, the hypothesis of seasonal migration of this bat (Fleming et al. 1993) needs to be reconsidered. Although evidence suggests that these bats are important for recruitment of columnar cacti in dry environments, their relative role as seed dispersers remains as an open question for future investigation. So far, little research has been conducted on this topic (Godínez-Alvarez and Valiente-Banuet 2000; Godínez-Alvarez et al. 2002; Castillo 2011).

Considering information found in the literature about the feeding habits of phyllostomid bats as well as the results of our study, it is possible to hypothesize that the lesser long-nosed bat should play a key role in the maintenance of biodiversity in dry environments, because they can feed on 21 different species of columnar cacti in south-central Mexico, and four other species in northwestern Mexico (Dalquest 1953; Villa 1967; Fleming and Sosa 1994; Gardner 1977). Therefore, *L. yerbabuena* may consume the fruits of 25 different species of cacti in the Americas, 18 of which are reported here for the first time. In conclusion, results obtained from seeds found in long-nosed bat guano obtained from one roosts localized in the Tehuacan Valley, suggest that *L. yerbabuena*, a bat species considered highly specialized to consume nectar and pollen, has an important function as a fruit-feeder and seed disperser of columnar cactus. The magnitude of this process may be similar to that previously reported for bats in the humid neotropical forest. These bats may be a key component in maintaining the plant structure of the tropical dry ecosystems dominated by columnar cactus. Future, well-designed studies of the magnitude and spatial extent of the dispersal process are required to evaluate the importance of bat-cactus interaction in the Tehuacán Valley, Mexico, and to inform efforts for conservation of this highly biodiverse dry community.

Acknowledgement

We thank J. Reyes for help in assembling the reference collection of columnar cacti seeds, and A. Soriano-Sánchez, R. C. Reséndiz Melgar and O. García Vera for their laboratory and field assistance. D. Sebastian Gernandt read the manuscript and providing important comments. This study was supported by Programa para el Mejoramiento del Profesorado PROMEP-UAEH-PTC-128 and Apoyos Complementarios a Proyectos de Investigación Científica CONACYT-52728-Q.

References

- Álvarez, T., and Q. L. González.** 1970. Análisis polínico del contenido gástrico de murciélagos Glossophaginae de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 18:137-165.
- Arita, H. T.** 1993. Riqueza de especies en la mastofauna de México. Pp. 109-128 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R. A., and G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales 1, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México.
- Arizmendi, Ma. del C., A. Valiente-Banuet, A. Rojas-Martínez, and P. Dávila-Aranda.** 2002. Columnar cacti and the diets of nectar-feeding bats. Pp. 264-282 in *Columnar cacti and their mutualists: Evolution, ecology, and conservation* (Fleming T. H., and A. Valiente-Banuet, eds.). The University of Arizona Press. Tucson, USA.
- Barthlott, W., and D. Hunt.** 2000. Seed-diversity in the Cactaceae, subfamily Cactoideae. *Succulent plant research*. Vol.5. David Hunt, United Kingdom.
- Bonaccorso, F. J., and S. R. Humphrey.** 1984. Fruit bat niche dynamics: their role in maintaining tropical forest diversity. Pp. 169-183 in *Tropical-rain forest: The Leeds Symposium* (Chadwick A. C., and S. L. Sutton, eds.). Philosophical and Literary Society, United Kingdom.
- Castillo, L. J. P.** 2011. Dispersión biótica de semillas de la cactácea columnar *Neobuxbaumia mezcalaensis* (Bravo) Backeberg en el valle de Tehuacán, Puebla. Ph. D. Thesis. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico city, Mexico.
- Cockrum, E. L.** 1991. Seasonal distribution of northwestern populations of the nosed bats, family Phyllostomidae. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología* 62:181-202.
- Dalquest, W. W.** 1953. Mammals of the Mexican state of San Luis Potosi. *Louisiana State University Studies, Biological Scientist Series* 1:1-229.
- Dávila, A. P., J. L. Villaseñor, L. R. Medina, R. A. Ramírez, T. A. Salinas, J. Sánchez-Ken, and L. P. Tenorio.** 1993. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Listados florísticos de México X. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico city, Mexico.
- Drezner, T. D., and B. L. Lazarus.** 2008. The population dynamics of columnar and other cacti: A review. *Geography Compass* 2:1-29.
- Faegri, K., and L. Van der Pijl.** 1979. *The principles of pollination ecology*. Third edition. Pergamon Press. Oxford, United Kingdom.
- Fleming, T. H.** 1988. *The short-tailed fruit bat*. University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Fleming, T. H., and V. Sosa J.** 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy* 75:845-851.
- Fleming, T. H., R. A. Nuñez, and L. S. Sternberg.** 1993. Seasonal changes in the diets of migrant and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon stable isotope analysis. *Oecologia* 94:72-75.
- García, E.** 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico city, Mexico.

- Gardner, A. L.** 1977. Feeding habits. Pp. 239-350 in Biology of bats of the new world family Phyllostomidae (Baker, R. J., J. K. Jones, and D. C. Carter, eds.). Part II. Special Publications Museum 13. Texas Tech University. Lubbock, USA.
- Godínez-Alvarez, H., and 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.
- Godínez-Álvarez, H., A. Valiente-Banuet, and A. Rojas-Martínez.** 2002. The role of seed dispersers in the population dynamics of the columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo*. *Ecology* 83:2617-2629.
- Hall, E. R.** 1981. The mammals of North America. John Wiley and Sons. New York, USA.
- Heithaus, R. H.** 1982. Coevolution between bats and plants. Pp. 327-361 in Ecology of bats. (Kunz T. H., ed.). Plenum Press. New York, USA.
- Hevly, R. H.** 1979. Dietary habits of two nectar and pollen feeding bats in Arizona and Northern Mexico. *Journal of Arizona-Nevada Academic Science* 14:13-18.
- Howell, D. J.** 1974. Bats and pollen: physiological aspects of the syndrome of chiropterophily. *Comparative Biochemistry and Physiology* 48:263-276.
- Howell, D. J.** 1980. Adaptative variation in diets of desert bats has implications for evolution of feeding strategies. *Journal of Mammalogist* 61:730-733.
- Muscarella, R., and T. H. Fleming.** 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* 82:573-590.
- Rojas-Martínez, A.** 2001. Determinación de los movimientos altitudinales estacionales de tres especies de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophaginae) en el Valle de Tehuacán y la cuenca del Balsas, México. Ph. D. Thesis. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico city, Mexico.
- Rojas-Martínez, A. E., and A. Valiente-Banuet.** 1996. Análisis comparativo de la quiropterofauna del Valle de Tehuacán-Cuicatlán con respecto a las zonas áridas y dos localidades tropicales costeras de Norte América. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 67:1-22.
- Rojas-Martínez, A., A. Valiente-Banuet, Ma. del C. Arizmendi, A. Alcantara-Eguren, and H. T. 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.
- Rzedowski, J.** 1978. *Vegetación de México*. LIMUSA. Ciudad de México, México.
- Ruíz, A., M. Santos, J. P. Soriano, and A. Cadena.** 1997. Relaciones mutualistas entre el murciélago *Glossophaga longirostris* y las cactáceas columnares en la zona árida de la tatacoa, Colombia. *Biotrópica* 29:469-479.
- Silvius, K. M.** 1995. Avian consumers of cardón fruits (*Stenocereus griseus*: Cactaceae) on Margarita Island, Venezuela. *Biotrópica* 27:96-105.
- Sosa, M. and P. J. Soriano.** 1993. Solapamiento de dieta entre *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera). *Revista de Biología Tropical* 41:529-532.
- Thomas, D. W.** 1988. Analysis of diets of plant-visiting bats. Pp. 211-220 in Ecological and behavioral methods for the study of bats (Kunz T. H., ed.). Smithsonian Institution Press. Washington, USA.

- Valiente-Banuet, A., M. del C. Arizmendi, A. Rojas-Martínez, and L. Domínguez-Canseco.** 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12:103-119.
- Valiente-Banuet, A., Casas A., A. Alcántara, P. Dávila, N. Flóres-Hernández, M. C. Arizmendi, J. L. Villaseñor, and J. Ortega.** 2000. La vegetación del Valle de Tehuacan-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67:24-74.
- Valiente-Banuet, A., and E. Ezcurra.** 1991. Shade as a cause of the association between cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ecology* 79:961-971.
- Valiente-Banuet, A., A. Rojas-Martínez, M. del C. Arizmendi, and P. Dávila.** 1997a. Pollination biology of two columnar cacti (*Neobuxbaumia mezcalaensis* and *Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, central Mexico. *American Journal of Botany* 84:452-455.
- Valiente-Banuet, A., A. Rojas-Martínez, A. Casas, M. del C. Arizmendi, and P. Dávila.** 1997b. Pollination biology of two winter-blooming giant columnar cacti in the Tehuacan Valley, central Mexico. *Journal of Arid Environmet* 37:331-341.
- Villa, R. B.** 1967. Los murciélagos de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico city, Mexico.

Sometido: 24 de septiembre de 2012

Revisado: 11 de diciembre de 2012

Aceptado: 11 de diciembre de 2012

Editor asociado: Williams Z. Lidicker, Jr.

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Demografía y uso de hábitat del mono araña (*Ateles geoffroyi*) en una selva húmeda tropical del norte de Oaxaca, México

Teresita Ortiz-Martínez^{1*}, Braulio Pinacho-Guendulain¹,
Paulina Mayoral-Chávez¹, Juan Carlos Carranza-Rodríguez²
y Gabriel Ramos-Fernández¹

Abstract

The presence of spider monkey (*Ateles geoffroyi*) has been verified in the northeast of the state of Oaxaca. However, the information to assess their conservation status is scarce. This study focused during one year on the population census and habitat use of *A. geoffroyi* in a well-preserved fragment of evergreen forest. We used the distance sampling in line transects method to estimate the density of this primate, and instantaneous scan sampling to collect data of grouping, diet and activity patterns. We estimate a density of 84 spider monkeys/km², which would imply a population size of 586 spider monkeys in a protected area of 7 km², which is part of a continuous forest area of 41 km².

This population density is one of the highest reported for the genus *Ateles*, particularly for the species *A. geoffroyi*. The average subgroup size was 3.5 independent individuals and their most frequent composition was mixed, with one or more adult females, some with their infant, and one or more independent males. Spider monkeys dedicated a similar proportion of their daylight time to moving (30%) and feeding (22%) as they did to resting (48%). Diet was mainly frugivorous (84% of feeding time) including 30 plants morphospecies. These results suggest that the spider monkey population we have studied is potentially viable.

Key words: activity patterns, conservation, frugivory, Oaxaca, population density, primates, social organization.

Resumen

La región noreste del estado de Oaxaca tiene presencia verificada de monos araña (*Ateles geoffroyi*). Sin embargo, la información para evaluar su estado de conservación es escasa. El presente estudio se enfocó durante un año al censo poblacional y uso de hábitat de *A. geoffroyi* en un fragmento de selva alta perennifolia en buen estado de

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 71230. E-mail: tecahuiini@hotmail.com (TO M), pinachogso@gmail.com (BP-G), paulina_mayoral@yahoo.com.mx (PM-C), ramosfer@alumni.upenn.edu (GR-F)

²División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara, Las Agujas Nextipac, Zapopan, Jalisco, 45110. E-mail: carranzarod_juan@hotmail.com (JCC-R)

* Corresponding author

conservación. Utilizamos el método de muestreo por distancia en transecto en línea para estimar la densidad de este primate, y el método de barridos para coleccionar datos de sus patrones de agrupación, patrones de actividad y dieta. Estimamos una densidad de 84 monos araña/km², lo cual implicaría un tamaño poblacional de 586 monos araña en un área protegida de 7 km², que a su vez forma parte de una superficie de selva continua de 41 km². Esta densidad de población es una de las más altas reportadas para el género *Ateles*, particularmente para la especie *A. geoffroyi*. El tamaño medio de subgrupo fue de 3.5 monos araña y su composición más frecuente fue mixta, conformada por una o más hembras adultas, alguna con su infante, y con uno o más machos independientes. Los monos araña dedicaron una proporción del tiempo diurno similar al movimiento (30%) y alimentación (22%) que al que dedicaron al descanso (48%). La dieta fue principalmente frugívora (84% del tiempo dedicado a alimentarse), consumiendo 30 morfoespecies de plantas. Nuestros resultados sugieren que la población de monos araña estudiada es potencialmente viable.

Palabras clave: conservación, densidad de población, frugivoría, organización social, patrones de actividad, primates, Oaxaca.

Introducción

En México habitan tres especies de monos (Primates: Atelinae). El mono araña (*Ateles geoffroyi*), los monos aulladores de manto (*Alouatta palliata*) y los monos aulladores negros (*Alouatta pigra*). De estas especies, *A. geoffroyi* tiene la distribución más norteña en el continente americano (Collins y Dubach 2000). Se distribuyó a través de la vertiente del Golfo de México desde Tamaulipas hasta la península de Yucatán (Estrada y Coates-Estrada 1984), y por la vertiente del Pacífico desde Jalisco hasta Chiapas (Villa 1958; Hall 1981). En México el mono araña habita en selvas perennifolias, subperennifolias y caducifolias, bosques mesófilos de montaña, así como manglares (Navarro Fernández et al. 2003; Serio-Silva et al. 2006; Muñoz et al. 2008; Ortiz-Martínez et al. 2008). Aunque ocupa principalmente bosques primarios, se le ha observado también en áreas con sucesión secundaria (Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003). Este primate es arborícola y frugívoro, debido a lo cual tiene ámbitos hogareños de gran tamaño que pueden abarcar hasta cientos de hectáreas (Wallace 2008).

En la actualidad, el hábitat del mono araña se ha reducido y fragmentado considerablemente debido a las actividades humanas, y su distribución se está restringiendo cada vez más a tierras de difícil acceso, conservadas en parte debido a sus suelos rocosos y terrenos escarpados (Ortiz-Martínez 2008; Tobón et al. 2012). Su veloz movimiento y el difícil acceso a su hábitat limitan las investigaciones sobre estos primates en vida libre, lo cual está reflejado en que, al menos en México, el género *Ateles* se haya estudiado menos que *Alouatta* (Estrada et al. 2006). La mayor parte de estas investigaciones se han realizado en áreas fragmentadas y se han concentrado principalmente en el estado de Veracruz, seguido por los estados de Yucatán, Chiapas, Campeche, Tabasco y Quintana Roo, mientras que poco o nada se conoce de esta especie en Oaxaca y Guerrero (Estrada y Mandujano 2003).

Ateles geoffroyi está clasificada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) como en peligro de extinción (Cuarón et al. 2008). Sin embargo,

es muy probable que existan diferencias en el estado de conservación de las diferentes poblaciones de mono araña en las distintas áreas de México donde aún podemos encontrarlas. Esto se debe tanto a las diferencias naturales en la capacidad de carga de los diversos hábitats como a los diferentes impactos de las actividades humanas sobre el hábitat y las poblaciones. De hecho, desconocemos las condiciones de hábitat (tamaño y grado de conservación) que se requieren para mantener una población viable de mono araña en el largo plazo (Ramos-Fernández y Wallace 2008). Para poder evaluar lo anterior se necesitan datos de tamaño y composición de los subgrupos, natalidad, mortalidad, inmigración y emigración, que incluso para el género *Ateles* como tal son escasos, y lo mismo ocurre con los datos acerca de uso de hábitat y de factores ambientales que afectan las características de sus poblaciones (Shimooka et al. 2008). Esta información sólo se obtiene a través de estudios puntuales de largo plazo, preferentemente de varias poblaciones que se encuentren en hábitats con características ecológicas diferentes, que permitan hacer comparaciones a nivel de especie.

El comportamiento del mono araña está influenciado en gran medida por la abundancia y distribución de los frutos, un recurso que constituye la base de su dieta y es a la vez escaso y de distribución discontinua, tanto en el tiempo como en el espacio (Di Fiore et al. 2008). La disponibilidad espacial y temporal de los frutos, no sólo influye sobre sus áreas de actividad y recorridos diarios, sino que determina sus patrones de agrupación y, en general, su sistema social (Wallace 2008). Este sistema social, denominado de fisión-fusión, es análogo al de los chimpancés (*Pan spp.*) en el cual los individuos de una misma comunidad se agrupan en partidas o subgrupos temporales de tamaños variables (Symington 1990). Esta es una estrategia para reducir la competencia y explotar con mayor eficiencia los frutos (Strier 1992; Chapman et al. 1995). Los estudios sobre *A. geoffroyi* indican que sus grupos pueden ser grandes, de hasta 42 individuos (Shimooka et al. 2008).

El mono araña ocurre con mayor probabilidad en fragmentos grandes de hábitat, comúnmente de más de cien hectáreas (Lovejoy et al. 1986). Este primate es relativamente abundante en hábitats con bajo impacto humano (Bernstein et al. 1976; Carrillo et al. 2000), condiciones donde se reportan densidades que en su mayoría caen entre 10 y 60 individuos por km² (Ramos-Fernández y Wallace 2008). En hábitats reducidos y degradados y/o con presión de cacería pueden observarse densidades altas, que son el resultado del hacinamiento temporal de los individuos. Sin embargo, en estas condiciones el tamaño de sus poblaciones disminuye considerablemente y compromete su viabilidad en el largo plazo (Bernstein et al. 1976; Peres 2000, 2001). Esta alta vulnerabilidad de las poblaciones de *Ateles* a perturbaciones de hábitat y demográficas se debe a sus hábitos alimentarios y a que tiene una baja tasa de reproducción que limita la recuperación de sus poblaciones (Robinson y Redford 1986; Campbell y Gibson 2008).

En el estado de Oaxaca aún existen áreas relativamente grandes de vegetación primaria en buen estado de conservación (Salas-Morales et al. 2001; Ricker et al. 2007), y se ha verificado la distribución presente del mono araña y de *Alouatta palliata* (Ortiz-Martínez et al. 2008). Actualmente la protección del hábitat ha aumentado por la tendencia en el establecimiento de áreas de conservación privada y/o comunitaria certificadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP; del

Valle *et al.* 2010). Estas áreas, anteriormente conocidas como Áreas de Conservación Certificadas (ACC), actualmente son denominadas Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) y se consideran como una categoría de Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal, que administra y maneja su propietario (LGEEPA 2008). La primera de éstas áreas se registró en el año 2002 y a la fecha se han establecido 319 ADVC en el territorio nacional, de las cuales 127 se ubican en el estado de Oaxaca y cubren aproximadamente 141 mil has (CONANP 2012). El ejido de Nuevo San José Río Manso, mejor conocido como “Cerro Chango” y localizado en la región de la Chinantla Baja, Oaxaca, fue la décima ADVC establecida a nivel nacional y se registró en el año 2004 (del Valle *et al.* 2010). Este ejido protege 700 has de selva alta perennifolia y es pionero en Oaxaca en la protección del mono araña y en la utilización de este primate como bandera para la conservación y el desarrollo de un proyecto de ecoturismo. La selva en este sitio se encuentra bien conservada y en conexión con un área mayor de selva húmeda tropical, en la región de la Chinantla Baja. La Chinantla es la región considerada como la tercera extensión de mayor superficie de selva húmeda en México después de la Selva Lacandona y Los Chimalapas (González *et al.* 1999), notable por su diversidad biológica (CONABIO 1988; Ricker *et al.* 2007).

En este trabajo nos enfocamos al estudio de la densidad poblacional, demografía, dieta y patrones de actividad del mono araña *Ateles geoffroyi vellerosus* en el ADVC “Cerro Chango” del ejido Nuevo San José Río Manso. Este es el primer estudio sobre el mono araña con un año de duración en el estado de Oaxaca, y responde a una de las prioridades de investigación que fueron identificadas en foros de primatología en años pasados (Estrada y Mandujano 2003). La información obtenida en este trabajo es una contribución al conocimiento y la conservación de esta especie en vida libre.

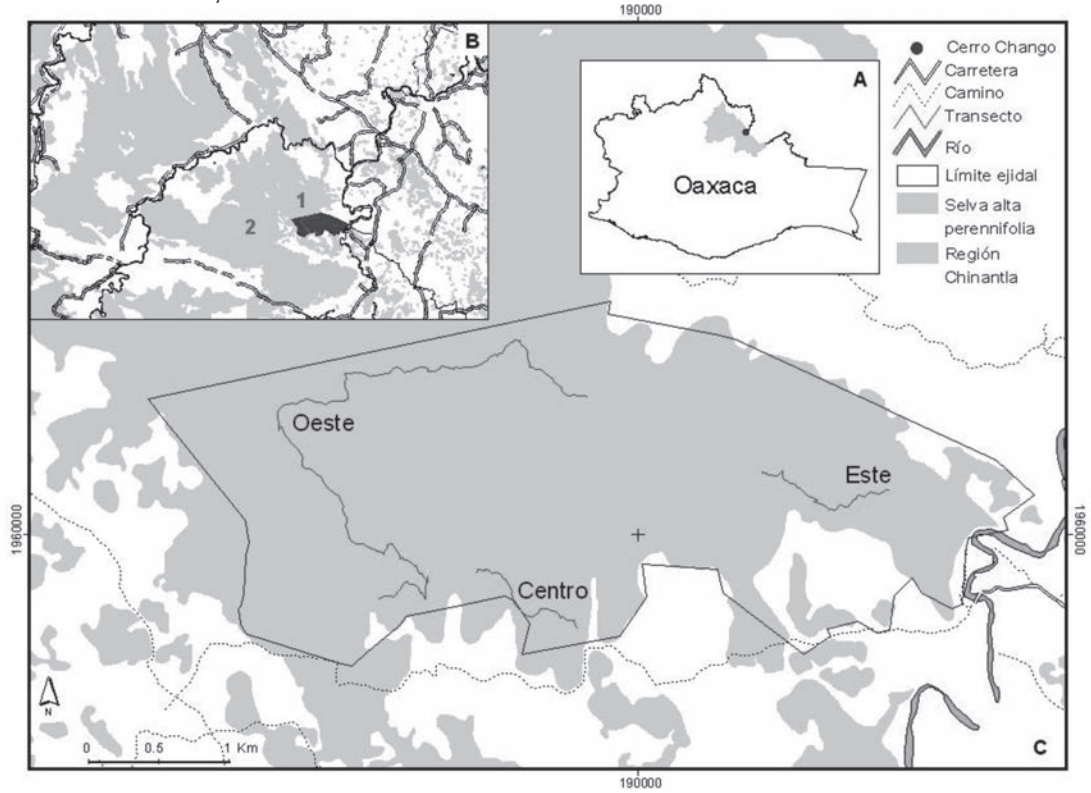
Material y Métodos

Área de estudio. El ejido de “Cerro Chango”, pertenece al municipio de Santiago Jocotepec, y se ubica entre las coordenadas geográficas 17.721° y 17.697° de latitud Norte y -95.955° y -95.896° de longitud Oeste, en el norte del estado de Oaxaca (Fig. 1). La superficie de este ejido es de 9.8 km², de los cuales 7 km² están cubiertas por selva alta perennifolia y a partir del año 2004 fueron destinadas a la conservación. Esta área de selva húmeda es parte de un fragmento de ca. 41 km² que mantiene cierto grado de conexión con un fragmento más grande de ca. 170 km². En general la selva en estos fragmentos se encuentra bien conservada, particularmente en el área de mayor tamaño (INEGI 2010). La matriz que rodea a “Cerro Chango” se compone de áreas de cultivo y pastizales, y existen pequeños claros y áreas con vegetación secundaria en el interior del área protegida. El predio se sitúa en la región de la Chinantla, presenta una elevación máxima de 160 msnm (INEGI 2003) y un relieve irregular con lomeríos con suelo de piedra caliza. El clima es cálido y húmedo (García 1997a), con abundante lluvia en verano; la precipitación anual es 2,500-3,000 mm (García 1997b), y la temperatura media anual es 22-26 °C (García 1997c). Actualmente las actividades humanas han transformado parte de las selvas a pastizales y áreas de cultivo, sobre todo en las áreas aledañas, limítrofes con el estado de Veracruz.

Censo poblacional. El periodo del trabajo que presentamos comprende de mayo de 2011 a junio de 2012. En total acumulamos 92 días de trabajo efectivo y 384.7 horas

de observación directa para el estudio de uso de hábitat y un total de 113 km recorridos para el censo poblacional. Esto último se obtuvo en el periodo comprendido entre octubre de 2011 y abril del 2012.

Figura 1. Localización del área de estudio. A) Región la Chinantla en el estado de Oaxaca, México, B) fragmentos de selva alta perennifolia en el área donde se ubica el ejido Cerro Chango, el cual se sitúa al sur del fragmento marcado con el número 1 y se encuentra relativamente en conexión con el fragmento número 2 que tiene mayor superficie y un mejor estado de conservación, y C) posición de los transectos (oeste, centro y este) en Cerro Chango.



Para el censo poblacional utilizamos el método de muestreo por distancia en transectos en línea (Buckland *et al.* 2001). Este método consiste en recorrer a pie el transecto y contar el número de individuos vistos, así como medidas de distancia y ángulo de la posición del observador hasta el animal detectado. El método presupone lo siguiente: los individuos sobre el transecto siempre deben ser detectados, los individuos están fijos en la posición inicial donde se observan por primera vez, los avistamientos son eventos independientes, todos los individuos son detectados, y la probabilidad de detectar un individuo decrece conforme aumenta el ancho del transecto (Buckland *et al.* 2001). Para determinar el ancho efectivo del transecto, se buscó el modelo con la función de detección que mejor se ajustó y que fue identificada por presentar el valor más bajo en el Criterio de Información de Akaike (AIC). Para el propósito anterior, se ajustó la distribución de frecuencias de las distancias perpendiculares en la línea del transecto a tres variantes del modelo basado en la distribución media normal, utilizando el programa DISTANCE 6.0 (Gallardo *et al.* 2010).

Los transectos los establecimos en los meses previos a los recorridos. A lo largo de cada transecto marcamos puntos cada 15 a 20 metros. La ubicación de los transectos fue determinada según los reportes locales de la localización de zonas de mayor avistamiento en el área, para lo cual se aprovecharon veredas existentes y se abrieron rutas nuevas conforme el terreno pedregoso lo permitió. En total establecimos tres transectos de longitud diferente distribuidos en las partes oeste (5.77 km), centro (1.06 km) y este (1.21 km) del área de estudio (Fig. 1). Los transectos fueron recorridos por al menos tres observadores, que incluían un técnico en muestreo a distancia, dos

biólogos y/o dos guías de campo (éstos últimos residentes de la comunidad en que se realizó el estudio). Las distancias fueron estimadas por los observadores en intervalos de 5 m. Para verificar la confiabilidad de las estimaciones entre los observadores, se realizó una prueba de correlación producto-momento de Pearson de la relación entre las estimaciones realizadas por cada integrante, obteniendo un índice de correlación entre las estimaciones de cada individuo igual a $r = 0.96$ ($P \leq 0.01$), lo que indica que las estimaciones fueron acertadas.

Los recorridos se realizaron a pie entre las 06:00 y las 13:30 horas (± 30 min) a una velocidad promedio de 1.25 km/hr (Estrada *et al.* 1996; Weghorst 2007). Cada vez que observamos un individuo, colectamos los siguientes datos: sexo, edad, actividad, distancia y ángulo del observador al individuo, altura a la que se encontraba el individuo y posición sobre el transecto con un Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS, Garmin eTrex Vista H), cuyo error calculado varió entre ± 3 y ± 19 m.

Clasificamos a los individuos registrados como adultos, juveniles e infantes (ver más adelante). Conforme a lo establecido en el método, para estimar la densidad poblacional no incluimos a los infantes debido a que estos no tienen la madurez sexual para reproducirse (Estrada *et al.* 1996; Silva-López *et al.* 2001). La densidad poblacional se obtuvo dividiendo el número de individuos observados (n) entre $2wL$, donde $2w$ es el ancho del transecto, L es la longitud total del transecto y \hat{p} es el estimador de la probabilidad de detección.

Uso de hábitat. Utilizamos el método de barrido o escaneo instantáneo (Martin y Bateson 1993) para colectar datos de los patrones de agrupación, patrones de actividad y dieta de la población. Una vez encontrado un subgrupo, registramos la siguiente información cada 20 minutos: hora, ubicación espacial en coordenadas UTM utilizando un GPS, identidad y actividad de los individuos independientes que conformaban el subgrupo, así como la parte y nombre común de la planta que estuviera siendo consumida por alguno de los monos. El subgrupo se definió usando la regla de cadena de 30 metros, que incluye como parte de un mismo subgrupo a todos los individuos independientes (adultos y juveniles) que se encuentren a una distancia menor o igual a 30 metros respecto de todos los demás individuos (Ramos-Fernández 2005). Cada barrido representó una muestra independiente de un subgrupo y se consideró como efectivo cuando al menos un individuo fue observado. Con la finalidad de tener una lista más completa de las especies vegetales utilizadas por el mono araña como alimento, empleamos también el método *ad libitum* (Martin y Bateson 1993), consistente en registrar cualquier evento de alimentación que fuera observado entre uno y otro barrido.

Los individuos se asignaron a diferentes categorías de sexo y edad. La distinción entre hembras y machos de mono araña es relativamente sencilla por el clítoris elongado de las hembras (Vick 2008). En cuanto a la edad, utilizamos tres categorías: infante, juvenil y adulto (Vick 2008). Para poblaciones de monos araña que no han sido estudiadas extensivamente y para las que no existen historias de vida de los individuos, como en este caso, es importante la experiencia de los observadores para clasificar a los individuos en las categorías de edad con base a los siguientes criterios: consideramos como infante a un individuo que se mueve entre los árboles con ayuda de su madre, ya sea que la madre lo cargue o que le ponga un puente corporal para que pueda pasar de un árbol a otro (Vick 2008); como juvenil cuando éste es independiente en sus movimientos,

es decir, cuando no necesita de la ayuda de su madre para viajar (no se observan los puentes que la madre le pone al hijo para pasar de un árbol a otro). Los machos adultos se distinguieron de los juveniles por tener un mayor tamaño testicular y un rostro más oscuro. Las hembras se consideraron adultas cuando se les observó con algún infante; en el caso de las hembras que no tenían cría, comparamos su tamaño corporal con el de las hembras con cría para determinar su categoría de edad. Estas definiciones nos permitieron agrupar a los juveniles y adultos como individuos independientes, mientras que los infantes se consideraron individuos dependientes. En algunos casos, en los barridos se registró la presencia de individuos independientes (adultos y/o juveniles) que, por la poca visibilidad, no pudieron ser clasificados en alguna categoría de sexo-edad propuesta y fueron etiquetados como individuos desconocidos.

Con las categorías anteriores, los individuos independientes fueron clasificados como: hembra adulta con infante (HAc), hembra adulta sin infante (HAsc), hembra juvenil (Hj), macho adulto (MA), y macho juvenil (Mj). Las categorías de sexo y edad en las que fueron clasificados los individuos nos permitieron, a su vez, clasificar los subgrupos utilizando las siguientes categorías (modificadas de Chapman 1990): 1) individuo independiente solitario, hembra o macho; 2) una hembra adulta con su infante; 3) subgrupos de sólo machos independientes; 4) dos o más hembras independientes, alguna de ellas con su infante; 5) dos o más hembras independientes sin infantes; 6) machos y hembras independientes, alguna de ellas con su infante; y 7) machos y hembras independientes sin infantes. Para analizar el tamaño de las agrupaciones consideramos únicamente el número de individuos independientes observados en cada barrido. Para los patrones de actividad, utilizamos las categorías propuestas por Symington (1987): alimentación, descanso y movimiento.

Las especies de plantas utilizadas como alimento por el mono araña se determinaron a partir de muestras de partes reproductivas y no reproductivas colectadas en campo, así como de fotografías de dichas partes y de las plantas completas, y con el apoyo de botánicos del herbario XAL, del Instituto de Ecología. A. C. Estimamos el porcentaje de tiempo dedicado a la alimentación de especies o partes de la planta por la división del número de registros individuales de consumo de partes o especies entre el número total de registros de alimentación, y multiplicando el resultado de la división por 100. Las estimaciones de los porcentajes se hicieron con base a resultados mensuales y totales.

Resultados

Densidad poblacional. En el censo poblacional registramos un total de 438 observaciones de individuos independientes. La distancia máxima de observación fue de 98 metros con un ancho efectivo de 24.5 metros. El modelo de Media-Normal con términos de coseno presentó el mejor ajuste a la distribución observada (AIC = 1450), con respecto a otros dos modelos (AIC = 1458 y 1498). La tasa de encuentro fue de 4.1 (\pm 2.15 DE) individuos/km. Se estimó una densidad poblacional de 84 (\pm 22) ind/km² y un tamaño poblacional de 586 (\pm 154) individuos para un área de 7 km², asumiendo que toda el área de estudio cumple con las mismas características medioambientales (misma vegetación, suelo, condiciones climáticas) con una probabilidad de detección de individuos de 0.25 (\pm 0.03).

Organización social: tamaño y composición de los subgrupos. El tamaño de los

subgrupos varió de 1 a 18 individuos independientes, con un tamaño medio de 3.5 (\pm 2.3 DE). Este tamaño medio fue muy similar entre las diferentes zonas de observación: Centro 3.1 \pm 2.1, Este 3.4 \pm 2.5, Oeste 3.5 \pm 2.3. La frecuencia de los tamaños de subgrupo indicó que fue más común la organización de individuos en subgrupos pequeños, particularmente conformados por dos monos (Fig. 2).

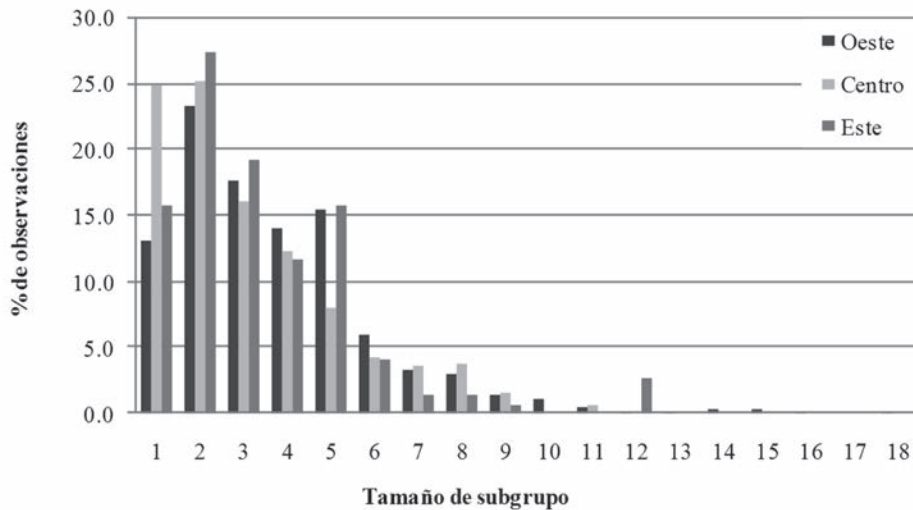


Figura 2. Distribución de frecuencias del tamaño de los subgrupos por zona de observación en Cerro Chango.

La composición más frecuentemente de los subgrupos consistió en subgrupos mixtos de una o más hembras independientes, alguna con su infante, con uno o más machos independientes (33.19%), seguida por la composición de dos o más hembras independientes, alguna de ella con su infante (21.23%). Mientras que la composición menos observada consistió de hembras juveniles o adultas sin infantes (0.78%), y de individuos solitarios sin infantes (5.45%; Fig. 3).

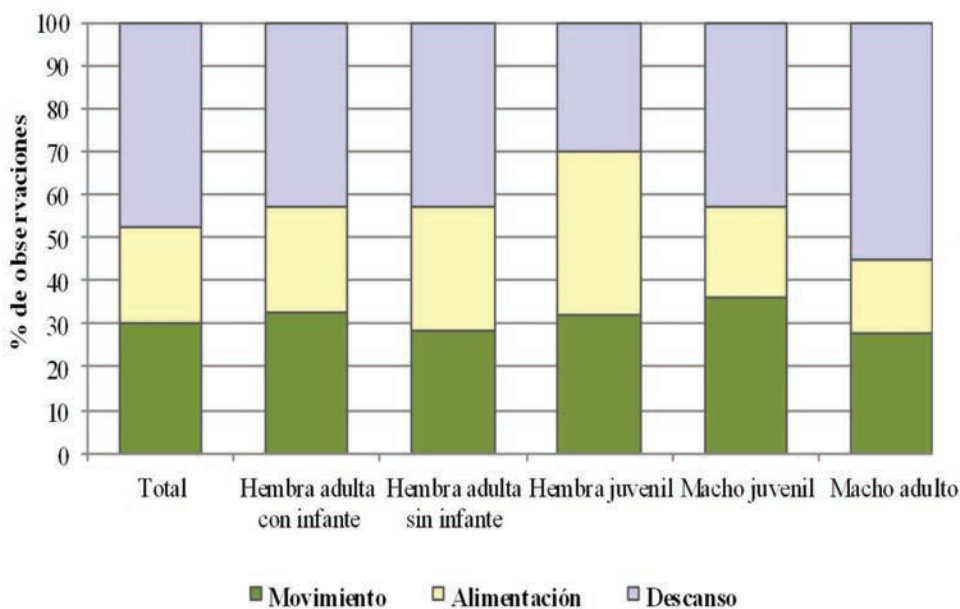


Figura 3. Composición de los subgrupos de mono araña por zona y en conjunto para Cerro Chango.

De los subgrupos conformados únicamente por machos adultos, y probablemente machos subadultos, se registraron tamaños de hasta 18 individuos. La mayoría de estos individuos fueron observados alimentándose de árboles del género *Ficus*. Debido a que no se observaron interacciones agresivas, pensamos que se trata de machos de un mismo grupo.

Patrones de actividad. A pesar del esfuerzo para tener una muestra similar de barridos por bloques de horas del día, la mayor parte de los barridos se obtuvieron entre las 09:00 y 15:00 horas (Tabla 1). Para analizar los patrones de actividad, evitando un posible sesgo hacia las actividades más comunes en ese periodo (Tabla 2). Tomamos una muestra al azar de 142 barridos (el número de muestras obtenido en el período con menos barridos, descartando las observaciones de 17:00 horas en adelante) para cada período de dos horas de 07:00 a 17:00 horas. Esto produjo una muestra de 710 barridos que utilizamos para analizar los patrones de actividades.

Tabla 1. Número de barridos por grupos de horas del día.

Zona	Grupos de horas del día							Total
	7-9	9-11	11-13	13-15	15-17	17-19	19-21	
Oeste	37	147	136	142	86	6	4	558
Centro	44	121	123	102	60	0	0	450
Este	61	45	12	2	14	12	0	146
Total	142	313	271	246	160	18	4	1154

Tabla 2. Número de registros individuales por grupos de horas del día.

Zona	Actividad	Grupos de horas							Total
		7-9	9-11	11-13	13-15	15-17	17-19	19-21	
Oeste	Comiendo	63	147	114	107	67	5	4	507
	Descansando	51	288	269	304	172	7	3	1094
	Moviéndose	29	143	144	116	73	4	1	510
Centro	Comiendo	33	69	85	64	21	0	0	272
	Descansando	53	151	236	167	72	0	0	679
	Moviéndose	39	157	118	95	52	0	0	461
Este	Comiendo	55	21	3	2	6	10	0	97
	Descansando	58	60	15	0	15	11	0	159
	Moviéndose	76	99	24	4	25	9	0	237
Total		457	1135	1008	859	503	46	8	4016

La muestra aleatorizada de 710 barridos contenía 2,467 registros individuales. Los patrones de actividad total indican que los monos araña estuvieron ocupados en el

periodo diurno en actividades de movimiento (30%) y alimentación (22%) en una proporción conjunta similar a la que ocuparon para descanso (48%; Fig. 4). Los patrones de actividad por zona de observación fueron los siguientes: en la zona Oeste los porcentajes de los registros dedicados a las actividades de alimentación, descanso y movimiento fueron 22.5%, 52.9% y 24.6%, respectivamente; en la zona Centro, 21.9%, 46.2% y 32% y en la zona Este, 20.3%, 32.8% y 46.9%, respectivamente. Estos patrones muestran un aumento de descanso hacia la zona Oeste y de movimiento hacia la zona Este y su variación fue significativamente diferente (Centro versus Este: $X^2 = 25.07$, $P = 0.000$; Centro versus Oeste: $X^2 = 14.90$, $P = 0.001$; Este versus Oeste: $X^2 = 67.95$, $P = 0.000$). En cuanto a los patrones de actividad total por categoría de individuo (Fig. 4), los machos adultos descansaron más y se alimentaron menos que todas las demás categorías (MA versus HAc $X^2 = 30.887$, $P < 0.01$; MA versus HAsc $X^2 = 23.933$, $P < 0.01$; MA versus Hj $X^2 = 21.614$, $P < 0.01$; MA versus HAc $X^2 = 30.887$, $P < 0.01$; MA versus Mj $X^2 = 8.806$, $P < 0.01$). Además, las hembras jóvenes descansaron menos y se alimentaron más que las hembras adultas con cría ($X^2 = 6.501$, $P < 0.05$) y que los machos jóvenes ($X^2 = 7.497$, $P < 0.05$). Respecto a la variación de los patrones de actividad por categoría de individuo por zona, en el Oeste los machos adultos descansaron más y se alimentaron menos que cualquier otra categoría de individuo (en todos los casos $P < 0.03$). En el Centro los machos adultos se alimentaron menos y se movieron más que cualquier otra categoría con excepción de los machos jóvenes (en todos los casos $P < 0.001$); además, las hembras jóvenes se alimentaron más que los machos jóvenes ($X^2 = 6.618$, $P = 0.037$). Mientras que en el Este, donde todas las categorías de individuos se movieron más que en las otras zonas, los machos jóvenes se alimentaron menos que los machos adultos ($X^2 = 7.358$, $P < 0.03$).

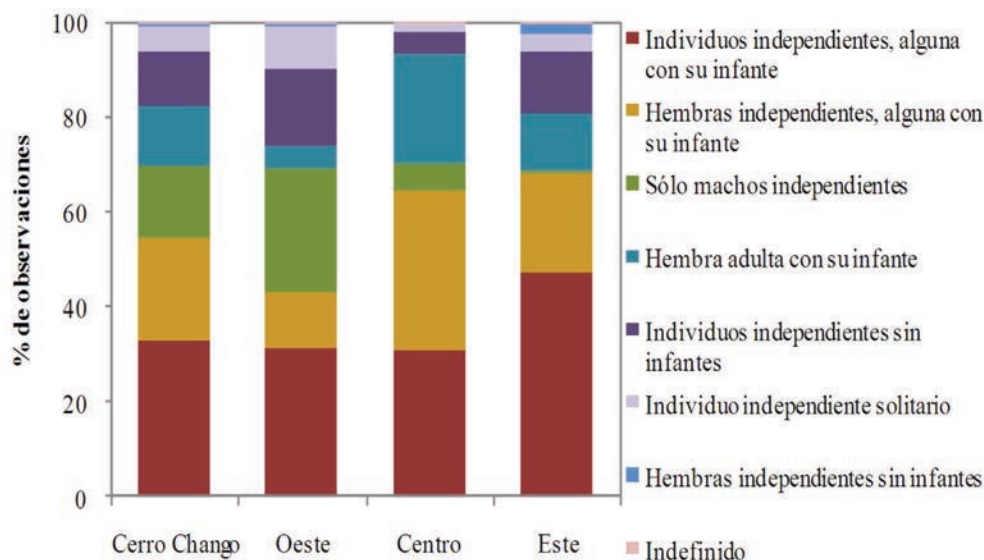


Figura 4. Patrones de actividad por clases de sexo-edad. Se muestra la proporción del total de observaciones en la que el total de los individuos o los de diferentes clases de edad/sexo se encontraban realizando tres actividades diferentes: movimiento, alimentación o descanso.

Dieta. La alimentación del mono araña en el ciclo anual fue principalmente frugívora (84%), el consumo de hojas representó 14% y el 2% correspondió a flores, tallos, cortezas, bulbos y otras partes no identificadas. Las especies consumidas considerando

únicamente los registros en barridos representan a 30 morfoespecies de plantas, de las cuales hasta el momento se han determinado 13 a nivel de género o de especie.

En total se obtuvieron 876 registros de alimentación. Las cinco especies más consumidas en el periodo de estudio fueron *Ficus* spp.1 (amatillo), *Brosimum alicastrum*, *Ficus* spp.2 (Amate), pertenecientes a la familia Moraceae, *Sideroxylon capiri* (Sapotaceae) y *Dialium guianense* (Leguminosae), el número de registros en consumo de cada una de estas especies fue 242, 197, 168, 76 y 74 respectivamente. Tanto *B. alicastrum* como *Ficus* spp. constituyeron el 50% o más del tiempo total dedicado a la alimentación en 7 de los 12 meses de estudio. En cinco meses del estudio, los monos concentraron entre un 54 y un 75% de su tiempo de alimentación sobre estas dos especies en conjunto, que en ningún mes del estudio representaron menos del 47% de la dieta mensual (julio). De las especies más consumidas, sólo *B. alicastrum* fue utilizada como alimento en todos los meses de estudio, *Ficus* spp. estuvo presente en la dieta a nivel de género en nueve de doce meses, mientras que las otras dos especies fueron consumidas de manera menos regular (Fig. 5). El mes de septiembre fue omitido de este análisis mensual porque incluyó sólo un día con observaciones.

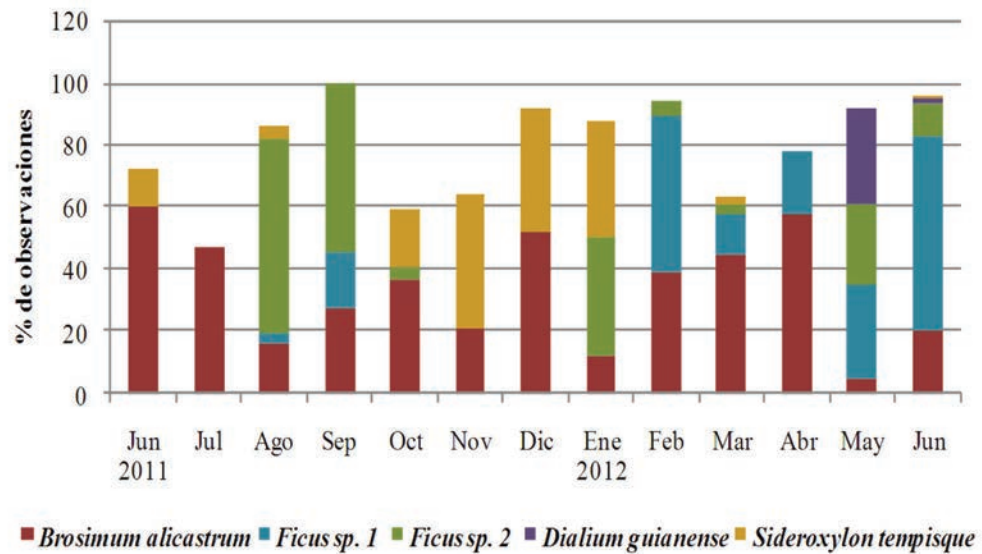


Figura 5. Contribución de las especies más consumidas a la dieta mensual.

Discusión

Este trabajo responde a la necesidad de aumentar el número de estudios de largo plazo que contribuyan a contestar preguntas relacionadas con la historia de vida del mono araña, y factores ambientales que influyen sobre su comportamiento y demografía en diferentes sitios de su área de distribución. Esta información nos ayudará a tomar mejores decisiones de manejo para la conservación de la especie.

Censo poblacional. La densidad poblacional de mono araña estimada en “Cerro Chango” (84 ind/km²) es una de las más altas que se han obtenido para esta especie en México y Centroamérica (0.7 - 45.0 ind/km² en Chapman *et al.* 1989; 14.52 y 27.11 en González-Kirchner 1999; 46 y 67 en Sorensen y Fedigan 2000; 2.28 en Barrueta

et al. 2003; 6.3 y 89 en Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003; 17.0, 17.2 y 56.4 en Estrada et al. 2004).

Es probable que la alta densidad poblacional en este sitio refleje que su hábitat en general se encuentra conservado y contiene elementos arbóreos comúnmente utilizados por este primate como parte de su alimentación en el área de su distribución, además de que los habitantes locales protegen la población de este primate. En el año 2003 se realizó un estudio preliminar sobre la población del mono araña en este mismo sitio y se estimó una densidad de 55 ind/km² (Ortiz-Martínez, datos no publicados). Asumiendo que las metodologías utilizadas en ambos estudios permiten hacer comparaciones directas, la densidad estimada en el presente trabajo no sólo continúa siendo alta, sino que es mayor que en el 2003. Esta tendencia sugiere que la densidad alta podría deberse a las condiciones apropiadas de su hábitat y no al hacinamiento por efecto de la fragmentación y degradación de su hábitat en el área aledaña.

El área de conservación de "Cerro Chango" de 7 km² se encuentra en un área de ca. 41 km², está área mantiene cierto grado de conexión con un fragmento más grande de selva alta perennifolia pues entre ambos se abrió una carretera de terracería. Si consideramos que en algunos puntos de colindancia entre estos fragmentos el dosel podría estar conectado, en conjunto se tendría un área de ca. > 200 km² de selva continua. Peres (2001) estima que para mantener una población viable de monos araña, definida por la existencia de al menos 500 individuos, se requiere de un área de 113 km².

Asumiendo que las condiciones del hábitat en el sitio de estudio son relativamente homogéneas en la superficie de 7 km², nuestra estimación indica que la población podría ser mayor a 500 individuos. Si tomamos en cuenta el tamaño de área estimado para sostener una población viable de monos araña (Peres 2001), podemos sugerir que el área de "Cerro Chango" en conjunto con la selva en conexión (ca. > 200 km²) tienen el tamaño suficiente para sostener una población viable de este primate. Por la superficie y el estado de conservación de las selvas donde se ubica "Cerro Chango", esta es una de las áreas consideradas como prioritarias para la conservación de los primates en México (Tobón et al. 2012), particularmente de poblaciones viables de monos araña.

Organización social: tamaño y composición de los subgrupos. El mono araña fue observado en subgrupos temporales de tamaño y composición variable consistente con el patrón de fisión-fusión que caracteriza el sistema social de este primate (Symington 1990). La distribución de tamaños de los subgrupos observados fue similar al reportado en otros estudios (Chapman 1990; Silva-López et al. 2001; Barrueta et al. 2003; Ramos-Fernández y Ayala-Orozco 2003; Estrada et al. 2004; Shimooka 2003; Weghorst 2007; Muñoz et al. 2008). En "Cerro Chango" los subgrupos mixtos de una o más hembras independientes, alguna con su infante, con uno o más machos independientes fueron vistos con mayor frecuencia (33.2%), incluso que la composición de hembras adultas con su infante (21.2%), que ha sido el tipo más común en otros estudios (Chapman 1990). Se ha sugerido que las hembras con infantes podrían ser más vulnerables a la depredación que las hembras sin infante, y por eso las primeras prefieren agruparse con otros individuos; asociarse con machos sería particularmente ventajoso para evitar la depredación (Shimooka 2003). La depredación es un factor que afecta la composición de los subgrupos (van Schaik 1983) y es probable que a esto se deba la

mayor frecuencia de agrupaciones mixtas que observamos en este estudio.

La concentración de subgrupos de hembras, alguna con su infante, y de hembra adulta con su infante en el Centro del sitio de estudio podría indicar que es la zona menos expuesta a perturbaciones humanas, y que posiblemente representa una porción alejada del límite del ámbito hogareño. Algunos estudios han sugerido que las hembras con infantes son más solitarias que los machos y hembras sin infantes y que parecen evitar los límites del ámbito hogareño; este patrón ayudaría a minimizar la competencia por el alimento y la exposición de los infantes a situaciones en las que podrían ser lastimados por individuos del propio grupo o de uno diferente (Chapman 1990; Aureli y Schaffner 2008). Los habitantes locales reconocen que aún tratándose de un área protegida es posible que pobladores de otras localidades se aventuren a la cacería de monos que está prohibida en este lugar. Si esto fuera así, se esperaría que la probabilidad de ser acechados por cazadores fuera menor en el Centro debido a su ubicación alejada de las vías de acceso externas. Por el número de machos observados principalmente en el Oeste, se podría sugerir que se trata de un límite importante del ámbito hogareño. Sin embargo, no podemos concluir que así lo sea debido al comportamiento poco activo que mostraron en esta zona. En otros estudios, se ha observado la asociación frecuente de machos que patrullan la periferia de su ámbito hogareño, y dado que su tamaño corporal los hace poco vulnerables a la depredación por otros animales, podría esperarse que este patrón sea una respuesta a la necesidad de defender el acceso a las hembras y a los recursos alimentarios contra grupos vecinos (Fedigan y Baxter 1984; Champan 1990; Shimooka 2003; Aureli y Schaffner 2008). En nuestro sitio de estudio, se requiere más datos de organización social y uso de hábitat para determinar hasta qué punto la asociación de machos tiene como propósito defender su territorio.

Es importante mencionar que durante el estudio algunos de los subgrupos más grandes correspondieron a asociaciones de solamente machos, principalmente adultos, aunque probablemente también algunos subadultos. En una ocasión se registró la actividad de hasta 18 machos, la mayoría de estos individuos estuvieron alimentándose de la fruta de dos árboles de *Ficus* spp. y en ningún momento se observaron relaciones agresivas. El comportamiento anterior sugiere que no fue un encuentro entre machos de grupos diferentes sino que eran parte de un mismo grupo. Para la composición de un subgrupo formado por machos este es un número relativamente grande ($n = 18$) y solo es similar a la que fue observada en dos grupos de *A. belzebuth chamek* compuestos por 11 a 15 machos adultos y 5 a 7 machos subadultos (Shimooka et al. 2008). La única referencia de otro estudio para *A. geoffroyi* reporta hasta 10 machos adultos por grupo (Ramos-Fernández et al. 2003), lo cual representa aproximadamente la mitad de machos que la que reportamos para algunos subgrupos en “Cerro Chango”.

Patrones de actividad. Nuestros resultados, y lo reportado por otros autores, muestran que los patrones de actividad son variables dentro de la misma especie, y entre especies de mono araña (Richard 1970; Klein y Klein 1977; White 1986; Chaves et al. 2011). Parte de las diferencias puede deberse a la estacionalidad en que se colectaron los datos, condiciones ambientales de los sitios y composición de los subgrupos observados. Considerando las limitaciones en la comparación debidas a las diferencias entre los estudios mencionadas anteriormente, intentamos detectar diferencias y similitudes

generales con los patrones de actividad reportados. Una consistencia en los diferentes estudios fue la mayor proporción de tiempo que el mono araña ocupó en el descanso comparado con el movimiento y la alimentación. Este patrón fue reportado también para *A. geoffroyi* en algunos sitios de selva continua en la región Lacandona, México (Chaves *et al.* 2011); *A. geoffroyi* en la Isla de Barro Colorado, Panamá (Richard 1970); *A. belzebuth* en el Parque Nacional Yasuni, Ecuador (Suarez 2006); *A. belzebuth* en el Parque Nacional La Macarena, Colombia (Klein y Klein 1977); y *A. paniscus* en el Parque Nacional Manu, Perú (White 1986). Todos estos estudios fueron realizados en sitios de selvas húmedas. En la comparación de nuestros resultados con los estudios antes mencionados, la proporción de tiempo dedicada a la alimentación y al movimiento presentó más variación que el descanso entre sitios y especies. En contraste con lo reportado para *A. geoffroyi* en la selva Lacandona (Chaves *et al.* 2011), en nuestro estudio, como en el de Richard (1970), esta especie dedicó menos tiempo a la alimentación que al movimiento. Se ha sugerido que los monos araña dedica más tiempo a la alimentación en fragmentos de selva que en áreas continuas, y que en éstas últimas su movimiento es mayor (Chaves *et al.* 2011). Igualmente, se ha propuesto que el aumento en el tiempo dedicado a la alimentación podría estar relacionado con la disminución temporal en el tamaño de las frutas que predominan en la dieta de los monos, debido a que se invierte más tiempo en la manipulación de frutos de menor tamaño (Wallace 2005). Las evidencias indican que en los fragmentos de selva disminuye la disponibilidad de árboles frutales grandes de las especies preferidas por *Ateles* (Chaves *et al.* 2012), y que en respuesta a la escases de su alimento preferido los monos araña cambian a una dieta en general más diversa y de calidad relativamente inferior (González-Zamora *et al.* 2008; Chaves *et al.* 2011, 2012). Por lo tanto, es razonable esperar que en hábitats fragmentados los monos empleen más tiempo en la alimentación o ajusten el tiempo dedicado al descanso y el movimiento, para compensar por el consumo de alimentos de menor contenido nutritivo y energético. Es probable que en "Cerro Chango" exista una disponibilidad de alimento relativamente constante debido a la existencia de especies que son abundantes como *Brosimum alicastrum* y a especies que producen frutos de manera asincrónica como *Ficus* spp., además de especies como *Manilkara zapota* y *Pouteria sapota* que producen frutos grandes y carnosos con alto contenido en azúcares. Es probable que las variaciones encontradas en el tiempo dedicado a las actividades se deban también en parte a la composición de los subgrupos, como lo sugieren nuestros resultados en los patrones de actividades por categoría de individuo. El patrón general de actividades por zona mostró que el tiempo dedicado al descanso fue mayor en el Oeste, donde hallamos la mayor agregación de machos, y las actividades de los machos adultos mostraron diferencias significativas respecto a las de todas las demás categorías, particularmente debido a que descansaron más y se alimentaron menos. Por su parte, el patrón de actividades de las hembras jóvenes mostró que se alimentaron más y descansaron menos que las hembras adultas con cría y los machos jóvenes, y que estas diferencias también fueron significativas. Así como se ha sugerido que las necesidades particulares de cada individuos en combinación con la densidad y distribución de los recursos alimentarios influyen en el tamaño y composición de sus subgrupos (Chapman (1990), con los resultados obtenidos en este trabajo podemos sugerir que la composición de los subgrupos influye en los patrones de actividad del mono araña.

Dieta. Los monos araña en “Cerro Chango” mostraron un comportamiento frugívoro con 85% de los registros de alimentación empleados en el consumo de fruta, que comparativamente es uno de los porcentajes más altos de dieta frugívora que se han reportado para el género *Ateles* (77%; Di Fiore et al. 2008) y la especie *A. geoffroyi* (67%, González-Zamora et al. 2009). El número de especies o morfoespecies que este primate consume varía entre los sitios de estudio y está relacionado con diferencias en la abundancia y composición florística de los hábitats en el área de su distribución (Russo et al. 2005; Suarez 2006; González-Zamora et al. 2009). En nuestro sitio de estudio el mono araña utilizó 30 especies de plantas en su dieta anual, un número cercano al promedio de 31-40 especies reportado para *A. geoffroyi* en otros sitios de Mesoamérica (Cant 1977; González-Zamora et al. 2009), y que podría aumentar si se continuara el registro de su comportamiento alimentario. De las especies determinadas, *Bunchosia lindeniana* no habían sido reportadas como parte de la dieta de *A. geoffroyi* en toda el área de su distribución. La dominancia de sólo cuatro géneros de plantas consumidas en mayor proporción por el mono araña en este sitio es consistente con el comportamiento reportado para el género *Ateles* (Di Fiore et al. 2008). En la mayor parte del año uno o dos de los géneros de plantas preferidos contribuyeron con el 50% o más del tiempo mensual total dedicado a la alimentación. El género *Brosimum* fue consumido por los monos durante todos los meses y a su uso contribuyó el consumo regular de hojas cuando los frutos no estuvieron disponibles. Mientras que *Ficus* fue el género consumido en mayor proporción de tiempo y su uso se debió sobre todo al consumo de los frutos. En un estudio preliminar sobre el mono araña y su hábitat en “Cerro Chango”, se encontró que *B. alicastrum* fue la especie dominante en la comunidad de selva alta perennifolia de este sitio (Ortiz-Martínez, datos no publicados), tal como se ha reportado para otras comunidades de selvas húmedas en el sureste mexicano (Martínez y Galindo Leal 2002). *Brosimum* es un género abundante y con amplia distribución y por esta razón no es extraño que sea uno de los dos géneros más utilizados como alimento por *Ateles* en los sitios donde se le ha estudiado (White 1986; Russo et al. 2005; Wallace 2005; Di Fiore et al. 2008; González-Zamora et al. 2008). La otra especie importante en la dieta del mono araña en “Cerro Chango” y otros sitios donde se le ha estudiado es el género *Ficus* (Russo et al. 2005; González-Zamora et al. 2008), el cual también tiene amplia distribución, pero a diferencia de *Brosimum* su mayor abundancia parece estar restringida al bosque ripario mientras que en otras condiciones ocurre en baja densidad (Gautier-Hion y Michaloud 1989; Wallace 2005). Será de particular interés continuar el estudio de comportamiento alimentario en este sitio para detectar variaciones en el consumo de especies y partes de las plantas en periodos mayores al ciclo anual, así como establecer senderos para monitorear la fenología de las plantas, particularmente de las especies más consumidas.

Conservación. El área de selva de “Cerro Chango” se encuentra en condiciones que permiten el flujo de individuos de mono araña en un área de ca. 41 km². Esta condición del hábitat y los resultados de la densidad estimada sugieren que la población de monos araña bajo estudio es potencialmente viable. El Área Destinada Voluntariamente a la Conservación en este sitio es una oportunidad para evaluar las oportunidades de conservación en áreas protegidas administradas por los propietarios y no por el gobierno federal. El éxito en esta modalidad de áreas para la conservación depende no sólo de

los incentivos federales, sino de la voluntad y organización de los propietarios para cumplir con la responsabilidad inherente a la certificación del área y el desarrollo de actividades que la hagan rentable. “Cerro Chango” es un ejido con habitantes de origen chinanteco que practican la agricultura tradicional y la cacería de subsistencia, tienen una población pequeña con aprecio por su territorio e interés por la conservación de la naturaleza. Una ventaja importante para la conservación de los monos en este sitio es la iniciativa de sus habitantes de certificar el área con una vigencia a perpetuidad, lo cual da garantía de la protección de los monos en el largo plazo. Lo anterior permite desarrollar en esta ADVC actividades de investigación, manejo, educación ambiental y proyectos sustentables, que funcionen como un modelo para otras comunidades con iniciativa similar o con potencial para la conservación de primates silvestres.

Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades del ejido Nuevo San José Río Manso, por el permiso y el apoyo logístico para realizar el estudio. A los asistentes de campo locales G. Méndez Vargas y J. Méndez Vargas. A los botánicos C. Durán, C. Gallardo, y F. Lorea por su ayuda en la determinación taxonómica de las plantas. Al Instituto Politécnico Nacional; al CONACYT por la beca otorgada a P. Mayoral Chávez y a T. Ortiz Martínez, y apoyo J51278 a G. Ramos Fernández, y particularmente a la CONABIO por el apoyo al proyecto HK009.

Literatura citada

- AURELI, F., y C. M. SCHAFFNER.** 2008. Spider monkeys: Social structure, social relationships and social interactions. Pp. 236-265 in Spider Monkeys: Behavior, Ecology and Evolution of the Genus *Ateles* (Campbell, C. J. Ed.). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- BARRUETA, T., A. ESTRADA, C. POZO, y S. CALMÉ.** 2003. Reconocimiento demográfico de *Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi* en la reserva El Tormento, Campeche, México. Neotropical Primates 11:165-169.
- BERNSTEIN, I. S., P. BALCAEN, L. DRESDALE, H. GOUZOULES, M. KAVANAGH, T. PATTERSON, y P. NEYMAN-WARNER.** 1976. Differential effects of forest degradation on primate populations. Primates 17:401-411.
- BUCKLAND, S. T., D. R. ANDERSON, K. P. BURNHAM, J. L. LAKE, D. L. BORCHERS, y L. THOMAS.** 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
- CAMPBELL, C. J., y N. K. GIBSON.** 2008. Spider monkey reproduction and sexual behavior. Pp. 266-287 in Spider Monkeys: Behavior, Ecology and Evolution of the Genus *Ateles* (Campbell, C. J. Ed.). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- CANT, J. G. H.** 1977. Ecology, locomotion, and social organization of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). Unpublished Ph.D. thesis. University of California. Davis, EE.UU.
- 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.

- CONABIO.** 1988. La diversidad biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CONANP.** 2012. Listado de Áreas Certificadas. Última modificación: 01 Agosto del 2012. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/listado_areas.php
- COLLINS, A. C., Y J. M. DUBACH.** 2000. Biogeographic and ecological forces responsible for speciation in *Ateles*. *International Journal of Primatology* 21:421-444
- CUARÓN, A. D., A. MORALES, A. SHEDDEN, E. RODRIGUEZ-LUNA, Y P. C. DE GRAMMONT.** 2008. *Ateles geoffroyi* ssp. *vellerosus*, in IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. Disponible en: www.iucnredlist.org Bajado el 11 February 2011.
- CHAPMAN, C. A.** 1990. Association patterns of spider monkeys: the influence of ecology and sex on social organization. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 26:409-414.
- CHAPMAN, C., L. J. CHAPMAN, Y K. E. GLANDER.** 1989. Primate populations in northwestern Costa Rica: Potential for recovery. *Primate Conservation* 10:37-44.
- CHAPMAN C. A., WRANGHAM R., Y L. J. CHAPMAN.** 1995. Ecological constraints on group size: An analysis of spider monkey and chimpanzee subgroups. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 36:59-70.
- CHAVES, O. M., K. E. STONER, Y V. ARROYO-RODRÍGUEZ.** 2011. Seasonal differences in activity patterns of Geoffroy's spider monkeys (*Ateles geoffroyi vellerosus*) living in continuous and fragmented forest in southern Mexico. *International Journal of Primatology* 32:960-973.
- CHAVES, O. M., K. E. STONER, Y V. ARROYO-RODRÍGUEZ.** 2012. Differences in diet between spider monkey groups living in forest fragments and continuous forest in Mexico. *Biotropica* 44:105-113.
- DEL VALLE, D. E., G. SÁNCHEZ-BENÍTEZ, C. SOLANO-SOLANO, M. A. HUERTA-GARCÍA, V. MEXA-OLIVA, Y C. GALINDO-LEAL.** 2010. Áreas de Conservación Certificadas en el estado de Oaxaca. WWF-CONANP. Oaxaca, México.
- DI FIORE, A., A. LINK, Y J. L. DEW.** 2008. Diets of wild spider monkeys. Pp 81-137 in *Spider monkeys: behavior, ecology and evolution of the Genus Ateles* (Campbell, C. J. Ed.). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- ESTADA, A., Y R. COATES-ESTRADA.** 1984. Some observations on the present distribution and conservation of *Alouatta* and *Ateles* in southern Mexico. *American Journal of Primatology* 7:133-137.
- ESTADA, A., Y R. COATES-ESTRADA.** 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas, Mexico. *International Journal of Primatology* 17:759-783.
- ESTRADA, A., Y S. MANDUJANO.** 2003. Investigaciones con *Alouatta* y *Ateles* en México. *Neotropical Primates* 11:147-156.
- ESTRADA, A., L. LUECKE, S. VAN BELLE, E. BARRUETA, Y M. ROSALES.** 2004. Survey of black howler (*Alouatta pigra*) and spider (*Ateles geoffroyi*) monkeys in the Mayan sites of Calakmul and Yaxchilán, Mexico and Tikal, Guatemala. *Primates* 45:33-39.
- ESTRADA, A., P. A. GARBER, M. S. M. PAVELKA, Y L. LUECKE.** 2006. Overview of the Mesoamerican primate fauna, primate studies and conservation concerns. Pp. 1-22 in *New perspectives in the study of Mesoamerican Primates: distribution,*

- ecology, behavior and conservation (Estrada, A., P. A. Garber, M. Pavelka, y L. Leucke. Eds.). Springer. New York, EE.UU.
- FEDIGAN, L. M., y M. J. BAXTER.** 1984. Sex differences and social organization in free ranging spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Primates* 25:279-294.
- FORD, S. M.** 2006. The biogeographic history of Mesoamerican primates. Pp. 29-79 in *New perspectives in the study of Mesoamerican Primates: distribution, ecology, behavior and conservation* (Estrada, A., P. A. Garber, M. Pavelka, y L. Leucke. Eds.). Springer. New York, EE.UU.
- GALLARDO, G., A. NUÑEZ, y L. F. PACHECO.** 2010. Transectos lineales como opción para estimar abundancia de vicuñas (*Vicugna vicugna*): Estudio de caso en el Parque Nacional Sajama, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 45: 64-72.
- GARCÍA, E.** 1997a. Carta de climas. Sistema de Köppen, modificado por E. García. Escala 1:1 000 000. Conabio-Estadigrafía. Ciudad de México, México.
- GARCÍA, E.** 1997b. Precipitación total anual. Escala 1:1 000 000. Conabio-Estadigrafía. Ciudad de México, México.
- GARCÍA, E.** 1997c. Isotermas medias anuales (Zonas térmicas según el sistema de Köppen modificado por E. García). Escala 1:1 000 000. Conabio-Estadigrafía. Ciudad de México, México.
- GAUTIER-HION, A., y G. MICHALOUD.** 1989. Are figs always keystone resources for tropical frugivorous vertebrates? A test in Gabon. *Ecology* 70:1826-1833.
- GONZÁLEZ-ZAMORA, A., V. ARROYO-RODRÍGUEZ, O. M. CHAVES, S. SÁNCHEZ-LÓPEZ, K. E. STONER, y P. RIBA-HERNÁNDEZ.** 2009. Diets of spider monkey (*Ateles geoffroyi*) in Mesoamerica current knowledge and future directions. *American Journal of Primatology* 71: 8-20.
- GONZÁLEZ, A., M. ALFARO, M. BOLAÑOS, J. DE LOS SANTOS, J. ROSALÍO, y J. LÓPEZ PANIAGUA.** 1999. Informe para el proyecto PNUD-SEMARNAP-GEF. Componente: Delimitación de la Importancia Biológica, Amenazas y sus Causas, del proyecto "Conservación de la biodiversidad y desarrollo sustentable en áreas prioritarias" para la Región de la Chinantla, Oaxaca. PAIR A. C. - Grupo Mesófilo. Ciudad de México, México.
- GONZALEZ-KIRCHNER, J. P.** 1999. Habitat use, population density and subgrouping pattern of the Yucatan spider monkey (*Ateles geoffroyi yucatanensis*) in Quintana Roo, Mexico. *Folia Primatologica* 70:55-60.
- HALL, E. R.** 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley and Sons. New York, EE.UU.
- INEGI.** 2003. Conjunto de datos vectoriales de la carta topográfica E15C21 Xochiapa, escala 1:50 000. Ciudad de México, México.
- INEGI.** 2010. Conjunto Nacional de usos de suelo y vegetación, escala 1:250 000, serie IV, DGG-INEGI. Ciudad de México, México.
- KLEIN, L. L., y D. J. KLEIN.** 1977. Feeding behavior of the Colombian spider monkey. Pp. 159-181 in *Primate Ecology: studies of feeding and ranging behavior in lemurs, monkeys and apes* (Clutton-Brock, T. H. Ed.). New York Academic Press. New York, EE.UU.
- LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LEGEPA).** 2008. Decreto por el que se reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para fortalecer la certificación

- voluntaria de predios. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México México.
- LOVEJOY, T. E., R. O. BIERREGAARD, A. B. RYLANDS, J. R. MALCOLM, C. E. QUINTINELA, L. E. HARPER, K. S. BROWN, A. H. POWELL, G. V. POWELL, H. O. SCHUBART, Y M. B. HAYS.** 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. Pp. 257-285 in Conservation Biology: the science of the scarcity and diversity (Soulé, M. E. Ed.). Sinauer Associates, Sunderland. Massachusetts, EE.UU.
- MARTIN, P., Y P. B. BATESON.** 1993. Measuring Behaviour: An introductory guide. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- MARTÍNEZ, E. Y C. GALINDO LEAL.** 2002. La vegetación de Calakmul, *Campeche*, México: clasificación, descripción y distribución. Boletín de la Sociedad Botánica de México 71:7-32.
- MUÑOZ, D., A. ESTRADA, Y Y. GARCÍA DEL VALLE.** 2008. Survey and conservation of a relict population of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in the Sumidero Canyon, Mexico. Tropical Conservation Science 1:151-162.
- NAVARRO FERNÁNDEZ, E., C. POZO DE LA TIJERA, Y E. ESCOBEDO CABRERA.** 2003. Afinidad ecológica y distribución actual de Primates (Cebidae) en Campeche, México. Revista de Biología Tropical 51:591-600.
- ORTIZ-MARTÍNEZ, T.** 2008. Distribución y estado de conservación de los primates silvestres en el estado de Oaxaca, México. Tesis de Doctorado, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- ORTIZ-MARTÍNEZ, T., V. RICO-GRAY, Y E. MARTÍNEZ-MEYER.** 2008. Predicted and verified distribution of *Ateles geoffroyi* and *Alouatta palliata* in Oaxaca, Mexico. Primates 49:186-194.
- PERES, C. A.** 2000. Evaluating the impact and sustainability of subsistence hunting at multiple Amazonian forest sites. Pp. 31-56 in Hunting for sustainability in tropical forests (Robinson, J. G., y E. L. Bennett. Eds.). Columbia University Press. New York, EE.UU.
- PERES, C. A.** 2001. Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on amazonian forest vertebrates. Conservation Biology 15: 1490-1505.
- RAMOS-FERNANDEZ, G.** 2005. Vocal communication in a fission-fusion society: do spider monkeys stay in touch with close associates. International Journal of Primatology 26:1077-1092.
- RAMOS-FERNÁNDEZ, G., Y B. AYALA-OROZCO.** 2003. Population size and habitat use of spiders monkeys at Punta Laguna, Mexico. Pp. 191-209 in Primates in fragments: ecology and conservation (Mash, L. K. Ed.). Kluwer/Plenum Press. New York, EE.UU.
- RAMOS-FERNÁNDEZ, G., L. G. VICK, F. AURELI, C. SCHAFFNER, Y D. M. TAUB.** 2003. Behavioral ecology and conservation status of spider monkeys in the Otoch Ma'ax Yetel Kooh protected area. Neotropical Primates 11:157-160.
- RAMOS-FERNÁNDEZ, G., Y R. B. WALLACE.** 2008. Spider monkey conservation in the twenty-first century: recognizing risks and opportunities. Pp. 351-376 in Spider monkeys: behavior, ecology and evolution of the genus *Ateles* (Campbell, C. J. Ed.). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.

- RICKER, M., I. RAMÍREZ-KRAUSS, G. IBARRA-MARÍQUEZ, E. MARTÍNEZ, C. H. RAMOS, G. GONZÁLEZ-MEDELLÍN, G. GÓMEZ-RODRÍGUEZ, J. L. PALACIO-PRieto, Y H. M. HERNÁNDEZ.** 2007. Optimizing conservation of forest diversity: a country-wide approach in Mexico. *Biodiversity Conservation* 16:1927-1957.
- RICHARD, A.** 1970. A comparative study of the activity patterns and behavior of *Alouatta villosa* and *Ateles geoffroyi*. *Folia Primatologica* 12:241-263.
- ROBINSON, J. G., Y K. H. REDFORD.** 1986. Intrinsic rate of natural increase in Neotropical forest mammals: relationship to phylogeny and diet. *Oecologia* 68:516-520.
- RUSSO, S. E., C. J. CAMPBELL, J. L. DEW, P. R. STEVENSON, Y S. A. SUAREZ.** 2005. A multi-forest comparison of dietary preferences and seed dispersal by *Ateles* spp. *International Journal of Primatology* 26:1017-1036.
- SALAS MORALES, S. H., L. SHIBLI, Y E. TORRES BAHENA.** 2001. La importancia biológica y ecológica. Pp. 27-47 in Chimalapas: la última oportunidad. World Wildlife Found, Programa México y Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, eds. Oaxaca, México.
- SERIO-SILVA, J., V. RICO-GRAY, Y G. RAMOS-FERNÁNDEZ.** 2006. Mapping primate populations in the Yucatán Peninsula, Mexico: A first assessment. Pp. 489-511 in *New perspectives in the study of Mesoamerican Primates: distribution, ecology, behavior and conservation* (Estrada, A., P. A. Garber, M. Pavelka, y L. Leucke. Eds.). Springer. New York, E.E.U.U.
- SILVA-LÓPEZ, G., J. MOTA GILL, Y A. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ.** 2001. Composición sexo-edad en grupos de monos araña, *Ateles geoffroyi vellerosus* Kellog y Goldman (1944), de México y Guatemala. *Foresta Veracruzana* 3:41-46.
- SHIMOOKA, Y.** 2003. Seasonal variation in association patterns of wild spider monkeys (*Ateles belzebuth belzebuth*) at La Macarena, Colombia. *Primates* 44:83-90.
- SHIMOOKA, Y., C. J. CAMPBELL, A. DI FIORE, A. M. FELTON, K. IZAWA, A. LINK, A. NISHIMURA, G. RAMOS-FERNÁNDEZ, Y R. B. WALLACE.** 2008. Demography and group composition of *Ateles*. Pp. 329-348 in *Spider monkeys: behavior, ecology and evolution of the genus Ateles* (Campbell, C. J. Ed.). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- SORENSEN, T. C., Y L. M. FEDIGAN.** 2000. Distribution of three monkey species along a gradient of regenerating tropical dry forest. *Biological Conservation* 92:227-240.
- STRIER, K. B.** 1992. Atelinae adaptations: behavioral strategies and ecological constraints. *American Journal of Physical Anthropology* 88:515-24.
- SUAREZ, S. A.** 2006. Diet and travel costs for spider monkeys in a non-seasonal, hyper-diverse environment. *International Journal of Primatology* 27:411-436.
- SYMINGTON, M. M.** 1987. Ecological and social correlates of party size in the black spider monkeys, *Ateles paniscus chamek*. PhD. Thesis, Princeton University. Princeton, EE.UU.
- SYMINGTON, M. M.** 1990. Fission-Fusion social organization in *Ateles* and *Pan*. *International Journal of Primatology* 11:47-61.
- TOBÓN, W., T. URQUIZA-HAAS, G. RAMOS-FERNÁNDEZ, E. CALIXTO-PÉREZ, J. ALARCÓN, M. KOLH, Y P. KOLEFF.** 2012. Prioridades para la conservación de los primates en México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Asociación

Mexicana de Primatología, A. C.-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
Ciudad de México, México.

- VAN SCHAİK, C. P.** 1983. Why are diurnal primates living in groups? *Behaviour* 87:120-144.
- VICK, L. G.** 2008. Immaturity in spider monkeys: a risky business. Pp. 288-328 in *Spider Monkeys: Behavior, Ecology and Evolution of the Genus Ateles* (Campbell, C. J. Ed.). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- VILLA, B.** 1958. El mono araña (*Ateles geoffroyi*) encontrado en la costa de Jalisco y en la región central de Tamaulipas. *Anales del Instituto de Biología* 28:345-348.
- WALLACE, R. B.** 2005. Seasonal variations in diet and foraging behavior of *Ateles chamek* in a southern Amazonian tropical forest. *International Journal of Primatology* 26:1053-1075.
- WALLACE, R. B.** 2008. Factors influencing spider monkeys habitat use and ranging patterns. Pp. 138-154 in *Spider monkeys: behavior, ecology and evolution of the genus Ateles* (Campbell, C. J. Ed.). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- WEGHORST, J.** 2007. High population density of black-handed spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in Costa Rican lowland wet forest. *Primates* 48:108–116.
- WHITE, F.** 1986. Census and preliminary observations on the ecology of the black-faced black spider monkey (*Ateles paniscus chamek*) in Manu National park, Peru. *American Journal of Primatology* 11:125-132.

Sometido: 1 de noviembre de 2012

Revisado: 18 de noviembre de 2012

Aceptado: 19 de noviembre de 2012

Editor asociado: Miguel Briones

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Tamaño poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en dos Islas del Cielo del Noreste de Sonora, México.

María Eugenia Espinosa-Flores^{1*}, Nalleli E. Lara-Díaz¹
y Carlos Alberto López-González¹

Abstract

The black bear is an endangered species in Mexico, like the majority of the large carnivores they are distributed in small and isolated populations and thus their conservation depends on understanding their population status. During 2009, we estimated the abundance and density of the black bear in Sierra de Ajos and Sierra de San Luis in the Northeast Sonora, using camera traps. We defined patches (Sierras) as a combination of elevation and vegetation types in this part of the range. We extrapolated the densities to patch area to estimate population size, obtaining a density of 14.0 ind/100 km² in San Luis and 2.0 ind/100 km² in Ajos and a population size of 218 and 24 individuals respectively. Sierra de San Luis is a larger patch than Sierra de Ajos, which influences directly the population size directly. Furthermore, Sierra de Ajos is isolated from other Sky Islands, resembling a sinkhole population with no evidence for reproduction. It is necessary to continue monitoring black bear populations of the Sky Islands, to determine population trends and related factors that cause the variation of population size among the Sky Islands.

Key words: abundance, carnivores, density, patch size, Sky Islands, cameras traps.

Resumen

El oso negro se encuentra en peligro de extinción en México, como la mayoría de los grandes carnívoros, se distribuye en poblaciones pequeñas y aisladas, por ende su conservación requiere de contar con conocimiento actual de sus poblaciones. Durante el 2009, estimamos la densidad del oso negro en Sierra de Ajos y Sierra de San Luis en el Noreste de Sonora, utilizando trampas cámara. Definimos los parches (Sierras) como la combinación de elevación y tipos de cobertura utilizados por la especie. Para estimar el tamaño poblacional, la densidad se extrapoló al área de cada parche. Obtuvimos una densidad de 14.0 ind/100 km² en San Luis y de 2.0 ind/100 km² en Ajos y un tamaño poblacional de 218 individuos y 24 individuos respectivamente. Sierra de San Luis es un parche más grande que Sierra de Ajos, lo que influye directamente en un mayor tamaño poblacional. Además, Sierra de Ajos se encuentra más aislada de otras Islas, por

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

E-mail: eugeniaursusespinosa@gmail.com (MEE-F), nalleli.lara@yahoo.com.mx (NEL-D), cats4mex@gmail.com (CAL-G)

*Corresponding author

lo que es posible que funcione como una población sumidero y no hay evidencia de presencia de una población reproductiva. Es necesario continuar con el monitoreo de las poblaciones de oso negro en otros parches de las Islas del Cielo, para determinar sus tendencias poblacionales e identificar los factores que contribuyen a la variación en el tamaño poblacional entre las Islas del Cielo.

Palabras clave: abundancia, carnívoros, densidad, Islas del Cielo, tamaño parche, trampas cámara.

Introducción

El declive de las poblaciones de carnívoros es un problema a nivel global (Weber y Rabinowitz 1996), ya que han sufrido reducciones dramáticas en su abundancia y en su intervalo histórico de distribución en los últimos 200 años (Woodroffe 2000).

Actualmente, la gran mayoría de los carnívoros de talla grande (> 20 kg) existen en poblaciones pequeñas y aisladas (Meffe y Carroll 1994). Lo que contribuye a que la recuperación de sus poblaciones sea lenta, debido además a sus bajas tasas reproductivas, de crecimiento y bajas densidades (Woodroffe y Ginsberg 1998). Así mismo, por sus requerimientos de grandes áreas se encuentran en constante conflicto con el ser humano (Noss *et al.* 1996; Woodroffe 2000) y su habilidad para dispersarse se ve limitada cuando deben atravesar hábitats abiertos o urbanizados (Weaver *et al.* 1996). Tales factores hacen que las especies de grandes carnívoros sean más propensas a la extinción (Lacy 2000).

Uno de los principales retos de la conservación biológica es revertir la reducción de las poblaciones de grandes carnívoros (Weber y Rabinowitz 1996). Sin embargo, para lograrlo es necesario determinar su distribución, abundancia y densidad, además de identificar los factores por los cuales sus poblaciones varían (Baldwin y Bender 2009). Debido a que actualmente sus poblaciones se distribuyen en hábitats fragmentados (Dixon *et al.* 2006), la conservación de estas especies requiere de un manejo a nivel de paisaje (Linnell *et al.* 2001).

La estructura del paisaje afecta diferentes atributos de las especies, como su abundancia y densidad (Fahrig 2005). Dentro de esta estructura, el tamaño de los parches influye directamente sobre la abundancia de la especie, ya que está correlacionado con la cantidad de recursos disponibles (Ravan y Roy 1997). De este modo, parches más pequeños soportarán poblaciones pequeñas (Lefkovitch y Fahrig 1985) y su subsistencia dependerá de la dispersión de individuos entre los parches de hábitat (Moilanen y Hanski 1998).

En México, el oso negro (*Ursus americanus*) es el carnívoro de mayor tamaño y la única especie de úrsido aún presente en el país (Doan-Crider y Hellgreen 1996). Su distribución se ha reducido hasta un 80% debido a la fragmentación del hábitat y a la cacería (INE 1999), por lo que desde 1986 ha estado protegido por las leyes mexicanas (NOM-059; SEMARNAT 2010) y es una especie prioritaria para ejercer acciones de conservación a través del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER; CONANP 2007).

Al Oeste de su distribución actual, en las serranías de Sonora y Chihuahua, los osos negros se encuentran en las montañas denominadas Islas del Cielo (Hewitt y Doan-

Crider 2008), que se caracterizan por estar rodeadas por grandes extensiones de desierto y pastizales (Onorato et al. 2003), siendo una región naturalmente fragmentada (Hewitt y Doan-Crider 2008). Tal estructura del paisaje provoca que la expansión de las poblaciones de oso negro sea aún más lenta (Onorato y Hellgren 2001).

En las Islas del Cielo el estado actual de las poblaciones de oso negro es incierto. En Chihuahua la especie continua estando presente en la mayoría de su distribución histórica y aunque es posible que haya sido extirpada de algunas zonas, se encuentra en otras donde previamente no ocurría (Calderón-Domínguez et al. 2006). En Sonora los estudios se han enfocado en la Sierra de San Luis, abarcando desde hábitos alimentarios y uso de hábitat (Sierra-Corona et al. 2005; Rodríguez-Martínez et al. 2008) y cuestiones poblacionales como densidad (Sierra-Corona et al. 2005; Varas-Nelson 2010), estructura poblacional (Rodríguez-Martínez et al. 2008), tamaño poblacional (Varas-Nelson 2010) y tendencias poblacionales (López-González y Lara-Díaz 2010).

A pesar de ser una especie bajo categoría de riesgo y un carnívoro tope en las cascadas tróficas, que influye en la estructura y función de los ecosistemas (Ripple y Beschta 2004), se carece de información actual de sus poblaciones a nivel de paisaje. Es por ello, que el objetivo del presente trabajo fue conocer el tamaño poblacional del oso negro en dos Sierras del Noreste de Sonora, con la finalidad de obtener información que contribuya al conocimiento de la especie y sea una base dentro de los programas para su conservación y manejo a nivel de paisaje.

Material y Métodos

Área de Estudio. Se localiza en el Noreste del Estado de Sonora, México, dentro del Archipiélago Madreño, el cual está compuesto por más de 40 “Islas del Cielo” (i. e. montañas aisladas por pastizales, desiertos y valles intermontanos; Warshall 1994).

En esta región muchas especies templadas alcanzan el límite de su distribución al sur mientras que algunas especies tropicales alcanzan su límite norte (Felger y Wilson 1994)

Los sitios de estudio incluyeron dos Islas del Cielo, localizadas en las coordenadas extremas entre los 31.337° y 30.349° de latitud N y entre los -110.166° y -108.706° de longitud W. Sierra de Ajos que se encuentra dentro de la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos Bavispe y la Sierra de San Luis (Fig. 1). En estas Sierras la vegetación dominante es el bosque de encino, donde las especies más comunes incluyen *Quercus emoryi*, *Q. oblongifolia*, *Q. arizonica*, *Juniperus monosperma* y *J. deppeana* (CONABIO 2009a, b). En las partes más elevadas (1,200 a 2,240 msnm) se encuentran bosques de pino encino caracterizados por *Pinus engelmannii*, *P. ponderosa* y *Arbutus arizonica* (Brown 1994; CONANP 2001). En las partes bajas (800 msnm) se encuentra el chaparral, donde las especies dominantes son *Dasyllirion wheeleri*, *Nolina microcarpa*, *Yucca torreyi*, *Y. baccata*, *Y. rostrata*, *Acacia constricta* y *Arctostaphylos pungens* (Brown 1994). La parte de pastizal la componen principalmente los géneros *Aristida* sp., *Bouteloua* sp., *Digitaria* sp., *Muhlenbergia* sp., *Setaria* sp. y *Panicum* sp. (Martínez-Yrizar et al. 2010).

Sierra de Ajos tiene una forma irregular y elongada con un gradiente altitudinal que va de los 1,050 a 2,625 msnm. Se encuentra aislada de otras Islas del Cielo por distancias que varían entre los 34 y 60 km donde se cuenta con presencia de la especie

(e. g. Sierra de San Luis, Sierra del Tigre, Sierra Madera, Montañas Mule y Montañas Huachucas). Por otro lado, la Sierra de San Luis representa un parche con una forma más circular y regular, cuyo gradiente altitudinal va de los 1,300 a 2,520 msnm; se localiza a una distancia de 5 a 15 km de otras Islas (e. g. Sierra del Tigre, Montañas Peloncillo y Montañas Animas).

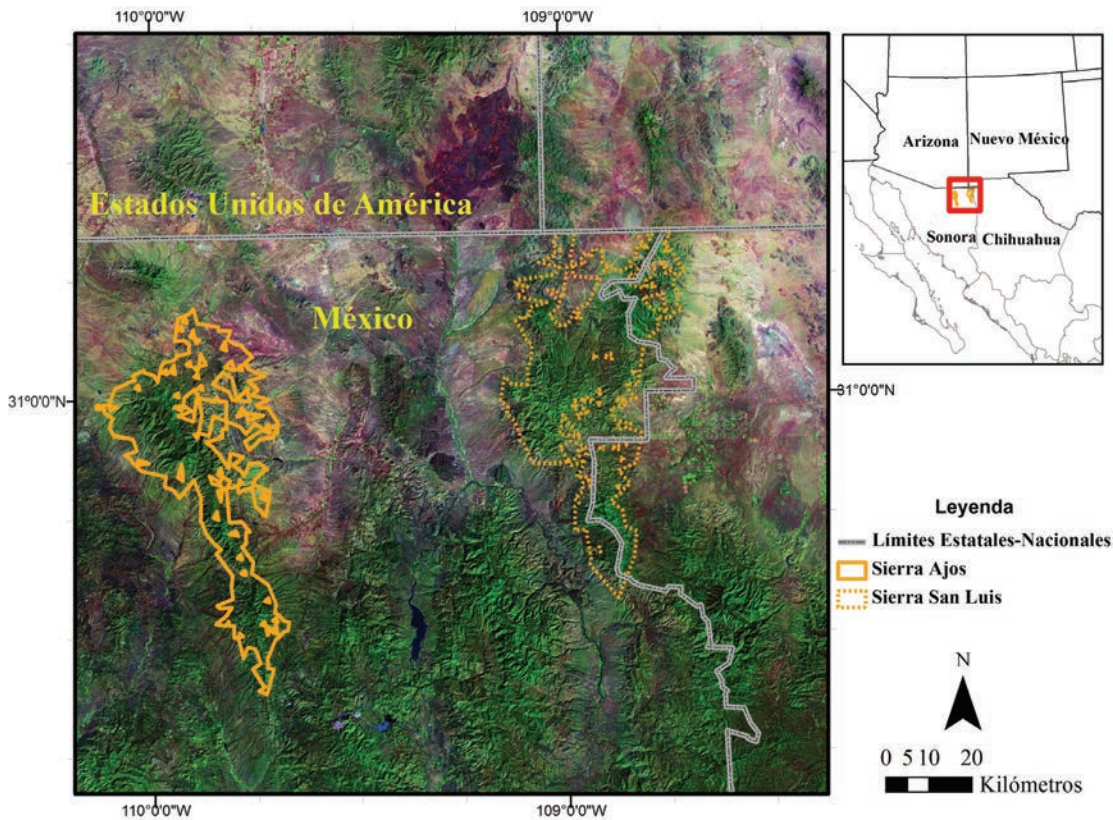


Figura 1. Localización geográfica de las Islas del Cielo, donde los polígonos representan una combinación de bosques y matorrales a una altitud mayor a 1,268 m.

Debido a la alta diversidad biológica de fauna y de ecosistemas, ambas Sierras están consideradas como regiones terrestres prioritarias por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 2009a, b). Cabe destacar, que en estas Sierras se han registrado otras especies de carnívoros que se encuentran también en peligro de extinción en México (e. g. ocelote-*Leopardus pardalis*; jaguar-*Panthera onca*; Lara-Díaz 2010)

Muestreos. Durante el 2009, se instalaron 29 y 27 trampas cámara Wildview 2® en la Sierra de Ajos y la Sierra de San Luis respectivamente (Fig. 2 y 3). En Sierra de Ajos el período de actividad fue de 41 días continuos en promedio durante abril-mayo, con un esfuerzo total de muestreo de 1,148 días/cámara. Mientras que para la Sierra de San Luis fue de 37 días continuos en promedio durante julio-agosto, con un esfuerzo total de muestreo de 1,007 días/cámara.

Las trampas cámara fueron colocadas en veredas identificadas como paso de fauna y distribuidas a una distancia promedio aproximada de 1 km entre ellas. Frente a cada cámara (aprox. a 3 m) se colocó un atrayente que consistió en sardina comercial, una mezcla de maíz con avena y extracto de vainilla. Las trampas cámara fueron programadas para activarse cada minuto, registrando el día y la hora (en formato militar) y para capturar tres eventos fotográficos sucesivos, una vez que fueran activadas.

Abundancia y densidad. Las fotografías de oso negro obtenidas durante los muestreos, fueron sometidas a un análisis ciego, en el que cinco investigadores llevaron a cabo la identificación de individuos de modo independiente (*i. e.* sin conocer los resultados de los otros investigadores) por medio de marcas individuales (*e. g.* tamaño corporal, color de pelaje, cicatrices; Kelly *et al.* 2008). Las fotografías no utilizables fueron eliminadas durante el análisis (*e. g.* fotografías de baja calidad, cuerpo parcial; Kelly *et al.* 2008). El número de individuos considerado para construir las historias de captura fue la mediana del número de individuos identificados (13 para Sierra de San Luis y 3 para Sierra de Ajos). El resultado del conteo de individuos por los observadores en Sierra de San Luis fue 7, 13, 13, 13, 15 y para Sierra de Ajos fue de 3, 3, 3, 3, 3.

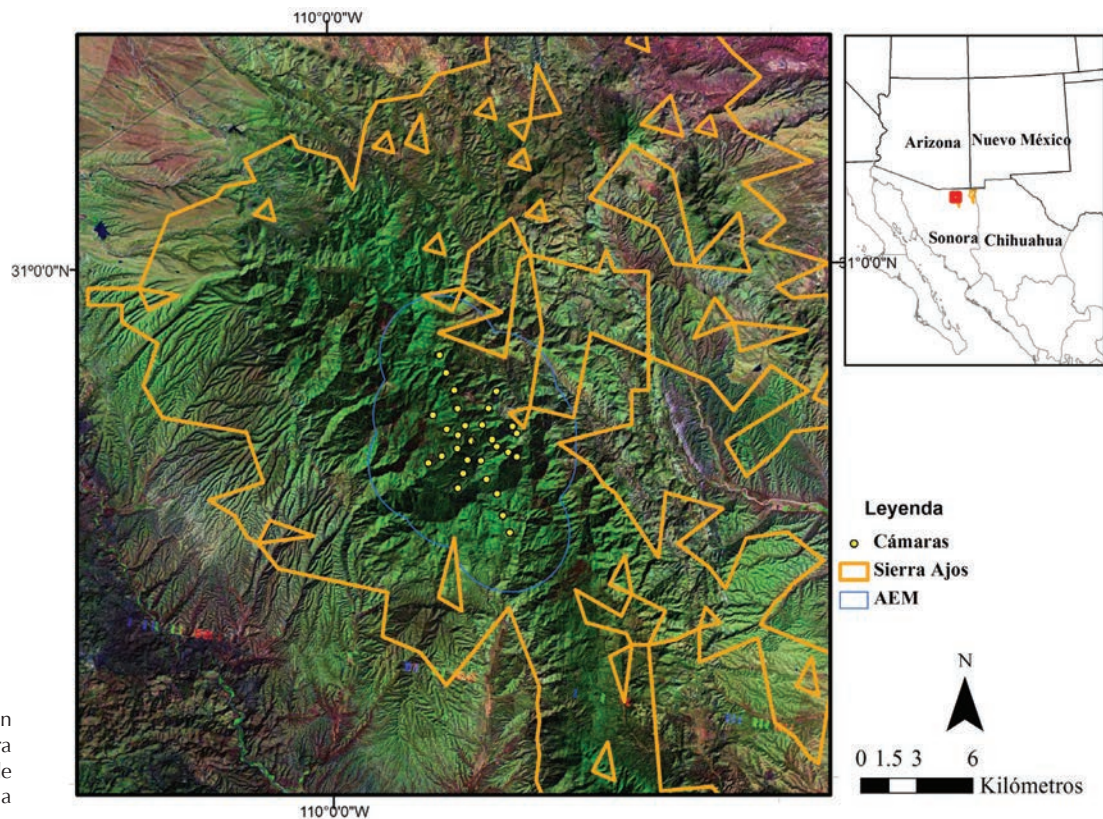


Figura 2. Distribución de las trampas cámara y área efectiva de muestreo (AEM) en la Sierra de Ajos.

Posteriormente, llevamos un consenso simultáneo entre los cinco observadores para determinar las recapturas de cada individuo. La variación en la identificación no se tomó en cuenta con el fin de evitar una sobrestimación y/o subestimación.

Con esta información, se construyó un historial de captura-recaptura para cada oso identificado, considerando como recaptura a las fotografías del mismo individuo separadas por un período igual o mayor de 24 horas (Yasuda 2004). Las historias de captura-recaptura fueron analizadas utilizando el programa MARK 6.0 con la herramienta CAPTURE (White 2008) con los supuestos de una población cerrada y el modelo de probabilidad de captura apropiado (Nichols y Karanth 2002).

Para estimar la densidad, primero calculamos el área efectiva de muestreo (AEM), generando un área de amortiguamiento alrededor de cada trampa cámara, tomado como base el ámbito hogareño registrado para la Sierra de San Luis (32.33 km²; López-González y Lara-Díaz 2010). Estas áreas, se disolvieron y fueron sumadas, representando

así el AEM, la cual fue expresada en km². Para Sierra de Ajos el AEM fue de 131.33 km² y para Sierra de San Luis de 109.89 km² (Fig. 2 y Fig. 3).

La densidad (expresada como ind/km²) se calculó dividiendo la abundancia entre el AEM correspondiente para cada Sierra.

Tamaño del parche. Para el presente trabajo definimos a los parches, como una unidad fundamental del paisaje (Hanski y Gilpin 1991). En este caso, caracterizado por la percepción particular de la especie sobre su ambiente (Danielson 1992; With 1994; McGarigal y Marks 1995).

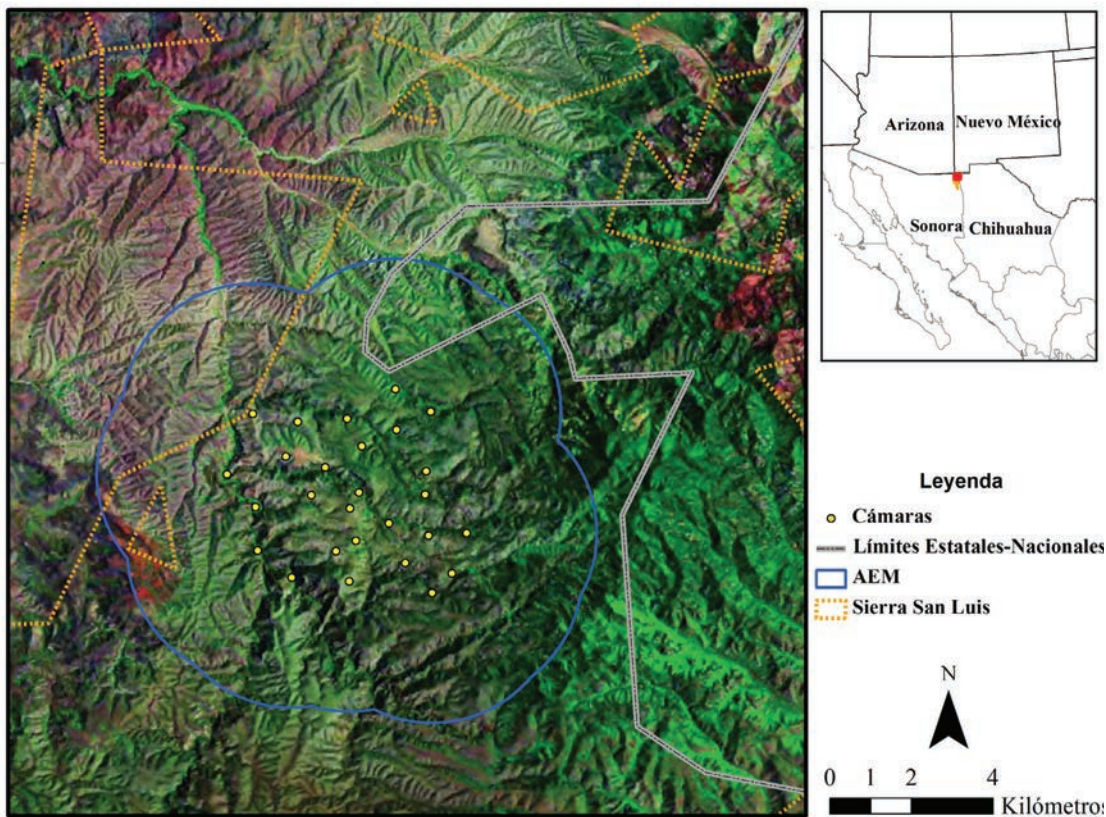


Figura 3. Distribución de las trampas cámara y área efectiva de muestreo (AEM) en la Sierra de San Luis.

Estos parches fueron definidos con ayuda del programa ArcMap 9.3 (ESRI 2008); determinamos el área total de cada Sierra, por medio del uso de modelos digitales de elevación (Menke 2008) y por las imágenes de satélite a una resolución de 1 km de los tipos de vegetación usados por el oso negro (Hansen *et al.* 1998). De este modo, la altitud más baja a la cual se registro un oso durante los muestreos fue de 1268 m y los bosques y matorrales, vegetación seleccionada por el oso negro en la región (Rodríguez-Martínez *et al.* 2008). Combinamos ambas variables (formato Raster) para obtener una capa única representando bosques y matorrales a una altitud mayor de 1,268 m (Fig. 1).

Esta capa se convirtió a datos vectoriales y con la extensión XTools se calculó el área de cada Sierra expresada en kilómetros cuadrados. Finalmente, la densidad previamente obtenida se extrapoló al área total de cada Sierra para obtener el tamaño poblacional.

Resultados

En Sierra de Ajos, el esfuerzo de muestreo fue mayor con un menor número de registros fotográficos ($n = 80$), en Sierra de San Luis el número de registros fotográficos fue considerablemente mayor ($n = 458$). La abundancia estimada por medio de CAPTURE para la Sierra de Ajos fue 3.0 ± 0.01 . La probabilidad de captura se dio por el modelo $M(bh)$, indicando que la probabilidad de captura de los diferentes individuos está dada por el comportamiento (b) y por la heterogeneidad de captura (h). Para la Sierra de San Luis se obtuvo una abundancia de 13.0 ± 2.59 , con un modelo de probabilidad de captura $M(h)$ que indica que la probabilidad de captura varió entre los individuos. La densidad calculada fue de $2.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$ para Sierra de Ajos y $14.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$ para la Sierra de San Luis.

Sierra de San Luis representa un parche de $1,559 \text{ km}^2$, más grande que Sierra de Ajos con $1,188 \text{ km}^2$. Bajo el supuesto de densidades mínimas calculadas, al extrapolarlas al área total de cada Sierra, se obtuvo un tamaño poblacional de 218 para la Sierra de San Luis y 24 individuos para la Sierra de Ajos.

Discusión

Las densidades obtenidas en este estudio son bajas, en comparación con las densidades calculadas para otras Islas del Cielo, por ejemplo, Mazatzal ($33.3 - 50.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$; Lecount 1980; Lecount 1982), Piñaleño ($27.5 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$; Waddell y Brown 1984), Mogollón ($9.4 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$; Costello *et al.* 2001), Sangre de Cristo ($17.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$; Costello *et al.* 2001) y Serranías del Burro ($35.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$; Doan-Crider y Hellgren 1996). En comparación con otros estudios realizados en Sierra de San Luis, la densidad obtenida en este sitio resultó mayor al estudio con la misma metodología ($5.5 \pm 6.5 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$; Sierra-Corona *et al.* 2005), esta diferencia puede deberse a que utilizaron un número menor de trampas cámara ($n = 9$ y $n = 6$), por lo que su área efectiva de muestreo fue menor. Sin embargo, nuestra densidad resultó inferior a la obtenida mediante análisis genéticos ($22.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$; Varas-Nelson 2010) por lo que consideramos que las densidades obtenidas en este estudio son conservadoras.

El tamaño del parche podría ser un factor que explique las diferencias entre las abundancias de las Sierras estudiadas, ya que hábitats y parches más grandes pueden soportar poblaciones más grandes (Lefkovitch y Fahrig 1985; Bowers y Matter 1997).

Adicionalmente, la forma del parche influye en la cantidad de hábitat afectado por el efecto de borde y del mismo modo la cantidad de hábitat interior, por lo tanto, formas más regulares (e. g. circulares, cuadradas) contienen más área interior y menos área borde (Harris y Kangas 1979; Forman 1995). Sierra de Ajos representa un parche de menor tamaño con una forma tendiente a ser elongada e irregular y se encuentra más aislada de otras Islas del Cielo en comparación con Sierra de San Luis, por lo que estas características posiblemente influyen en el número de individuos detectados, reflejo del número de migrantes que pueda recibir (Lomolino 1990).

Adicionalmente, las poblaciones de oso negro en las Islas del Cielo probablemente están estructuradas como una metapoblación (Onorato *et al.* 2004; Varas-Nelson 2010), donde los parches con diferente calidad de hábitat, funcionan como un sistema fuente/

sumidero (Elmhagen y Angerbjörn 2001). En este estudio, Sierra de Ajos presenta características de una población sumidero, con un bajo número de individuos y la ausencia de hembras con crías (a lo largo de cuatro años de monitoreo; Lara *et al.* 2011a); Sierra de San Luis al contrario representa una población fuente, habiéndose documentado reproducción en este sitio por los últimos 10 años (Rodríguez-Martínez *et al.* 2008; López-González y Lara-Díaz 2010).

A pesar de que existe controversia sobre el uso de trampas cámara para estimar la abundancia de especies que no poseen patrones de manchas distintivas entre individuos (Lara *et al.* 2011b) compararon el uso de trampas cámara, transectos de excrementos y conteos aéreos para estimar la abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus cousei*) encontrando que no existían diferencias entre los resultados obtenidos por medio de trampas cámara y conteos aéreos. El caso de oso negro es semejante, por lo cual consideramos que el uso de las trampas cámara es una herramienta confiable para llevar a cabo la estimación del tamaño poblacional en esta especie.

En este estudio se presentan estimaciones de tamaño poblacional para el oso negro en la región y los primeros datos sobre densidad en Sierra de Ajos. Es importante continuar el monitoreo de sus poblaciones, para determinar sus tendencias e identificar los factores que contribuyen a la variación en el tamaño poblacional, generando de este modo estrategias para su manejo y conservación en la región.

Agradecimientos

A Naturalia A. C., CONANP-Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe y Fundación Cuenca Los Ojos, por el apoyo brindado para la elaboración de este trabajo. Al PROMEP-FNB-2008-04 "Respuesta poblacional, espacio-temporal y fisiológica del oso negro (*Ursus americanus*) a un gradiente latitudinal como prueba de una hipótesis demográfica" por el financiamiento otorgado. A CONANP y CONABIO por el apoyo económico otorgado dentro del proyecto de "Reintroducción del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) en la Sierra Madre Occidental". Al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. por el apoyo económico otorgado a través del proyecto "Fortalecimiento e implementación de un programa de monitoreo de especies clave para la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos Bavispe y la RPC Cuenca del Río San Pedro". A las siguientes personas por su apoyo en el trabajo de campo: G. Carreón, M. Cirett, H. Coronel, A. González, D. Zamora, R. Jiménez, L. Portillo y G. Flores.

Literatura citada

- BALDWIN, R. A., y L. C. BENDER.** 2009. Survival and productivity of a low-density black bear population in Rocky Mountain National Park, Colorado. *Human-Wildlife Conflicts* 3:271-281.
- BOWERS, M. A., y S. F. MATTER.** 1997. Landscape ecology of mammals: relationships between density and patch size. *Journal of Mammalogy* 78:999-1013.
- BROWN, D. E.** 1994. *Biotic Communities: Southwestern United States and Northwestern México.* University of Utah Press. Salt Lake City, EE.UU.
- CALDERÓN-DOMÍNGUEZ, P., E. CARREÓN-HERNÁNDEZ, A. LAFÓN-TERRAZAS, y J. C. GÚZMAN-ARANDA.** 2006. Distribución espacio temporal de las poblaciones de oso

- negro (*Ursus americanus*) en el Estado de Chihuahua. Protección de la Fauna Mexicana. A. C. Ciudad de Chihuahua, México.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD)**. 2009a. Regiones Terrestres Prioritaria Sierra de Ajos-Buenos Aires-La Púrica. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_042.pdf. Fecha de consulta 17 de septiembre de 2010.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD)**. 2009b. Regiones Terrestres Prioritaria Sierra de San Luis-Janos. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_045.pdf. Fecha de consulta 15 de septiembre de 2010.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)**. 2001. Estudio previo justificativo, área de protección de flora y fauna Mavavi. SEMARNAT, Ciudad de México, México.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)**. 2007. Programa de conservación de especies en riesgo. PROCER. 2007- 2012. http://www.conanp.gob.mx/pdf_especies/PROCERFinalpubmar2009.pdf. Fecha de consulta 03 de septiembre de 2010.
- COSTELLO, C. M., D. E. JONES, K. A. GREEN-HAMMOND, R. M. INMAN, B. C. THOMPSON, R. A. DEITNER, Y H. B. QUIGLEY**. 2001. A study of black bear ecology in New Mexico with models for populations dynamics and habitat suitability. Final report, Federal Aid in Wildlife Restoration Project W-131-R. New Mexico Department of Game and Fish. Santa Fe, EE.UU.
- DANIELSON, B. J.** 1992. Habitat selection, interspecific interactions and landscape composition. *Evolutionary Ecology* 6:399–411.
- DIXON, J. D., M. K. OLI, M. C. WOOTEN, T. H. EASON, J. M. MCCOWN, Y D. PAETKAU**. 2006. Effectiveness of a regional corridor in connecting two Florida black bear populations. *Conservation Biology* 20:155–162.
- DOAN-CRIDER, D. L., Y E. C. HELLGREN**. 1996. Population characteristics and winter ecology of black bears in Coahuila, Mexico. *Journal of Wildlife and Management* 60:398-407.
- ELMHAGEN, B., Y A. ANGERBÖRN**. 2001. The applicability of metapopulation theory of large mammals. *Oikos* 94:89-100.
- FAHRIG, L.** 2005. When is a landscape perspective important? Pp. 3-10 in *Issues and perspectives in landscape ecology* (Wiens, J., y M. Moss. eds). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- FELGER, R. S., Y M. F. WILSON**. 1994. Northern Sierra Madre Occidental and its Apachian outliers: a neglected center of biodiversity. Pp. 36-59 in *Biodiversity and management of the Madrean Archipelago: the sky islands of southwestern United States and northwestern Mexico*. (Debano, L. F., P. F. Ffolliott., A. Ortega-Rubio, G. J. Gottfried, R. H. Hamre, y C. B. Edminister. Comp.). U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Fort Collins, EE.UU.
- FORMAN, R. T. T.** 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 10:133-142.

- HANSEN, M., R. DEFRIES, J. R. G. TOWNSHEND, Y R. SOHLBERG.** 1998. UMD Global Land Cover Classification, 1 Kilometer, 1.0, Department of Geography, University of Maryland, College Park, Maryland, 1981-1994. Maryland, EE.UU.
- HANSKI, L., Y M. GILPIN.** 1991. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological Journal of the Linnean Society* 42:3-16.
- HARRIS, L. D., Y P. KANGAS.** 1979. Designing future landscapes from principles of form and function. In *Our National Landscape: Applied Techniques for Analysis and Management of the Visual Resource*. Pp. 725-729. (Pilsner, G. H., y R. C. Smardon. Eds). General Technical Report PSW-34, U.S. Forest Service. Washington, EE.UU.
- HEWITT, D. G., Y D. DOAN-CRIDER.** 2008. Metapopulations, food, and people: bear management in northern Mexico. Pp. 165-182 in *Wildlife Science: Linking ecological theory and management applications*. (Fulbright, T. E., y D. G. Hewitt. Eds.). CRC Press. Baton Rouge, EE.UU.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA).** 1999. Proyecto para la Conservación del Oso Negro (*Ursus americanus*) en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México, México.
- KELLY, M. J., A. J. NOSS, M. S. DI BITETTI, L. MEFFEL, 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.
- LACY, R. C.** 2000. Considering threats to the viability of small populations using individual-based models. *Ecological Bulletins* 48:39-52.
- LARA-DÍAZ, N. E.** 2010. La comunidad de mamíferos previa a la liberación de *Canis lupus baileyi* en Sonora, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
- LARA-DÍAZ, N. E., C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ, G. CARREÓN-ARROYO, A. GONZÁLEZ-BERNAL, H. CORONEL-ARELLANO, R. JIMÉNEZ-MALDONADO, Y I. OCHOA.** 2011a. Monitoreo de especies prioritarias en la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos Bavispe, Sonora, México. Reporte Final al FMCN 2010-2011. NATURALIA, UAQ, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de México, México.
- LARA-DÍAZ, N. E., H. CORONEL-ARELLANO, A. GONZÁLEZ-BERNAL, C. GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, Y C. A. LÓPEZ GONZÁLEZ.** 2011b. Abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en Sierra de San Luis, Sonora, México. *Therya* 2:125-137.
- LECOUNT, A. L.** 1980. Some aspects of black bear ecology in the Arizona chaparral. *International Conference on Bear Research and Management* 4:175-179.
- LECOUNT, A. L.** 1982. Characteristics of a central Arizona black bear population. *Journal of Wildlife Management* 46:861-868.
- LEFKOVITCH, L. P., Y L. FAHRIG.** 1985. Spatial characteristics of habitat patches and population survival. *Ecological Modelling* 30:297-308.
- LINNELL, J. D. C., J. E. SWENSON, Y R. ANDERSEN.** 2001. Predators and people: conservation of large carnivores is possible at high human densities if management policy is favourable. *Animal Conservation* 4:345-349.

- LOMOLINO, M. V.** 1990. The target area hypothesis: the influence of island area on immigration rates of non-volant mammals. *Oikos* 57:297-300.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, C. A., Y N. E. LARA-DÍAZ.** 2010. Diagnóstico poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en las serranías de los Estados de Sonora y Chihuahua y sus posibles afectaciones por el Muro Fronterizo. Reporte Final al Instituto Nacional de Ecología (Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas, Dirección de Conservación de los Ecosistemas). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México, México.
- MARTÍNEZ-YRÍZAR, A., R. S. FELGER, Y A. BÚRQUEZ.** 2010. Los ecosistemas terrestres de Sonora: un diverso capital natural. Pp. 129-156 in *Diversidad Biológica del Estado de Sonora* (Molina-Freaner, F., y T. R. Van Devender. Eds.). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- MCGARIGAL, K., Y B. J. MARKS.** 1995. FRAGSTATS: spatial analysis program for quantifying landscape structure. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-351. Corvallis, EE.UU.
- MEFFE, G., Y R. CARROLL.** 1994. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates. Sunderland, EE.UU.
- MENKE, K.** 2008. GIS data and map documents for Northern Jaguar Project. Tucson, EE.UU.
- MOILANEN, A., Y I. HANSKI.** 1998. Metapopulation dynamics: effects of habitat quality and landscape structure. *Ecology* 79:2503-2515.
- NICHOLS, J. D., Y K. U. KARANTH.** 2002. Statistical concepts: Estimating absolute densities of tigers using capture-recapture sampling. Pp. 121-138 in *Monitoring tigers and their prey: A manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia*. (Karanth, K. U., y J. D. Nichols. eds.). Centre for Wildlife Studies. Bangalore, India.
- NOSS, R. F., H. B. QUIGLEY, M. G. HORNOCKER, T. MERRIL, Y P. C. PAQUET.** 1996. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky Mountains. *Conservation Biology* 10:949-963.
- ONORATO, D. P., Y E. C. HELLGREN.** 2001. Black bear at the border: the recolonization of the Trans-Pecos. Pp. 245-259 in *Large mammal restoration: ecological and sociological challenges in the 21st Century*. (Maehr, D. S., R. F. Noss, y J. L. Larkin. eds.). Island Press. Washington, EE.UU.
- ONORATO, D. P., E. C. HELLGREN, F. S. MITCHELL, Y R. JR. SKILES.** 2003. Home range and habitat use of American black bears on a desert montane island in Texas. *Ursus* 14:120-129.
- ONORATO, D. P., E. C. HELLGREN, R. A. VAN DEN BUSSCHE, Y R. SKILES, JR.** 2004. Paternity and relatedness of American black bears recolonizing a desert montane island. *Canadian Journal of Zoology* 82:1201-1210.
- RAVAN, S. A., Y P. S. ROY.** 1997. Satellite remote sensing for ecological analysis of forested landscape. *Plant Ecology* 131:129-141.
- RIPPLE, W. J., Y R. L. BESCHTA.** 2004. Wolves and the Ecology of Fear: Can Predation Risk Structure Ecosystems? *BioScience* 54:755-766.

- RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, A., C. N. MORENO-ARZATE, R. SIERRA-GONZÁLEZ, 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 (Lorenzo, C., y E. Espinoza. Eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2010. Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, Especies Nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de Especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección 1-96 pp. Ciudad de México, México.
- SIERRA-CORONA, R., I. A. SÁYAGO-VÁZQUEZ, M. D. C SILVA-HURTADO, Y C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ.** 2005. Black Bear Abundance, Habitat Use, and Food Habits in the Sierra San Luis, Sonora, México. Pp. 444-448 in Connecting mountain islands and desert 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. Fort Collins, EE.UU.
- VARAS-NELSON, A. C.** 2010. Conservation genetics of black bears in Arizona and Northern México. PhD thesis. University of Arizona. Tucson, EE.UU.
- WADDELL, T. E., Y D. E. BROWN.** 1984. Exploitation of two subpopulations of black bears in an isolated mountain range. *Journal of Wildlife Management* 48:933-938.
- WARSHALL, P.** 1994. The madrean sky island archipelago: A planetary overview. Pp. 6-18 in Biodiversity and management of the madrean archipelago: the sky islands of southwestern United States and northwestern Mexico. (Debano, L. F., P. F. Ffolliott, A. Ortega-Rubio, G. J. Gottfried, R. H. Hamre, y C. B. Edminster. comp.). U. S Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Fort Collins, EE.UU.
- WEAVER, J. L., P. C. PAQUET, Y L. F. RUGGIERO.** 1996. Resilience and conservation of large carnivores in the Rocky Mountains. *Conservation Biology* 10:964-976.
- WEBER, W., Y A. RABINOWITZ.** 1996. A global perspective on large carnivore conservation. *Conservation Biology* 10:1046-1054.
- 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 de septiembre de 2010.
- WITH, K. A.** 1994. Using fractal analysis to assess how species perceive landscape structure. *Landscape Ecology* 9:25-36.
- WOODROFFE, R., Y J. R. GINSBERG.** 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* 280:2126-2128.
- WOODROFFE, R.** 2000. Predators and people: using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation* 3:165-173.
- 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: 3 de septiembre de 2012

Revisado: 5 de diciembre de 2012

Aceptado: 5 de diciembre de 2012

Editor asociado: Jan Schipper

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández



Foto Yolanda Hortelano Moncada

Robert James Baker

Una vida dedicada a la investigación y la enseñanza

El Premio “José Ticul Álvarez Solórzano” de la Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., tiene como objetivo reconocer al científico que se ha destacado por su trabajo en la investigación, su impacto, la visión, el compromiso y el desarrollo de cualquier tópico que atienda a los intereses de la Mastozoología en México, que fueron parte de las contribuciones de Ticul Álvarez a la mastozoología y de ahí el nombre del premio. Este premio fue creado en el año 2008, anteriormente se le ha otorgado a destacados mastozoólogos, uno nacional (Dr. José Ramírez Pulido) y otro extranjero (Dr. James J. Schmidly).

Es un verdadero honor el que me ha otorgado la Asociación Mexicana de Mastozoología para presentar en esta ocasión a uno de los mastozoólogos más destacados, no sólo del Continente Americano, sino que es una figura prominente a nivel mundial. Es una persona que ejemplifica un referente obligado de lo que es y lo que debe ser un profesor, maestro e investigador y quién además, me distingue con su amistad, me refiero al Dr. Robert J. Baker.

Robert o Bob como le conocemos, nació hace 70 años en Warren, Arkansas, en la región sur de los Estados Unidos. Realizó sus estudios de licenciatura en Arkansas A&M College en Monticello, población a unos 30 km de Warren. En 1965 se dirigió a Stillwater, Oklahoma para realizar la Maestría en Biología con el Dr. Bryan P. Glass en la Oklahoma

State University. Dos años más tarde, terminó y obtuvo el doctorado en la Universidad de Arizona en Tucson, bajo la dirección de otro ilustre mastozoólogo, Dr. E. Lendell Cockrum. En esa universidad compartió los estudios con otro célebre mastozoólogo, el Dr. James L. Patton. Cabe señalar que desde esa época ya apuntaba para cosas grandes, baste señalar que los dos posgrados los terminó en cuatro años, muy por debajo de la media nacional, además de preparar y publicar varios trabajos, así como obtener financiamiento para varios de sus proyectos.

Al término de sus estudios en la Universidad de Arizona, en 1967 Robert se incorporó a la Universidad Tecnológica de Texas en donde ha realizado la mayor parte de su exitosa carrera profesional, tanto en el Departamento de Ciencias Biológicas como en el Museo de dicha Universidad. En la actualidad se desempeña como Director y Curador de Mamíferos y de Recursos Genéticos del *Natural Science Research Laboratory* del Museo de *Texas Tech University*. Asimismo, es *Horn Professor*, el máximo honor otorgado en la universidad, del Departamento de Ciencias Biológicas de la misma universidad. Ha vivido alrededor de 45 años en Lubbock, la mayoría con su esposa, la Dra. Laura Baker, una médica cirujana muy destacada.

Con respecto a su investigación, retomo sus palabras donde nos señala sus intereses actuales: "Mi investigación se centra en la organización del genoma y la biología evolutiva, así como en los avances recientes en proporcionar datos genéticos para ayudar en el entendimiento de la evolución de los mamíferos. La publicación del Concepto Genético de Especies estuvo en el 1% más alto de la lista de trabajos publicados a nivel mundial en 2004. El trabajo de la filogenia de los murciélagos filostómidos de 2003 resolvió un problema que establecí con mi tesis doctoral en 1967. Fue un placer poder desarrollar ese grado de resolución a la filogenia. Otra área de interés es la evolución cromosómica enfocándose a la hibridación *in situ*. El laboratorio tiene dos objetivos principales: Determinar los efectos biológicos de sobrevivir en los ambientes altamente contaminados por el derretimiento del reactor 4 de Chernobyl y Estudiar la sistemática de los murciélagos de hoja nasal de la Familia Phyllostomidae." Cabe resaltar que, demostrando una vez más su usual humildad, Robert decidió a mediados de los 1980s que no bastan los avances que había desarrollado en los estudios citogenéticos, sino que debía prepararse para los nuevos retos en los estudios moleculares y, con ello tratar de responder a la pregunta pendiente de su doctorado y para lograrlo, por un año realizó una estancia de estudio e investigación en el laboratorio del Dr. Rodney Honeycutt en la Universidad de Harvard, Rodney fue uno de sus estudiantes de doctorado.

Como académico, ha aportado importantes avances en las ciencias zoológicas al desarrollar las teorías y las técnicas citogenéticas y moleculares como herramientas sólidas para los estudios en taxonomía, sistemática, biogeografía y evolución de uno de sus grupos de mamíferos favorito, los murciélagos. Dicha actividad la ha realizado no sólo en el laboratorio, sino ha pasado mucho tiempo en campo, lo cual le hace ufánarse de ser uno de los pocos investigadores que conocen vivos todas las especies de murciélagos del continente, lo que a su vez le ha permitido generar las preguntas adecuadas a los hechos biológicos y no sólo aquellas que se refieren a la metodología. Es importante resaltar el énfasis que sus investigaciones han tenido para resolver las preguntas evolutivas que plantea en sus estudios.

Por otro lado, es necesario señalar la importancia que Robert le ha dado a las colecciones,

ya sean de ejemplares, de tejidos y aun, de información (Bioinformática). A ello le ha dedicado mucha labor de gestión de recursos y de personal con el objeto de equipar y mejorar continuamente la infraestructura física y metodológica de las colecciones del museo.

Su gran capacidad de trabajo le ha permitido fomentar e incursionar en aspectos administrativos de la ciencia, como la generación de recursos para los proyectos y para lograrlo, ha sometido y con gran éxito por cierto, un número importante por recursos económicos en un medio altamente competitivo, ya sea con agencias federales como *National Science Foundation* o el Departamento de Defensa, estatales como *Texas Parks & Wildlife Commission* así como particulares como *Welder Wildlife Foundation*, todo esto le permitido llevar a su Universidad y a sus programas de investigación recursos por más de cinco millones de dólares, cantidad astronómica, pensamos en que son recursos destinados para la investigación básica en el área de la mastozoología.

Robert tiene una gran cantidad de publicaciones, más de 400, que lo colocan en el selectísimo grupo de mastozoólogos del Siglo XX que tienen ese impresionante número de publicaciones, la mayoría de ellas de gran impacto. En ese distinguido grupo sólo registramos a C. Hart Merriam, Edward A. Goldman, Oldfield Thomas, Daniel G. Elliott, J. A. Allen, Joseph Grinnell y, ya más recientemente a E. Raymond Hall y J. Knox Jones, Jr. Su preocupación por enseñar a sus estudiantes a publicar es una constante siempre presente y considera necesario que todo quede plasmado de manera impresa. En ello ha demostrado ser una persona generosa al compartir sus ideas y llevarlas al papel junto con la gran cantidad de personas que lo rodean y con quienes, en forma por demás sobresaliente, forma su equipo de trabajo.

En sus publicaciones Robert ha dado a conocer para la ciencia 16 nuevas especies, generalmente nombradas en honor de investigadores y estudiantes de los quirópteros y muchas de ellas basadas en caracteres diagnósticos genéticos y moleculares. Por otro lado, al menos cuatro especies de mamíferos y un artrópodo asociado a mamíferos fueron nombrados en honor de Bob. Finalmente, su preocupación por publicar sus resultados ha hecho que le dedique un gran esfuerzo a la continuidad de las series del Museo como son los *Occasional Papers* y *Special Publications* del *Museum of Texas Tech University*, aun al grado de crear para ello un fideicomiso de un millón de dólares.

Como docente ha impartido diversos cursos de licenciatura y de posgrado, pero sobre todo formado un número considerable de recursos humanos de maestría y doctorado que se han convertido, la mayoría, en investigadores independientes exitosos. Baste señalar que de los muchos estudiantes de licenciatura que ha asesorado, al menos 20 de ellos tienen estudios de posgrado y están laborando en instituciones académicas; su experiencia la ha compartido con más de 60 estudiantes de maestría, así como alrededor de 50 estudiantes de doctorado. La mayoría de ellos forman parte del personal académico de prestigias universidades que se extienden en todos los Estados Unidos, así como diversos países del Continente Americano.

Un aspecto relevante que por lo general olvidamos y que no forman parte de un currículo profesional, son los aspectos humanos de los hombres de ciencia y, desde mi punto de vista eso no debe suceder ya que estamos inmersos en la sociedad y por tanto, nuestro comportamiento debe estar comprometido con el interés para beneficiar a esa sociedad. Robert no es una excepción a ello. En principio, quiero destacar que Robert

es un individuo de trato fácil y amable, siempre dispuesto a ayudar, lo cual se refleja en su vida profesional, pero igualmente en la personal. Es gran aficionado a los deportes, principalmente fútbol americano, con el equipo de su universidad, los *Red Raiders*; sabe distraer el tiempo justo para apoyar a su equipo donde goza el triunfo y sufre la derrota. En el laboratorio, exige una férrea disciplina, pero a la vez es cordial, apoya a los estudiantes que requieren mayor atención, pero permite que los individuos se puedan desarrollar de manera independiente. Lo siguiente me lo comentó el Dr. Ramírez Pulido, Robert con los visitantes es atento, por lo general los acompaña a la recolección de los ejemplares y, posteriormente, les enseña las técnicas y los secretos del laboratorio hasta completar el proceso.

De manera personal, considero que Robert nos enseñó que la labor científica no sólo se aprende en los salones de clases, sino que también debemos desarrollar las habilidades que tarde o temprano nos serán requeridas como investigadores: la capacidad de redactar proyectos o propuestas y someterlas a diversas agencias, la honestidad al participar en las revisiones de pares, ya sea de proyectos o de manuscritos; la redacción de textos que se refleja del trabajo en el laboratorio a partir de los protocolos establecidos, todo ello aun siendo estudiantes y con la carga normal de materias que cursar. Por ejemplo, una de las recomendaciones que me hizo fue escribir al menos 15 minutos cada día, ya sea de la tesis o la disertación, un ensayo o un manuscrito. Si interpreto correctamente su enseñanza puedo afirmar que él no cree en la genialidad, para él es el trabajo cotidiano y sostenido el responsable de los logros. Asimismo, debo señalar que Robert es un humanista que muestra su solidaridad cuando es requerido, apoyando a sus amigos, colegas y estudiantes más allá de lo exclusivamente académico. Al respecto, considero que Robert fue y ha sido un verdadero mentor y no sólo un tutor, lo que demuestra al considerarme como su “hijo académico”, al igual que todos mis “hermanos” que han pasado por su laboratorio.

Finalmente, quisiera dirigirme en especial a los estudiantes presentes que nos han mostrado durante el actual evento una formación académica grande y que están colaborando de manera sólida en el desarrollo de la mastozoología en México, que debemos tener siempre presente que este campo tiene bases muy sólidas debido a colegas que han dedicado su vida con gran pasión y compromiso con objeto de impulsar la ciencia mundial. Hace algunos años, el Prof. Ticul Álvarez, a quien como mencione al principio se dedica este premio, reflexionaba acerca del poco interés de las actuales generaciones en conocer a los personajes que formaron las bases del campo en que se desenvuelven y parte del desinterés es que pocas veces pueden acercarse a tales personajes. Aprovechen en esta ocasión para conocer a uno de los investigadores más prestigiados y de mayor impacto a nivel mundial, con ustedes, el Dr. Robert J. Baker.

Joaquín Arroyo-Cabrales

Instituto Nacional de Antropología e Historia

Xalapa de Enríquez, Veracruz, 26 de octubre de 2012



Foto Yolanda Hortelano Moncada

Robert James Baker

A life focused on research and teaching

The “José Ticul Álvarez Solórzano” Award from the Mexican Mammalogy Society is granted to acknowledge to a scientist who has done an outstanding work in research, its impact, its views, its compromise, and mostly the development of any topic in regard to the studies of Mexican mammals, as those were part of the contributions of Profesor Ticul Álvarez to Mammalogy and that is why this award is named after Profesor Álvarez. The award was created in 2008, and at present it has been awarded to two outstanding researchers, a national one (Dr. José Ramírez Pulido), and an international one (Dr. James J. Schmidly).

It is a great honor that the Mexican Mammalogist Society AMMC has asked to me to introduce this award tonight to one of the most outstanding mammalogists not just from the Americas, but a premier scientist of a World class. He is a person that shows how a professor, a teacher, and a researcher should be and is, and additionally for me, I am honored to be his friend and academic son, this scientist is Dr. Robert James Baker.

Robert or Bob as we all know him, was born 70 years ago in Warren, Arkansas, in

southern United States, undertaking his bachelor studies at Arkansas A&M College in Monticello, at about 30 km from Warren. In 1965 he went to Stillwater, Oklahoma to study his master degree in Biology under Dr. Bryan Glass in Oklahoma State University. Two years later, Robert finished at the University of Arizona in Tucson, his doctoral degree under the direction of another important mammalogist, Dr. E. Lendell Cockrum. In that university, Bob shared his studies with another outstanding mammalogist, Dr. James Patton. It is important to point out that Bob was already showing signs of greatness since he finished his graduate studies in four years, below the national average, at the same time that prepared and published several studies, as well as submitted grant proposals.

Once he finished his studies in Arizona in 1967, Robert went to Texas Tech University (TTU), where he has done most of his successful professional career at both the Department of Biological Sciences, the major outstanding award for a professor from TTU, and the university Museum. Currently he is Director and Curator of Mammals and Genetic Resources at the Natural Science Research Laboratory from the Museum of Texas Tech University; also he is Horn Professor at the Department of Biological Sciences. Robert has lived for over 45 years in Lubbock, many of them along his wife, Dr. Laura Baker, an outstanding surgeon herself.

In regard to his research, I use his own words to mention his current interests: “My research centers on genome organization and evolutionary biology and how recent advances in providing genetic data can assist in understanding mammalian evolution. The Genetic Species Concept paper (Bradley and Baker, 2001) was in the top 1% of cited scientific papers of all scientific papers in 2004. The paper on Phylogeny of Phyllostomid Bats (Baker et al., 2003) was resolution of the questions I posed in my PhD dissertation of 1967. It was truly a joy to provide this level of resolution to that phylogeny. Another area of interest is chromosomal evolution with a focus on in situ hybridization.”

“An example of this research is Baker and Wichman (1990). The laboratory also places an emphasis on identifying DNA markers to establish natal origin of populations, sex of individuals, and cultivar identifications with an ultimate goal of providing resolution and information critical to managing and understanding populations and cultivars. The two main foci of the lab are determining the biological effects of living in the highly polluted environment generated by the meltdown of Reactor 4 at Chernobyl and Systematics of the American Leaf-Nosed bats, family Phyllostomidae”.

It is important to mention that showing his honesty, Robert decided at the middle 1980s that he should train himself for the future challenges on molecular studies, and for a year he undertook a development leave for studying and searching at the laboratory of Dr. Rodney Honeycutt at Harvard University, Rodney is a former Ph. D. student from Robert.

As a researcher, Robert has provided important contributions to the zoological sciences through the development of the theoretical basis and the cytogenetic and molecular techniques to turn them into solid tools for the studies of taxonomy, systematics, biogeography and evolution within one of his most beloved groups, bats. Such an activity has been undertaken not just at the laboratory, but also in the field, where he has expended much time, and because of that he is proud to be one of the few researchers that know alive all of the bat species in the Americas, allowing him to be able to come with the right questions focused on the biological facts, and not just on the methodologies. It is important to emphasize that his research is focused in solving the evolutive questions

generated during his studies.

Robert has also been a great supporter of biological collections, either specimens, tissues, and even information (Bioinformatics). He has done much outreach work to obtain resources and personnel as well as equipment to improve both the physical space and the conservation methods at the museum collections.

Furthermore, he has done much outreach and administrative work at science, looking after the funds for the project, submitting a large number of proposals, many of which have been successful, through either federal agencies like National Science Foundation or US Department of Defense, state like Texas Parks & Wildlife Commission, as well as private donors, like Welder Wildlife Foundation; all of which has brought over five million dollars to the university and its programs, outstanding amount considering that such resources are mainly focused to basic biology.

Robert has an impressive amount of published papers with over 400, many of which have provided important advance within the mammalogy studies. In fact, Robert is one of the few XX Century mammalogists who have such a large number of publications. Among the distinguished authors that could be recalled there are C. Hart Merriam, Edward A. Goldman, Oldfield Thomas, Daniel G. Elliott, J. A. Allen, Joseph Grinnell, and, more recently to E. Raymond Hall and J. Knox Jones, Jr. Robert's worries for teaching to the students the importance of publishing are always present since he emphasizes that any research has to be reported in print. As such Robert is showing his capacity to share his knowledge and to print it, along with a large number of people with whom he has formed important work teams.

Among his publications, Robert has brought to the science the knowledge of 16 new species, named generally to honor bat researchers and students, and mostly vvbased those on diagnostic genetic and molecular characters. Also, at least 4 mammal species and 1 arthropod associated to mammals were named after Bob. Finally, showing his great concern for publication, he has given much work to continuously support the Museum publication series, like Occasional Papers and Special Publications from Museum of Texas Tech University, even to the extent of creating a one-million endeavor to secure its continuity.

As a professor, he has taught several undergraduate and graduate courses, but mostly has participated in the formation of a large number of human resources at master and doctoral levels, many of whom have turned also into successful researchers. Enough to point out that is to know that from the hundreds of students at bachelor level that he have attended, at least 20 have graduate studies and are working at the academia. Bob has shared his experiences with more than 60 master students as well as about 50 doctoral students, most of which are currently members of the academic personnel of many prestigious universities spread all over the United States, as well as several countries in the Americas

An important aspect that is usually overlooked is the human one from the scientists, which should not happen since we all are immerse within the society, and as such our behavior should take our interest for benefitting that society that has supported ourselves too much. Robert is not the exception. He is an individual easy and kind to treat, he is always ready to help, which is reflexed in both his professional but also his private lives. He is a sports big fan, mainly football and his university team, the *Red Raiders*; he just

takes the right time to cheer his team when winning and suffering it when defeated. In the lab, he has a ferrous discipline, but kind enough, supporting those students requiring more time, but allowing that each individual could develop on an independent way. With visitors (this was shared to me by Dr. José Ramírez Pulido), “he is quite kind, going to the specimen collecting with them, and taking those visitors throughout the lab processing and its details up to completion of the process”.

On a personal view, Robert taught us that the scientific endeavor are learned not just in the classroom, but by developing the skills that sooner or later are required as researchers, including the capacity to write projects and proposals, as well as submitting those to different agencies, the honesty for participating in pair review process, either of proposals or manuscripts; the writing of texts based on the lab work done after established protocols, and the lab recording of those, all of that being done even as a student with the normal courses load. As an example of an important advice to me it was to daily write at least 15 minutes, for the thesis or dissertation, your thesis, dissertation, an essay or a manuscript. If I correctly understand his teachings, I could say that Robert does not believe in genius moments, but on the systematic and continuous work as being responsible for the achievements. Also, Robert is a humanist that shows his solidarity as required, supporting friends, colleagues, and students on and above the academic world. On this regard, I think Robert was and is a true guardian, and not just an advisor, shown while considering his students as “academic children”, including myself and my “brothers” and “sisters” that have gone through his lab.

Finally, I want to address to all of the students present here, who have showing a strong academic formation and that are collaborating in the development of Mexican mammalogy, we should always have in mind that our field has strong roots because of some individuals who have dedicated their life with passion and compromise to enhance the World science. Few years ago, Profr. Ticul Álvarez was thinking about the poor interest of present generations to know about the scientists who formed the strong basis for the field that we are working at, and the lack of interest sometimes lies with the difficulty to reach them. Here you should enjoy meeting one of the most prestigious researchers of a World class that is Dr. Robert J. Baker.

Joaquín Arroyo-Cabrales

Instituto Nacional de Antropología e Historia

Xalapa de Enríquez, Veracruz, 26 de octubre de 2012

Normas Editoriales Revista Digital THERYA

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 sean los mamíferos, así como editoriales, comentarios y revisiones de libros enfocados al estudio de mamíferos.

Presentación de manuscritos en línea

THERYA ofrece a los autores, editores y revisores la opción de utilizar un sistema plenamente habilitado para el envío en línea de manuscritos y el análisis de los mismos. Para mantener la revisión de tiempo tan breve como sea posible (evitando los retrasos del correo), los manuscritos serán enviados en línea al editor general therya@cibnor.mx con copia a Therya.ammac@yahoo.com. En el subject (asunto) se deberá de poner "manuscrito THERYA". Nota: Utilizando la presentación de manuscritos en línea 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).

La revista también publica editoriales, revisiones, comentarios y notas de investigación. Todos los artículos deberán presentarse al editor general de la manera habitual, pero los autores deben indicar claramente en una carta de presentación del manuscrito 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. Deben dejarse márgenes adecuados (2.5 cm de cada lado) en todas las páginas para permitir que los evaluadores incluyan sus observaciones. Se recomienda que todos los artículos sometidos sean enviados en Times New Roman tamaño 12 puntos a doble espacio con alineación a la izquierda. Debe asegurarse de que un nuevo párrafo pueda ser identificado claramente, por medio de una sangría de 1 centímetro. Después de cada punto y seguido debe dejar dos espacios. Las tablas, pies de figuras y figuras deben presentarse en páginas separadas al final del texto. Las tablas deben aparecer sin colores y en su programa original (Microsoft) o insertadas como objeto, es importante que

la tabla no esté insertada como imagen. En cuanto a las gráficas, debe insertarlas también como objeto o en su defecto como imagen en RGB a 300 dpi o en escala de grises a 450 dpi. Debe numerar todas las páginas y líneas del manuscrito consecutivamente desde la primera página.

Las notas de investigación serán artículos de investigación cortos de menos de cinco cuartillas 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 centrado (título acortado, menos de 30 caracteres)

-En una nueva línea, colocar el título en negritas, centrado y sin punto

-En una nueva línea, mencionar los autor (es) (primero nombre (s) y después apellidos en negritas, separados por comas y antes del último autor colocar la letra y.

Si son varios autores de diferentes instituciones deben indicarse con números en superíndice después de los apellidos de cada autor. El autor por correspondencia debe indicarse con un asterisco en superíndice después del número.

-En una nueva línea, mencionar la afiliación(s), nombre completo del área, departamento e institución separados por comas y finalizar con punto. Si existen superíndices, estos deben aparecer como tal antes de la afiliación.

-Después del punto y seguido mencionar la dirección para correspondencia; primero calle y número sin signo #, coma, entidad federativa, coma, país, espacio y código postal sin C. P., punto y seguido. Número de teléfono y fax de los autores después del punto y dirección de e-mail, como E-mail: correo@electronico y terminar sin punto. Se debe de proporcionar el e-mail de todos los coautores.

En una nueva línea, colocar un asterisco en superíndice y enseguida Corresponding autor, sin punto.

Resumen

Se debe presentar primero un “Abstract” (inglés). Se recomienda que este sea amplio, el doble del resumen en español, de aproximadamente 500 palabras. Después un Resumen (castellano) de 100 a 250 palabras. Ambos deben estar en páginas separadas y no deben contener abreviaturas no definidas o referencias no especificadas. Las palabras Abstract y Resumen deben estar en negritas seguidos de punto y seguido.

Key words y Palabras clave

Se deben proporcionar entre 5 y 10 Key words y Palabras clave en negritas después del “Abstract” (inglés) y Resumen, colocando dos puntos después de ellas como **Key words:** y **Palabras clave:** Las palabras deben estar separadas por coma y 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 conforme 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.

Otras nomenclaturas usadas en el texto:

c., ca. o cca. (abreviada) significa “alrededor” o “cerca de”.

E. g. (*exempli gratia*) es una locución latina que significa literalmente “dado como ejemplo” (**se utiliza en plural**).

i. e. (*id est*) es una expresión latina que significa “es decir”, es muy usada en definiciones y teoremas de las matemáticas (**se utiliza en singular**).

inc. sed. (*Incertae sedis*) se usa en taxonomía para señalar la incapacidad para ubicar exactamente un taxón (por ejemplo una especie o género) dentro de la clasificación.

s. a. o s. ampl (*sensu amplo*) es una expresión latina que significa “en sentido amplio”.

s. l. (*Lato sensu o sensu lato*) es una expresión latina que significa “en sentido amplio”, tiene los mismos usos que la expresión *sensu amplo* y se opone a la expresión *sensu stricto* o *stricto sensu*.

s. s. o s. str. (*sensu stricto o stricto sensu*) es una expresión latina que significa “en sentido estricto” o “en sentido restringido”.

sp. (especie) se refiere a una especie.

spp. (especies) se refiere a más de una especie.

ssp. (subespecie) se refiere a una subespecie.

ssp. (subespecies) se refiere a más de una subespecie.

V. gr. (*Verbi gratia*) es una locución latina de uso actual que significa literalmente “por la gracia de la palabra”. Equivale a “como tal”, “por ejemplo”; es muy utilizada con fines didácticos (**se utiliza en singular**).

Gráficas

Todas las fotografías, gráficos y diagramas deberán remitirse como ‘Figuras’ y deben estar numeradas consecutivamente (Fig. 1, Fig. 2, etc.). En las gráficas con varias partes, cada una deberá de ser etiquetada con minúsculas (Fig. 1a, b, etc.). Por favor, inserte la barra de escala directamente en las gráficas y evite al máximo colocar las claves dentro de las graficas, 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. Se debe proporcionar una leyenda detallada (sin abreviaturas) a cada figura. Todas las figuras deberán de estar citadas en el texto del artículo de manera consecutiva. Coloque las leyendas de las gráficas en el manuscrito en hoja parte y después de la literatura citada.

Debe 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 de enviar en un archivo por separado y haber sido elaboradas en programas que permitan la edición del formato, tales como CorelDraw y Excel. Debe considerar este punto en la elaboración del manuscrito original.

Gráficas a color

THERYA ofrece opciones para reproducir ilustraciones de color en su artículo.

Tablas

Cada tabla debe estar numerada consecutivamente (Tabla 1, Tabla 2, etc.). Evite el uso de líneas verticales dentro de la tabla, colores 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 derecho del mismo. Por último, coloque las tablas después de la Lista de figuras en el manuscrito.

Encabezados de sección

Los encabezados deberán de ser claramente distinguibles pero no numerados. Por ejemplo, Introducción, Materiales y métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos, Literatura citada. Estos deben estar centrados y en negritas. Se permiten subencabezados, que deberán aparecer alineados a la izquierda sin negritas y en cursivas. En la siguiente línea debe aparecer el texto con sangría. 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. No se utilizan los títulos académicos ni los nombre propios de las personas, sino sus iniciales y su apellido.

Literatura citada

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.*', 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 literatura citada, 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.

Artículos de revistas:

Apellido (coma y espacio), iniciales de los nombres seguidas de punto cada una, (coma) “y” o “and” dependiendo del idioma en el que este escrito el manuscrito sometido que se publicará en THERYA, iniciales de nombre del último autor, apellido (punto y dos espacios), año de publicación (punto y dos espacios), título de la publicación (punto y dos espacios), nombre completo de la revista volumen (sin fascículo), dos puntos y número de páginas separas por guión.

BAKER, R. J., Y D. BRADLEY (TIPO DE LETRA VERSALES NEGRITAS Y SANGRIA FRANCESA). 2006. Speciation in mammals and the Genetic Species Concept. *Journal of Mammalogy* 87:643–662.

Libros:

HALL, R. E. (TIPO DE LETRA VERSALES NEGRITAS) 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley and Sons. New York, EE.UU. (NOTA: poner la ciudad y el país. Se utiliza EE.UU. para los Estados Unidos de America, cuando el manuscrito sometido a THERYA este en español y USA cuando este en ingles).

Libros editados (no incluir número del capítulo):

WILSON, D. E., Y D. M. REEDER (eds.). 2005. *Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference*, tercera edición. Johns Hopkins Press. Baltimore, EE.UU.

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. Lawrence, EE.UU.

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. Uppsala, Suecia.

Pruebas de galera

Se enviará 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, el transferir el derecho de autor del artículo a la Asociación (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.

