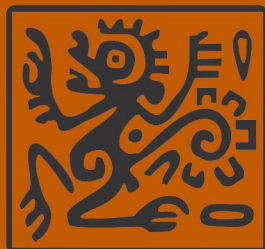


Theryya

Volumen 1

Número 2

Agosto 2010



www.mastozoologiamexicana.org
AMMAC

La Portada

La liebre negra (*Lepus insularis*) de Isla Espíritu Santo que se muestra en la portada es una especie que se consideró como endémica de Isla, en el Golfo de California (Sureste del estado de Baja California Sur). Los individuos están asociados a vegetación de matorral costero y chaparral. Habita áreas muy pedregosas y laderas de los cañones. La especie no es fácil de ver por su coloración semejante al sustrato y por sus capacidad de agazaparse al sentirse amenazada. Es una especie considerada en peligro y actualmente se están realizando estudios genéticos y ecológicos (foto tomada por STAC).

Nuestro logo “Ozomatli”

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

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

Therya

Volumen 1, número 2

Agosto 2010

Contenido

| | |
|--|-----|
| Carta al editor | 95 |
| Artículos | |
| Estudio mastofaunístico del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, México. <i>JOSÉ ANTONIO RUIZ-SOBERANES Y GRACIELA GÓMEZ-ÁLVAREZ</i> | 97 |
| Ocelot (<i>Leopardus pardalis</i>) distribution in the state of Puebla, Central Mexico. <i>OSVALDO ERIC RAMÍREZ-BRAVO, EMILIO BRAVO-CARRETE, CRISTINA HERNÁNDEZ-SANTÍN, STEPHANIE SCHINKEL-BRAULT, KINNEAR CHRIS</i> | 111 |
| Seroprevalencia de <i>Leptospira interrogans</i> , hematología y perfil bioquímico en cánidos silvestres del Parque Nacional El Cimatario, Querétaro. México. <i>NORMA HERNÁNDEZ-CAMACHO, CARLOS A. LÓPEZ-GONZÁLEZ Y MARÍA DE JESÚS GUERRERO-CARRILLO.</i> | 121 |
| Interspecific variability in the abundance of small rodents in the highlands of Chiapas, Mexico. <i>LAURA E. CRUZ, CONSUELO LORENZO, OSCAR G. RETANA AND EUGENIA C. SÁNTIZ</i> | 129 |
| El tapir <i>Tapirus bairdii</i> en la región sureste del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an Ka'ax, Quintana Roo, México. <i>SADAO PÉREZ CORTEZ Y EDGAR S. MATUS PÉREZ</i> | 137 |
| Hábitos alimentarios del Coyote en el parque nacional Pico de Orizaba. <i>JESÚS MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, ROSA MARÍA GONZÁLEZ-MONROY Y DIANA DÍAZ-DÍAZ</i> | 145 |

2 fascículo

Therya, Año 1, Número 2, abril-agosto de 2010, es una publicación cuatrimestral editada por la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C., Moneda 14, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06060, tel. 612 1238486, www.mastozoologiamexicana.org. Editor responsable Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-112812171700-102, ISSN: en trámite. Licitud de Título: en trámite, Licitud de Contenido: en trámite, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda, Mar Bermejo 195, la Paz, Baja California Sur, C. P. 23000, Tel 612 1238484, fecha de la última modificación 30 agosto 2010.

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

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

Presentación de manuscritos en línea

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Una vez aceptado el artículo para su publicación, cada una de las gráficas deberá enviarse en un archivo por separado y haber sido elaboradas en programas que permitan la edición del formato, tales como CorelDraw y Excel. Considerar este punto en la elaboración del manuscrito original. Las

imagenes deben estar al menos a 300 dpi en color RGB o a 450 en escala de grises. Si las figuras se pueden editar en algún formato de vector como corel draw o adobe ilustrator o exportarlo como EPS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Therya

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

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

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

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

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

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

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

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

Carta al editor

El siguiente reto: la conservación fuera de las áreas protegidas

En la actualidad existe una justificada preocupación por la pérdida de la biodiversidad a nivel mundial, no estando México exento de formar parte de esta crisis de extinción de especies. Ante este problema los gobiernos han establecido diversas estrategias, destacando el establecimiento de áreas protegidas (AP), como un instrumento de conservación de la biodiversidad. En el caso de México, las AP han sido instrumentos efectivos de conservación de los gobiernos federal, estatal y municipal. El establecimiento de las AP ha evitado la pérdida de la cobertura vegetal, en relación a sus entornos, ecoregiones y estados donde se ubican, lo que ha conservado una parte de nuestro patrimonio natural. Las AP con categoría de reserva de la biosfera ha sido la estrategia más efectiva en evitar la pérdida de cobertura vegetal, debido a que permiten que los habitantes de la región pueda aprovechar recursos existentes dentro de la AP; esto ha fomentado el binomio virtuoso de desarrollo social y conservación de la biodiversidad. Este resultado es excepcionalmente importante en virtud de que demuestra que en México es posible hacer desarrollo sustentable y conservación con los pobladores de la región y muestra la posibilidad de incrementar y fortalecer dicho binomio en otras regiones del país.

Las circunstancias por las que considero se ha llegado a esta etapa son las siguientes. En primer lugar, el trabajo que se ha desarrollado en las AP en las últimas dos décadas, ha inculcado una actitud conservacionista de uso racional de los recursos naturales de la gente que vive dentro de ellas, a través de programas efectivos y concretos en su beneficio. En efecto, aún falta mucho por hacer en este rubro, pero son indiscutibles los avances que se han logrado. En segundo lugar, la comunidad conservacionista en México ha logrado establecer un vínculo muy importante entre las instancias de gobierno encargadas de las AP y las organizaciones no gubernamentales. Esta asociación virtuosa ha provocado que organizaciones de financiamiento extranjeras se interesen en apoyar económicamente los presupuestos, aún insuficientes, dedicadas a las AP en México; de hecho, México es uno de los países, a nivel mundial, que sirve de punto de referencia en esta estrategia. Esto ha permitido la permanencia de programas y proyectos estratégicos facilitados por los apoyos a la administración y gestión en varias AP. En tercer lugar, la comunidad científica se ha involucrado de manera importante en actividades académicas y de planes de manejo en beneficio de las AP.

Aunque son significativos los logros obtenidos por la efectividad de las AP y, en particular las Reservas de la Biosfera, aun existe el reto de la conservación de la mega-biodiversidad en nuestro país. A esto hay que agregar el reto adicional enorme aún poco explorado, de que una proporción importante de la biodiversidad del país no ocurre dentro de las AP; es decir, hay muchísimas especies que no tiene parte de su distribución dentro de ninguna AP, quedando fuera de los instrumento de protección. Ante esto, surgen la pregunta ¿qué hacer y si es necesario decretar más AP? Una opción, entre muchas, es enfocar las estrategias de conservación fuera de las AP, sin descuidar, por supuesto, a las AP. En lo personal, considero que este reto debe involucrar una

secuencia de pasos establecidos en una planeación sistemática de la conservación. La meta es establecer redes de áreas de conservación que conecten las AP, con áreas consideradas como prioritarias por su contenido de biodiversidad; áreas susceptibles a ser restauradas y sistemas de cuencas, entre otros, y que definan el mosaico paisajístico al nivel local.

Un primer esfuerzo, a nivel nacional, es el referente al análisis de vacíos y omisiones, pero se requieren más estudios de caso a escalas regionales, estatales y municipales. Es imprescindible extender el éxito del binomio de desarrollo social con conservación de la biodiversidad, que ocurre en varias reservas de la biósfera, fuera de las AP. La idea es una propuesta de redes de áreas de conservación regionales, que garanticen una adecuada conservación de la biodiversidad, lo que repercutirá en incrementar las acciones de conservación también *fuera* de las AP.

Víctor Sánchez-Cordero

*Departamento de Zoología, Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México.
Apto. Postal 04510. México D.F. México.*

Estudio mastofaunístico del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, México

José Antonio Ruiz-Soberanes¹ y Graciela Gómez-Álvarez¹

Abstract

An inventory of wild mammals that inhabit the Malinche National Park was done through captures and records of traces. The distribution for each species along the Malinche Volcano was determined within four vegetation types: crops (15 species), pine forest (27 species), pine-alder-fir forest (19 species), and mountain grassland (four species). During 2007 and 2008, a total of 27 species from 22 genera, 14 families and 7 orders were recorded, including 5 endemic species to Mexico (*Sylvilagus cunicularius*, *Peromyscus difficilis*, *P. melanotis*, *Neotomodon alstoni*, and *Sorex oreopolus*). Mammals from the Malinche Volcano represent 40.3% of the total mammal species for the state of Tlaxcala.

Key words: Inventory, Malinche National Park, Tlaxcala, Trans-Mexican Volcanic Belt, wild mammals.

Resumen

Se realizó un inventario de los mamíferos silvestres que habitan en el Parque Nacional Malinche a través de capturas y registros de rastros. La distribución de cada especie a lo largo del volcán Malinche se determinó en cuatro tipos de vegetación: cultivos (15 especies), bosque de pino (27 especies), bosque de pino-aile y oyamel (19 especies), y zacatonal de alta montaña (cuatro especies). Durante 2007 y 2008, se registraron un total de 27 especies pertenecientes a 22 géneros, 14 familias y 7 órdenes, incluyendo 5 especies endémicas a México (*Sylvilagus cunicularius*, *Peromyscus difficilis*, *P. melanotis*, *Neotomodon alstoni* y *Sorex oreopolus*). Los mamíferos del volcán Malinche representan el 40.3 % de las especies de mamíferos del estado de Tlaxcala.

Palabras clave: Eje Neovolcánico Transversal, inventario, mamíferos silvestres, Parque Nacional Malinche, Tlaxcala.

Introduction

El eje Neovolcánico Transversal es una de las zonas de mayor importancia de mamíferos de México y uno de los principales centros de endemismo (Fa y Morales 1993), debido a que es una zona con compleja topografía, altitudes y climas. Aunado a lo anterior, la historia geológica de México provee un mosaico de ambientes, hábitat y microhábitat para un importante número de especies residentes y migratorias, siendo responsable de un intrincado patrón de distribución de éstas (Fa 1989; Rzedowski y Rzedowski 1989).

¹Laboratorio de Vertebrados, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, México, D. F.
E-mail: rusoberanes@yahoo.com.mx (JARS), ggal1@prodigy.net.mx (GGA)

El volcán Malinche se ubica dentro de esta cordillera, entre los estados de Tlaxcala y Puebla, y representa una montaña aislada (Meade 1986), con una elevación de 4,461 msnm, siendo la quinta elevación más importante de México (Yarza de la Torre 1971). La gran importancia del Parque Nacional Malinche, localizado en este volcán, es que está destinado a la protección y conservación de sus recursos naturales y al mantenimiento de flora y fauna en general.

Estudios realizados en otras localidades del eje Neovolcánico Transversal refieren la presencia de 36 especies de mamíferos en la sierra del Ajusco (Aranda *et al.* 1980), 59 en el sur de la cuenca de México (Monroy-Vilchis *et al.* 1999), y 19 en el Parque Nacional Pico de Orizaba (Martínez 2000). Para el Parque Nacional Malinche, se mencionan 37 especies de mamíferos registradas a partir de una revisión bibliográfica (Fernández 2005). No obstante, en dicha localidad, no se conoce un listado de mamíferos, producto de una investigación campo.

Por tal motivo, el objetivo del estudio es realizar un inventario de mamíferos que habitan el Parque Nacional Malinche, mediante capturas y búsqueda de rastros indirectos, así como registrar la distribución de las especies a lo largo del volcán (desde las faldas a 2,600 msnm hasta las partes más altas a 4,400 msnm).

Materiales y Métodos

El área de estudio esta ubicada en el volcán Malinche o Matlalucueyatl. Cuenta con una extensión de 45,711 ha, de las cuales 33,032 corresponden al estado de Tlaxcala y 12,679 al estado de Puebla (Melo 1977) y tiene una altitud máxima de 4,461 msnm (Fig. 1). El Parque Nacional Malinche presenta dos tipos de clima: por debajo de los 2,800 msnm es un clima templado con una temperatura entre los 18 y 12 °C y por encima

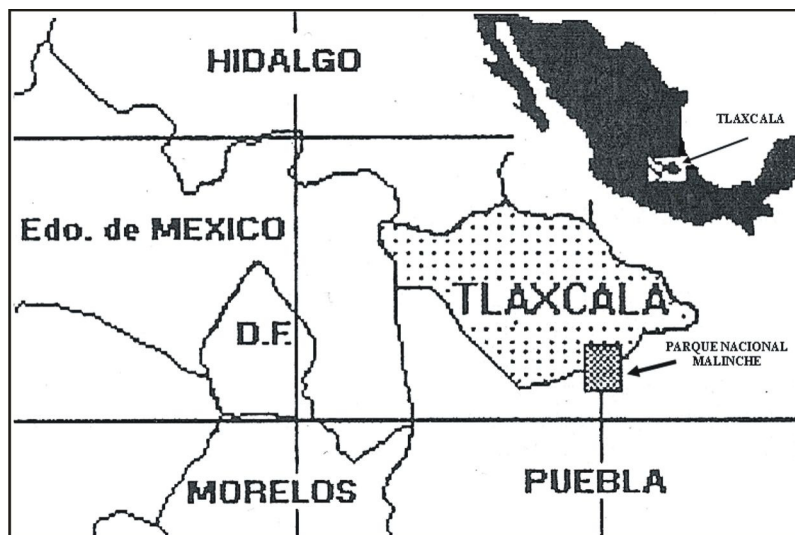


Figura 1. Ubicación del Parque Nacional Malinche, entre los estados de Tlaxcala y Puebla (Esquema tomado de Gómez-Álvarez 2002).

de los 2,800 msnm es un clima semifrío donde la temperatura fluctúa entre los 12 y 5 °C (García 1964). En el Parque Nacional Malinche existen tres asociaciones vegetales naturales, bosque de pino, bosque de pino-aile y oyamel y zacatonal de alta montaña, además de otras zonas inducidas como los cultivos. Las especies predominantes dentro del bosque de pino son *Pinus hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* y *P. teocote*. En el bosque de pino-aile y oyamel se encuentran las especies de pino antes mencionadas, así como el aile (*Alnus jorullensis*) y el oyamel (*Abies religiosa*), y en el

zacatonal de alta montaña se observan pastos que crecen en amplios macollos de hasta 1m de altura, siendo la especie (*Festuca tolucensis*) la que conforma esta comunidad vegetal (Villers et al. 2006). Los cultivos de temporal dominantes en esta zona son básicamente el trigo (*Triticum aestivum*) y el maíz (*Zea mays*), aunque alternadamente se siembran leguminosas como el chícharo (*Pisum sativum*) y la haba (*Vicia faba*). Entre las plantaciones frutales hay manzanos (*Malus pumilas*), duraznos (*Prunus persica*), capulín (*Prunus capuli*) y tejocote (*Crataegus pubescens*; Gómez-Álvarez 2002).

El estudio se realizó durante junio y diciembre de 2007, y marzo y junio de 2008. En cada mes, por espacio de una semana, se realizaron capturas y búsqueda de rastros. El permiso de captura que se utilizó fue SGPA/DGVS/03954/07 expedido por la Dirección General de Vida Silvestre de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Para la captura de murciélagos se instalaron tres redes de nylon (12 x 2.5 m) en un horario de 18:00 a 1:00 horas. Se colocaron cerca de los cuerpos de agua, entre la vegetación, sobre los caminos, al exterior de algunos refugios y en oquedades en las paredes de las cañadas donde potencialmente podrían encontrarse los organismos, debido a la disponibilidad de alimento y refugio. Los mamíferos pequeños se capturaron con 65 trampas "Sherman" plegables colocadas a lo largo de transectos altitudinales en los cuatro tipos de vegetación que conforman el parque. Estas trampas se cebaron con una mezcla de crema de cacahuete, plátano, avena y vainilla (Romero-Almaraz et al. 2000). En el caso de los soricomorfos se colocaron dos líneas de desvío con 25 trampas "Pitfall" en cada línea, ubicadas principalmente en sitios con abundante hojarasca. Para la colecta de los mamíferos medianos se utilizaron cinco trampas "Tomahawk" (0.48 x 0.15 x 0.15 m) y cinco trampas "Havahart" (tres de 1.07 x 0.28 x 0.33 m y dos de 0.61 x 0.18 x 0.18 m) cebadas con atún, huevo cocido o sardina y colocadas en sitios donde se registró actividad de mamíferos, dando prioridad a sitios como madrigueras y cuerpos de agua, para maximizar el esfuerzo de captura. Todas las trampas se colocaron durante el día de 7:00 a 17:00 horas; fueron revisadas al día siguiente de 7:00 a 12:00 horas, aproximadamente.

Los registros indirectos consistieron en la búsqueda de excretas, huellas, pelo y revisión de egagrópilas de lechuzas (*Tyto alba*). Dichas egagrópilas se colectaron durante el trabajo de campo, para su posterior análisis en el laboratorio. Se humedeció cada una de manera manual, separando las partes óseas como cráneos o mandíbulas, las cuales se identificaron con las claves de Hall (1981). Se colocaron 10 estaciones olfativas para registro de huellas en los cuatro tipos de vegetación que conforman el parque. Cada estación olfativa consistió en preparar un círculo de tierra tamizada de aproximadamente 1 m de diámetro, en cuyo centro se colocó el atrayente olfativo (sardina) en una pastilla hecha de yeso, dejándola activa por una noche y revisándola al siguiente día (11:00 horas aproximadamente). De los 30 ejemplares capturados, 12 se prepararon como ejemplares de museo por ser organismos que no se pudieron identificar en campo, y el resto fueron liberados después de ser identificados en la zona de estudio. Los ejemplares preparados se depositaron en la Colección de Mamíferos del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, a cargo de Graciela Gómez Álvarez en el Laboratorio de Vertebrados de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (con números de catálogo 185 a 197). Se identificaron con las claves Hall (1981) y Álvarez et al. (1994). Para la identificación de huellas y excretas se utilizó la guía de huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México (Aranda 2000).

La lista taxonómica se elaboró tomando en cuenta los ejemplares del Laboratorio de Vertebrados de la Facultad de Ciencias, UNAM, capturados desde 1987 a 2002, utilizando los mismos sitios de muestreo y técnicas utilizadas en el presente estudio, y aquellos colectados y registrados en el presente trabajo. La lista se presenta de acuerdo

a la nomenclatura y orden taxonómico referida por Ramírez-Pulido *et al.* (2005a).

Las curvas de acumulación se realizaron con los programas EstimateS 8.0 (Colwell 2006) y Statistica 8.0 (Statsoft 2008) y se ajustaron con el modelo de Clench (1979). Con el objeto de analizar las curvas de acumulación por grupo de mamíferos. Se consideró el tamaño corporal de los mismos, determinando tres grupos de acuerdo con Ceballos *et al.* (2002): mamíferos pequeños (de 1 a 100 g), mamíferos medianos (de 101g a 10 kg) y grandes mamíferos (de 10 kg en adelante), asimismo se tomó en cuenta un cuarto grupo correspondiente a los murciélagos.

Resultados

Durante las cuatro visitas al área de estudio se colectaron 30 ejemplares de mamíferos; a partir de los rastros indirectos se identificaron a: *Didelphis virginiana*, *Dasyus novemcinctus*, *Sciurus aureogaster*, *Lynx rufus*, *Urocyon cineroargenteus*, *Sylvilagus sp.* y posibles rastros de *Canis latrans*, además de encontrar en 15 egagrópilas analizadas, especies como *Peromyscus melanotis*, *P. maniculatus*, *Microtus mexicanus* y *Sorex orepolus*. A los anteriores se sumaron 185 organismos colectados en la misma zona de estudio, lo cual hace un total de 215 ejemplares, agrupados en 27 especies, pertenecientes

| Taxón Orden/Familia/Especie | Nombre | | Hábitat | | | | Endemismos |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|---------|-----|-------|-----|------------|
| | Común | Local | C | B-P | B-P-A | Z-M | |
| Didelphimorphia | | | | | | | |
| Didelphidae | | | | | | | |
| <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | Tlacuachi | x | x | | | |
| Cingulata | | | | | | | |
| Dasypodidae | | | | | | | |
| <i>Dasyus novemcinctus</i> | Armadillo | Armadillo o Ayotochtli | x | x | | | |
| Lagomorpha | | | | | | | |
| Leporidae | | | | | | | |
| <i>Sylvilagus cunicularius</i> | Conejo serrano | Conejo o Tochtli | | x | x | x | x |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo | “ | | x | x | x | |
| Rodentia | | | | | | | |
| Sciuridae | | | | | | | |
| <i>Sciurus aureogaster</i> | Ardilla gris | Ardilla | | x | x | | |
| <i>Spermophilus variegatus</i> | Ardillón | Tlaltechalotl | x | x | | | |
| Muridae | | | | | | | |
| <i>Peromyscus difficilis</i> | Ratón | | | x | x | | x |
| <i>Peromyscus gratus</i> | Ratón piñonero | Calquimichin | | x | x | | |
| <i>Peromyscus leucopus</i> | Ratón | Calquimichin | | x | x | | |
| <i>Peromyscus maniculatus</i> | Ratón | Calquimichin | x | x | x | x | |
| <i>Peromyscus melanotis</i> | Ratón | Calquimichin | | x | x | x | x |
| <i>Reithrodontomys fulvescens</i> | Ratón | Calquimichin | | x | x | | |
| <i>Neotomodon alstoni</i> | Ratón de los volcanes | | | x | x | | x |
| <i>Microtus mexicanus</i> | Meteorito | Motitos | | x | x | | |

Tabla 1. Lista de especies de mamíferos registrados en el Parque Nacional Malinche.

Especies endémicas para México, según Ceballos y Oliva (2005b).

Los nombres locales fueron proporcionados por los pobladores de las comunidades de las faldas del volcán.

C, cultivo; B-P, bosque de pino; B-P-A, bosque de pino-aile y oyamel y Z-M, zacatonal de alta montaña. El orden taxonómico se presenta según Ramírez-Pulido *et al.* (2005a).

Tabla 1 continúa...

| Taxón Orden/Familia/Especie | Nombre | | Hábitat | | | | Endemismos |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------|-----|-------|-----|------------|
| | Común | Local | C | B-P | B-P-A | Z-M | |
| Geomyidae | | | | | | | |
| <i>Thomomys umbrinus</i> | Tuza | Motos | x | x | | | |
| Heteromyidae | | | | | | | |
| <i>Liomys irroratus</i> | Ratón espinoso | Quimichin | | x | x | | |
| Carnívora | | | | | | | |
| Felidae | | | | | | | |
| <i>Lynx rufus</i> | Lince | Miztli | x | x | x | | |
| Canidae | | | | | | | |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | Zorra | x | x | | | |
| <i>Canis latrans</i> | Coyote | Coyoti | x | x | x | | |
| Orden/Familia/Especie | Común | Local | C | B-P | B-P-A | Z-M | |
| Mustelidae | | | | | | | |
| <i>Mustela frenata</i> | Comadreja | Onza o Quahutenzo | x | x | x | | |
| Mephitidae | | | | | | | |
| <i>Spilogale gracilis</i> | Zorrillo manchado | Zorrillo | x | x | x | | |
| <i>Conepatus leuconotus</i> | Zorrillo es-palda blanca | Zorrillo | x | x | x | | |
| Procyonidae | | | | | | | |
| <i>Bassariscus astutus</i> | Cacomixtle | Cacomixtle | x | x | | | |
| <i>Procyon lotor</i> | Mapache | Mapache | x | x | x | | |
| Soricomorpha | | | | | | | |
| Soricidae | | | | | | | |
| <i>Sorex oreopolus</i> | Musaraña | | | x | x | | x |
| Chiroptera | | | | | | | |
| Vespertilionidae | | | | | | | |
| <i>Lasiurus cinereus</i> | Murciélago cenizo | Ratón viejo que vuela | x | x | | | |
| <i>Myotis velifer</i> | Murciélago | Ratón viejo que vuela | x | x | | | |

a 22 géneros, 14 familias y siete órdenes (Tabla 1).

El orden mejor representado es Rodentia con 12 especies (44.4%), seguido de Carnivora con ocho especies (29.7%), Lagomorpha y Chiroptera con dos especies cada uno (14.8%) y Didelphimorphia, Cingulata y Soricomorpha con una especie cada uno (11.1%). El Parque Nacional Malinche comprende el 40.3% de las especies reportadas para el estado de Tlaxcala (67 especies; Fernández *et al.* en prep.), de las cuales cinco especies son endémicas a México (*Sylvilagus cunicularius*, *Peromyscus difficilis*, *P. melanotis*, *Neotomodon alstoni* y *Sorex oreopolus*; Tabla 1). Un dato importante es que se capturó por primera vez en el Parque Nacional Malinche la especie endémica *Neotomodon alstoni*. Ninguna de la especies de mamíferos que habitan en el parque se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT 2002). Sin embargo, en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2009), *S. oreopolus* y *S. cunicularius* están consideradas especies amenazadas y

M. mexicanus como especie vulnerable. En cuanto a la composición de los mamíferos del Parque Nacional Malinche se puede notar que el 63% de las especies comparten afinidad Neártica-Neotropical y el 37% de las especies son de afinidad exclusivamente Neártica; no existen aquellas de afinidad exclusivamente Neotropical.

Respecto a la calidad del inventario, se registraron 27 taxa, lo que equivale al 93% de las especies que habitan el Parque Nacional Malinche (Fig. 2). Al analizar los grupos de las especies registradas por separado, se registró el 85%, con referencia al número total predicho por el modelo de Clench (1979), de pequeños mamíferos (*P. difficilis*, *P. gratus*, *P. leucopus*, *P. maniculatus*, *P. melanotis*, *Reithrodontomys fulvescens*, *N. alstoni*, *M. mexicanus*, *Liomys irroratus* y *S. oreopolus*)- El 98%, con referencia al número total predicho por el modelo de Clench (1979), de mamíferos de talla mediana (*D. virginiana*, *D. novemcinctus*, *S. cunicularius*, *S. floridanus*, *S. aureogaster*, *S. variegatus*, *T. umbrinus*, *U. cineroargenteus*, *Mustela frenata*, *Spilogale gracilis*, *Conepatus leuconotus*, *Bassariscus astutus* y *Procyon lotor*), el 86%, con referencia al número total predicho por el modelo de Clench (1979), de grandes mamíferos (*L. rufus* y *C. latrans*) y sólo el 58% de las especies de murciélagos de la región (Fig. 3). La distribución de los mamíferos en el Parque Nacional Malinche por tipo de vegetación fue de 15 especies en los cultivos, 27 en el bosque de pino, 19 en el bosque de pino-aile y oyamel y 4 en el zacatonal de alta montaña. En la zona de cultivo se encontraron las ocho especies del orden Carnivora (*L. rufus*, *U. cineroargenteus*, *C. latrans*, *M. frenata*, *S. gracilis*, *C. leuconotus*, *B. astutus* y *P. lotor*) registradas para el parque, además del tlacuache (*D. virginiana*), el armadillo (*D. novemcinctus*), el ardillón (*S. variegatus*), la tuza (*T. umbrinus*), el murciélago cenizo

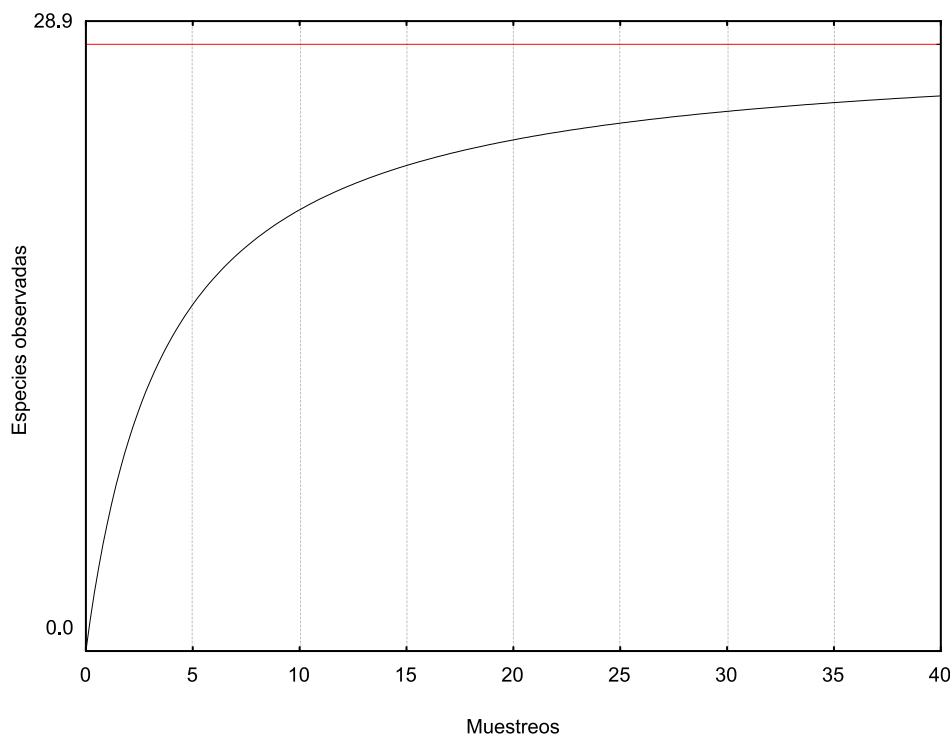


Figura 2. Curva de acumulación de especies de mamíferos del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, de acuerdo al modelo de Clench.

(*Lasiurus cinereus*), el murciélago (*Myotis velifer*) y el ratón (*P. maniculatus*).

El bosque de pino fue la zona donde se registraron todas las especies de mamíferos que habitan el Parque Nacional Malinche. En el bosque de pino-aile y oyamel se obtuvieron registros de las ocho especies de múridos (Tabla 1), así como el ratón espinoso (*L. irroratus*) y la ardilla gris (*S. aureogaster*). Mediante rastros indirectos como huellas, excretas,

cráneos y pelo, se observó la presencia de seis especies de carnívoros: el lince (*L. rufus*), el coyote (*C. latrans*), la comadreja (*M. frenata*), el zorrillo manchado (*S. gracilis*), el zorrillo espalda blanca (*C. leuconotus*) y el mapache (*P. lotor*), al igual que dos especies de conejos: *S. cunicularius* y *S. floridanus*, y la musaraña (*S. oreopolus*). Por último, en el zacatonal de alta montaña sólo se capturaron los lagomorfos *S. cunicularius* y *S. floridanus* y dos roedores de la familia Cricetidae (*P. maniculatus* y *P. melanotis*).

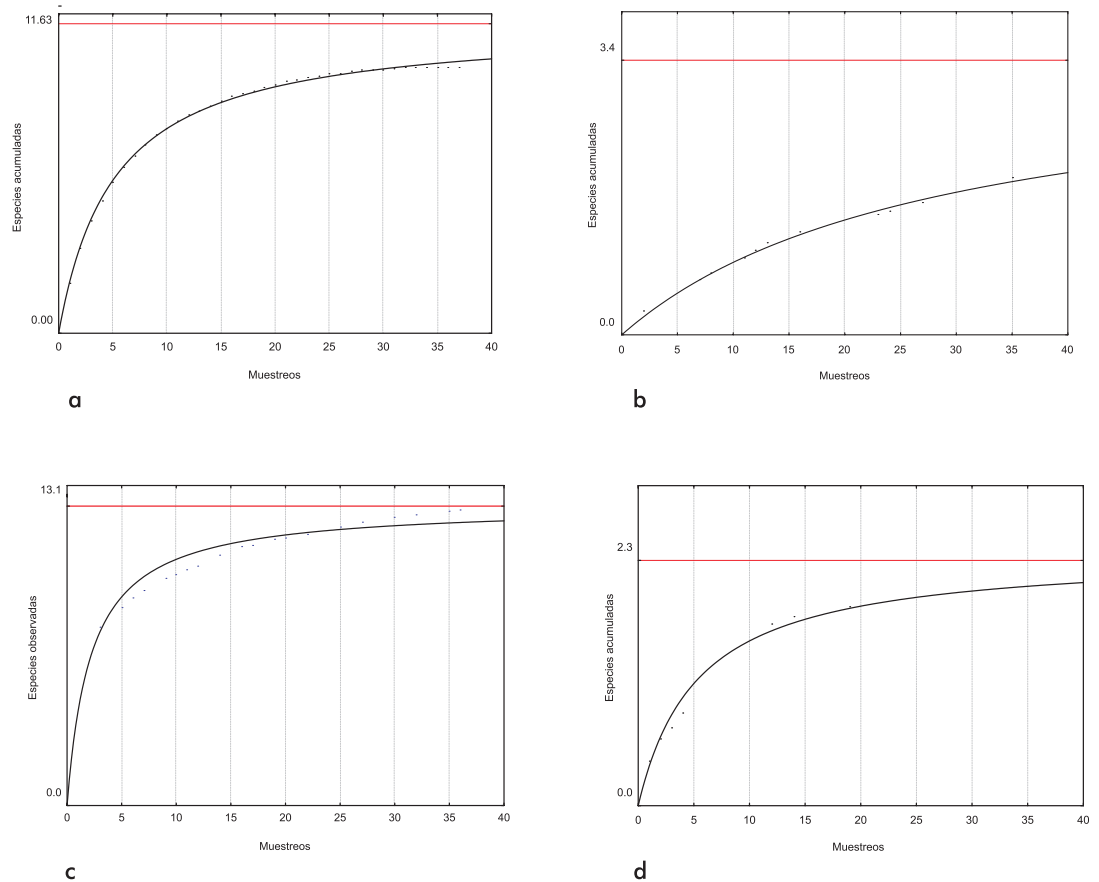


Figura 3. Curvas de acumulación por grupos de mamíferos registrados en el Parque Nacional Malinche: a) Pequeños mamíferos; b) Mamíferos voladores; c) Mamíferos medianos; d) Grandes mamíferos.

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos la lista de especies de mamíferos del Parque Nacional Malinche está cercana a su totalidad, registrando el 93% de las especies del volcán. Sin embargo, el número de especies es bajo en comparación con otras zonas del eje Neovolcánico Transversal. Ejemplo de ello es la lista de los mamíferos de la sierra del Ajusco, en la cual se refieren 36 especies de mamíferos (Aranda *et al.* 1980) y la lista del sur de la cuenca de México, donde se reportan 59 especies (Monroy-Vilchis *et al.* 1999). Un factor relacionado con la baja riqueza de especies en el Parque Nacional Malinche, es su característica de volcán aislado de otras zonas montañosas, lo cual puede influir en el flujo genético con poblaciones de otras zonas. Sumado a esta problemática, el tamaño pequeño de la reserva (45,711 ha) podría estar provocando que se formen poblaciones endogámicas y como consecuencia, se reduzcan las poblaciones hasta llegar a la extinción (Zunino y Zullini 2003).

El porcentaje de pequeños roedores (33.3%) en el Parque Nacional Malinche

obedece a que la mayoría de las especies de este orden generalmente se distribuyen en las regiones áridas o templadas como el eje Neovolcánico Transversal (Ceballos *et al.* 2002). Otro factor importante reside en que es uno de los grupos más fecundos, ya que los roedores (*P. difficilis*, *P. gratus*, *P. leucopus*, *P. maniculatus*, *P. melanotis*, *R. fulvescens*, *N. alstoni*, *M. mexicanus* y *L. irroratus*) del Parque Nacional Malinche presentan tasas reproductivas altas durante todo el año, teniendo dos o más camadas al año y de tres a seis crías por parto (Castro-Campillo *et al.* 2005; Chávez 2005a, b; Chávez y Ceballos 2005; Chávez y Espinosa 2005; Espinosa y Chávez 2005; González y Cervantes 2005; Ramírez-Pulido *et al.* 2005b; Sánchez y Oliva 2005). Dicha capacidad ayuda a que las poblaciones se mantengan estables, y por otro lado, provean un recurso alimenticio importante para otros organismos como carnívoros, aves y reptiles.

Resulta relevante mencionar que es el primer registro de especie endémica a México, *Neotomodon alstoni* en el Parque Nacional Malinche y con distribución restringida al eje Neovolcánico Transversal, amplía su distribución dentro del estado de Tlaxcala y a lo largo de la cordillera Neovolcánica, ya que no se habían documentado registros previos en la zona (Hall 1981; Stephen *et al.* 1985; Chávez y Gallardo 1993; Ceballos y Oliva 2005b). Dentro del Orden de los carnívoros se confirmó la presencia, mediante algunos registros indirectos, de especies como el lince (*L. rufus*) con 14 excretas, el mapache (*P. lotor*) con cuatro excretas, el coyote (*C. latrans*) con seis excretas, un cráneo y ocho huellas, y la zorra gris (*U. cineroargenteus*) con cuatro excretas, pero es posible que sus poblaciones estén muy disminuidas. Con esto, se hace notar la necesidad de estudiar a fondo dichas especies para su evaluación.

Del total de especies registradas por Fernández (2005), 12 no se registraron en el presente estudio: *Ictiodomys mexicanus*, *Neotoma mexicana*, *Peromyscus levipes*, *Reithrodontomys chrysopsis*, *R. megalotis*, *R. sumichrastris*, *Mephitis macroura*, *Sorex saussurei*, *S. ventralis*, *Artibeus aztecus*, *Eptesicus fuscus* y *Myotis lucifuga*. Esto puede tener su explicación en que la lista teórica de especies reportada (Fernández 2005) se elaboró a partir de una recopilación bibliográfica de trabajos faunísticos realizados en el parque y no de un estudio que involucre un muestreo de campo, el cual verifique la presencia de especies de mamíferos en la zona. Ejemplo de lo anterior es la inclusión del murciélago *Mormoops megalophylla* y el coatí *Nasua narica*, los cuales se distribuyen principalmente en zonas neotropicales (Fernández 2005), pero no se registraron en este estudio.

Todas las especies de mamíferos que habitan el Parque Nacional Malinche se ven afectadas por la reducción del hábitat y sería importante analizar las poblaciones para establecer programas de protección o conservación (Chávez *et al.* 1990). Algunos de los principales factores que causan la disminución de las poblaciones en esta zona, son la cacería y la reducción del hábitat. La cacería indiscriminada ha tenido un gran impacto sobre los mamíferos silvestres, causando el decremento de poblaciones de una gran variedad de especies (Ceballos y Galindo 1984). Sin embargo, el principal factor de riesgo para los mamíferos en esta zona parece ser la reducción del hábitat, debido a que se ha observado en el parque actividades relacionadas a la tala indiscriminada dentro del bosque. De continuar el deterioro ambiental en la zona de estudio y no tomarse medidas de manejo y conservación adecuadas en las próximas décadas, indudablemente estarán en serio peligro muchas de las especies de mamíferos que se distribuyen localmente. Ejemplo de ello es el coyote (*C. latrans*), que no ha sido observado recientemente, según la información proporcionada por los guardabosques y lugareños de pueblos aledaños. Sin embargo, se encontró un cráneo y se registraron huellas durante los recorridos en el parque. Una situación semejante se ha presentado con la zorra gris (*U. cineroargenteus*) y el mapache (*P. lotor*) que de acuerdo a los habitantes de las faldas del volcán se veían con más frecuencia. Los resultados de este estudio demuestran que en el Parque Nacional

Malinche, habitan 27 especies de mamíferos, aunque posiblemente pudieran encontrarse algunas especies más. Al analizar los resultados de las curvas de acumulación por grupo, se observa que se ha registrado un alto porcentaje (más del 85%) de las especies de pequeños, medianos y grandes mamíferos; a excepción de los quirópteros. Para este grupo se registró un bajo porcentaje de especies (58%) y se requiere más tiempo para registrar mayor número de especies.

Lo anterior es debido a que el tamaño y composición de un inventario de especies varía con el tiempo (Adler y Lauenroth 2003). Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en el ambiente y pueden no ser detectables todos los años (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Por lo tanto, conviene tener presente que un inventario real no llega a completarse casi nunca y la estimación final del número de especies depende de la resolución temporal y espacial que empleemos en el muestreo (Adler y Lauenroth 2003). De acuerdo a los hábitos de las especies, sus áreas de distribución y las características de la zona de estudio, las posibles especies faltantes en el inventario pueden ser soricomorfos, murciélagos y roedores, por lo que es deseable realizar estudios enfocados a dichos grupos de mamíferos.

En cuanto a la distribución altitudinal se observa que el mayor número de registros se obtuvo en la zona de bosque de pino (2,800 a 3,300 msnm), seguido del bosque de pino-aile y oyamel (3,300 a 4,000 msnm), cultivos (2,600 a 2,800 msnm) y el zacatonal de alta montaña (4,000 a 4,400 msnm). Es posible que entre los factores que determinan las diferencias de distribución de los animales, se encuentren la disponibilidad de alimento (Morrison *et al.* 1981), la cobertura vegetal y la época de apareamiento (Aragón *et al.* 1993; Chávez y Gallardo 1993; Sánchez *et al.* 1996; Galindo-Leal y Krebs 1997; Mandujano 1997).

El número de especies de pequeños roedores presentes en el bosque de pino y bosque de pino-aile y oyamel se debe a varios factores. Estos organismos son especialistas en su dieta, es decir que su alimento está disponible preferentemente en las zonas boscosas, y por consiguiente, sólo tienen movimientos altitudinales en dicha zona; a excepción de *P. maniculatus* y *P. melanotis*, los que se adaptan a distintos ambientes, y son de dieta generalista, razón por lo que *P. maniculatus* se distribuye a lo largo del parque y *P. melanotis* desde el bosque de pino hasta el zacatonal de alta montaña. Aunado a lo anterior, se reproducen durante todo el año y sus camadas son grandes (de cinco a nueve crías por parto), teniendo de dos a tres camadas por año (Castro-Campillo *et al.* 2005; Ramírez-Pulido *et al.* 2005b).

La única especie de musaraña (*S. oreopolus*) se registró en los bosques de pino y pino-aile y oyamel, ya que sus desplazamientos los realiza principalmente debajo del estrato inferior del bosque, zona donde construye sus refugios (Ceballos y Oliva 2005b). Otros mamíferos como el tlacuache *D. virginiana* y el cacomixtle *B. astutus* se registraron principalmente en los cultivos. Al presentar un patrón altamente oportunista, cuentan con disponibilidad de alimento como restos de comida arrojada de los pueblos aledaños, frutos de los árboles (como el capulín), algunas plántulas y el aguamiel de los magueyes, asimismo encuentran un sitio adecuado en las cañadas para formar sus madrigueras (Nava 2005; Zarza y Medellín 2005).

Los carnívoros de talla mediana como: la zorra gris *U. cinereoargenteus*, la comadreja *M. frenata*, el mapache *P. lotor* y los zorrillos *C. leuconotus* y *S. gracilis* se registraron en las zonas de bosque de pino y bosque de pino-aile y oyamel. Estos organismos coexisten con las presas que consumen normalmente como: ratones, aves, lagomorfos, pequeños reptiles, así como frutos (Ceballos 2005; Ceballos y Oliva 2005a; Mendoza y Ceballos 2005; Servín y Chacón 2005; Valenzuela 2005). Además estas zonas proveen un sitio apropiado para refugiarse de las condiciones ambientales y protegerse de sus depredadores. Las incursiones en los cultivos de estos organismos se dan principalmente

cuando la disponibilidad de alimento en las zonas boscosas disminuye, teniendo que recorrer mayores distancias en busca de alimento (Jiménez *et al.* 1999).

Los lagomorfos del parque se distribuyen desde el bosque de pino hasta el páramo de altura. Son herbívoros y se alimentan principalmente de pastos, utilizando zacatonales y maleza como sitios adecuados para construir madrigueras (Cervantes *et al.* 2005; Lorenzo y Cervantes 2005).

El coyote (*C. latrans*) y el lince (*L. rufus*), se registraron principalmente dentro de la zona de bosque de pino-aile y oyamel, hallando también rastros en el bosque de pino y los cultivos. Estos organismos habitan el bosque debido a la densidad de ratones y lagomorfos que hay en esta zona; además el bosque les provee un sitio adecuado para refugiarse y desplazarse fácilmente, ya sea para cazar a sus presas o para no ser presa fácil de los pobladores.

Agradecimientos

Agradecemos al personal del Laboratorio de Vertebrados de la Facultad de Ciencias, de la UNAM y de la Estación Científica La Malinche (ECLM) por su apoyo en la estancia durante las visitas a campo. Al personal de la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología, UNAM por el espacio prestado para la identificación de algunos organismos. Muy especialmente a S. R. Reyes Gómez, N. Pacheco Coronel y J. L. Pérez por su apoyo en la colecta e identificación de las especies. A. J. Vargas Cuenca por la asesoría en la identificación de roedores, y a M. Á. Blanco, D. González, A. Vázquez, R. Arce, A. Puente, B. Brito, R. González, D. Reygadas, L. Ruiz y A. Medina por su apoyo durante las visitas a campo.

Referencias

- ADLER, P. B., y W. K. LAURENROTH.** 2003. The power of the time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecological Letter* 6:749-756.
- ÁLVAREZ, T., S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, y J. C. LÓPEZ VIDAL.** 1994. Claves para murciélagos mexicanos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. y Escuela Nacional de ciencias Biológicas-Instituto Politécnico Nacional (CIBNOR/ENCB-IPN). México, Distrito Federal
- ARAGÓN, E. E., N. A. MILLAN, y C. BAUDOIN.** 1993. Ciclos de actividad y organización espacial de las ardillas *Spermophilus spilosoma* y *S. mexicanus* (Rodentia: Sciuridae) en el desierto Chihuahuense Durango, México. Pp. 273-287 in Avances en el Estudio de los Mamíferos de México (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, Distrito Federal
- ARANDA, M.** 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- ARANDA, M., C. MARTÍNEZ DEL RÍO, R. COLMENERO, y S. MAGALLÓN.** 1980. Los mamíferos de la Sierra del Ajusco. Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Distrito Federal. 1ª Ed. México, Distrito Federal
- CASTRO-CAMPILLO, A., M. MARTÍNEZ-CORONEL, U. AGUILERA, y J. RAMÍREZ-PULIDO.** 2005. *Peromyscus melanotis* (J. A. Allen y Chapman 1897) ratón. Pp. 754-756 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- CEBALLOS, G.** 2005. *Spilogale gracilis* (Merriam 1890) zorrillo manchado. Pp. 392-393 in

- Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- CEBALLOS, G., Y C. GALINDO.** 1984. Mamíferos silvestres de la cuenca de México. Limusa. México, Distrito Federal
- CEBALLOS, G., J. ARROYO-CABRALES, Y R. A. MEDELLÍN.** 2002. Mamíferos de México. Pp. 377-413 in Diversidad y conservación de los mamíferos Neotropicales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Universidad Nacional Autónoma de México (CONABIO-UNAM). México, Distrito Federal
- CEBALLOS, G., Y G. OLIVA.** 2005a. *Mustela frenata* (Lichtenstein 1831) comadreja. Pp. 380-381 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- CEBALLOS, G., Y G. OLIVA.** 2005b. Mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- CERVANTES, F. A., P. DELGADO, Y A. L. COLMENARES.** 2005. *Sylvilagus cunicularius* (Waterhouse 1848) conejo. Pp. 842-843 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- CHÁVEZ, C. J. M. RAMOS, Y N. TRIGO.** 1990. Plan de manejo integral para el Parque Nacional "La Malinche" y su área de amortiguamiento. Cuadernos del CIIH, UNAM: Serie Seminarios 1:217-237.
- CHÁVEZ, T. C.** 2005a. *Neotomodon alstoni* (Merriam 1898) ratón de los volcanes. Pp. 699-701 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- CHÁVEZ, J. C.** 2005b. *Peromyscus gratus* (Merriam 1898) ratón piñonero. Pp. 735-736 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- CHÁVEZ, T. C., Y L. A. ESPINOSA.** 2005. *Peromyscus leucopus* (Rafinesque 1818) ratón. Pp. 744-745 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- CHÁVEZ, T. J. C., Y G. CEBALLOS.** 2005. *Peromyscus difficilis* (J. A. Allen 1891) ratón. Pp. 729-730 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- CHÁVEZ, T. C., Y R. GALLARDO.** 1993. Demografía y reproducción de *Neotomodon alstoni* en la Sierra de la Ajusco, México. Pp. 317-331 in Avances en el Estudio de los Mamíferos de México (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, Distrito Federal
- COLWELL, R. K.** 2006. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples (Software and User's Guide). Versión 8.0.
- ESPINOSA, L. A., Y T. C. CHÁVEZ.** 2005. *Liomys irroratus* (Gray, 1868) ratón espinoso. Pp. 628-629 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- FA, J. E.** 1989. Conservation-motivated analysis of mammalian biogeography in the

- trans-Mexican Neovolcanic Belt. National Geographic Research 5:296-316.
- FA, J. E., y L. M. MORALES.** 1993. Mammals of Mexico: prioritizing diversity. Pp. 319-361 in Biological diversity of Mexico: origins and distribution (Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa, eds.). Oxford University Press. New York.
- FERNÁNDEZ, J. A., F. CERVANTES, y M. C. CORONA.** En preparación. Lista de mamíferos de Tlaxcala: diversidad y conservación.
- FERNÁNDEZ, J. A.** 2005. Mamíferos. Pp. 137-148 in Biodiversidad del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, México (Fernández, J. A., y J. C. López-Domínguez, eds.). Coordinación General de Ecología Estado de Tlaxcala. México.
- GALINDO-LEAL, C., y C. J. KREBS.** 1997. Habitat structure and demographic variability of habitat specialist: the rock mouse (*Peromyscus difficilis*). Revista Mexicana de Mastozoología 2:72-89.
- GARCÍA, E.** 1964. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climático de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 2ª Ed. Corregida y aumentada 1973. Instituto de Geografía., UNAM. México, Distrito Federal
- GÓMEZ-ÁLVAREZ, G.** 2002. Descripción de las comunidades de aves del volcán Malinche, Tlaxcala. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal
- GONZÁLEZ, R. M., y F. A. CERVANTES.** 2005. *Microtus mexicanus* (Saussure 1861) meteorito. Pp. 659-660 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- HALL, E. R.** 1981. The mammals of North America. 2ª Ed. John Wiley & Sons. New York.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. www.iucnredlist.org
- JIMÉNEZ, G. A., M. A. ZUÑIGA, y J. A. NIÑO.** 1999. Mamíferos de Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- 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.
- LORENZO, C., y F. A. CERVANTES.** 2005. *Sylvilagus floridanus* (J. A. Allen 1890) Conejo. Pp. 843-845 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- MANDUJANO, S.** 1997. Densidad poblacional de la ardilla gris del pacífico (*Sciurus colliae*) en un bosque tropical de caducifolio de Jalisco. Revista Mexicana de Mastozoología 2:90-96.
- MARTÍNEZ, J.** 2000. Mastofauna de la vertiente occidental (Este) del Parque Nacional Pico de Orizaba, Puebla. Universidad Autónoma de Puebla.
- MEADE, A. M.** 1986. Monografía de Contla. Centro de Estudios Monográficos de Tlaxcala, México.
- MELO, G. C.** 1977. Parques Nacionales (Conferencias). Instituto de Geografía, UNAM. Series varios. Tomo 1 No. 2.
- MENDOZA, D. A., y G. CEBALLOS.** 2005. *Conepatus leuconotus* (Lichtenstein 1832) zorrillo espalda blanca. Pp. 386-387 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- MONROY-VILCHIS, O., H. RANGEL-CORDERO, M. ARANDA, A. VELÁZQUEZ, y F. J. ROMERO.** 1999. Los mamíferos de hábitats templados del sur de la Cuenca de México. Pp. 142-153 in Biodiversidad de la Región de Montaña del Sur de la Cuenca de México (Velázquez, A., y F. J. Romero, eds.). Universidad Autónoma Metropolitana y

- Secretaría del Medio Ambiente. México, Distrito Federal
- MORRISON, D. W., R. M. EDMUNDS, G. L. LINScombe, y J. W. GOERTZ.** 1981. Evaluation of specific scent station variables in Northcentral Louisiana. *Association Fish and Wild. Agencies* 35:281-291.
- NAVA, V. V.** 2005. *Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830) cacomixtle. Pp. 408-409 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- RAMÍREZ-PULIDO, J., J. ARROYO-CABRALES, y A. CASTRO-CAMPILLO.** 2005a. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* 21:21-82.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., A. SÁNCHEZ, U. AGUILERA, y A. CASTRO-CAMPILLO.** 2005b. *Peromyscus maniculatus* (Wagner 1845) ratón. Pp. 748-750 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- ROMERO-ALAMARAZ, M. L., C. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, C. GARCÍA-ESTRADA, y R. D. OWEN.** 2000. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Facultad de Ciencias, UNAM, Instituto de Biología, UNAM, Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM. primera edición
- RZEDOWSKI, J., y G. C. RZEDOWSKI.** 1989. Sinopsis numérica de la flora fanerogámica del Valle de México. *Acta Botánica Mexicana* 8:15-30.
- SÁNCHEZ, C., C. J. ÁLVAREZ, y M. L. ROMERO.** 1996. Biological and ecological aspects of *Microtus oaxacensis* y *Microtus mexicanus*. *Southwestern Naturalist* 41:95-98.
- SÁNCHEZ, O., y G. OLIVA.** 2005. *Reithrodontomys fulvescens* (J. A. Allen 1894) ratón. Pp. 780-782 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- SEMARNAT.** 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, 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 Nación, segunda sección.
- SERVÍN, J., y E. CHACÓN.** 2005. *Urocyon cinereoargenteus* (Schreber 1775) zorra gris. Pp. 354-355 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- STATSOFT.** 2008. STATISTICA (data analysis software system and computer program manual). Version 8.0. Statsoft, Inc. Tulsa, OK.
- STEPHEN, L. W., J. RAMÍREZ-PULIDO, y R. J. BAKER.** 1985. *Peromyscus alstoni*. *Mammalian Species* 242:1-4.
- VALENZUELA, G. D.** 2005. *Procyon lotor* (Linnaeus 1758) mapache. Pp. 415-417 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal
- VILLERS, R. L., F. ROJAS, y P. TENORIO.** 2006. Guía Botánica del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala-Puebla. 1ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ciencias de la Atmósfera e Instituto de Biología. México, Distrito Federal
- YARZA DE LA TORRE, E.** 1971. Los volcanes de México. Ed. Aguilar. segunda edición. México, Distrito Federal
- ZARZA, H., y R. A. MEDELLÍN.** 2005. *Didelphis virginiana* (Kerr, 1792) tlacuache. Pp. 108-110 in *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal

ZUNINO, M., y A. ZULLINI. 2003. Biogeografía la dimensión espacial de la evolución. Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal

Sometido: 15 abril 2009

Revisado: 29 abril 2010

Aceptado: 5 junio 2010

Editor asociado Consuelo Lorenzo

Ocelot (*Leopardus pardalis*) distribution in the state of Puebla, Central Mexico

Osvaldo Eric Ramírez-Bravo^{1,2,*}, Emilio Bravo-Carrete³
Cristina Hernández-Santín¹, Stephanie Schinkel-Brault¹, Kinnear Chris²

Abstract

Despite the fact that Puebla is in central Mexico and close to Mexico City, little is known about the felid species that inhabit the state. As part of our studies about the jaguar in Puebla, we are determining the distribution of ocelot (*Leopardus pardalis*) along the state. We conducted surveys among communities and placed camera traps in the field. We got ten reports of the species along the state, indicating the existence of different populations. One report corresponds to the area known as La Mixteca, which indicates a population shared between the states of Morelos, Puebla, and Guerrero and a possible corridor from Estado de Mexico to Veracruz. Most of the reports came from the Sierra Norte part of the Sierra Madre Oriental, which indicates an important corridor connecting populations in the northeastern states with those in the south. This is important for felid conservation as it was thought that their populations in the northeast were isolated.

Key words: Distribution; Mixteca; Ocelot; Puebla; Sierra Madre Oriental, *Leopardus pardalis*, corredor.

Resumen

A pesar de que Puebla es un estado que se encuentra cerca de la Ciudad de México, se sabe poco acerca de los felinos que lo habitan. Como parte de nuestra investigación sobre el jaguar en el estado, se determinó la distribución de ocelote (*Leopardus pardalis*) mediante encuestas y foto-trampeo. Se obtuvieron diez reportes diversos de la especie indicando la existencia de una población. Los registros en el suroeste de Puebla indican la existencia de una población compartida entre los estados de Morelos, Puebla y Guerrero y un posible corredor hacia el estado de Veracruz. La mayoría de los registros provienen de la Sierra Madre Oriental, lo cual hace suponer que existe un corredor a lo largo de la misma que conecta poblaciones de ocelote en los estados del noroeste del país con las del sur.

Palabras Clave: Distribución; Mixteca; Ocelote; Puebla; Sierra Madre Oriental, *Leopardus pardalis*, corredor

¹ Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad de las Américas, Puebla, Santa Catarina Mártir, Sin Número, Cholula, Puebla. CP. 72820, México Tel. 01 (222) 2 29 20 67,

² Durrell Institute for Conservation Ecology, Marlowe Building, University of Kent, Canterbury, Kent, CT2 7NR, England

³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México FES Cuautitlan, Km 2.5 Carretera Cuautitlán-Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, CP. 54714, México

* Corresponding author contact: ermex02@yahoo.com

Introduction

The Sierra Madre Oriental serves as an important corridor connecting ocelot (*Leopardus pardalis*) populations in the state of Hidalgo in Central Mexico with those in Nuevo León in Northern Mexico (Grigione *et al.* 2009). Despite this importance, studies looking into the absence or presence in the area are almost absent or have only recently begun (Grigione *et al.* 2009). In fact, the existence of ocelot populations was proved recently for the states of Guanajuato (Iglesias *et al.* 2008), Queretaro (Lopez Gonzalez and Aceves Lara 2007) and San Luis Potosí (A. Villordo-Galván personal communication).

Puebla in central Mexico would be a key state in this corridor as the presence of an ocelot population in the state would indicate a continual distribution from north to south. The state is not considered as part of the corridor because it has received little attention in felid studies and it lacks information about their presence. However, the existence of a viable population is highly probable due to the multiple reports in the bordering states of Morelos (López-Wilchis and López Jardines 1998, CONANP 2005); Oaxaca (Goldman 1943, Lira *et al.* 2005); Guerrero (Goldman 1943), and Veracruz (SCT 2005).

The ocelot (*L. pardalis*) was mentioned for Puebla by Wilchis and Jardines (1999) but in a carnivore revision made by Ramirez Pulido *et al.* (2005), they failed to find individuals for the state and they just mentioned the possibility of its existence. Villareal *et al.* (2005) mention an individual of ocelot in the municipality of Hueytamalco in the Sierra Norte. Later on Ramirez-Bravo *et al.* (2010) confirmed the existence of the species by camera trapping in the same municipality and mentioned the existence of other two individuals along the Sierra Norte corresponding to the Sierra Madre Oriental. However, there is not enough information on them, or on the distribution of the species along the state.

In this work we would like to present the first effort to delimit the distribution of this species along the state using records obtained by surveys and camera trapping. The *L. pardalis* records presented here were obtained while working on the project "The Jaguar in Puebla: Presence and Human relations", which indicate that *L. pardalis* has a wider range than that which was previously thought.

Methods

We e-mailed different institutions (government offices, non-governmental organizations [NGOs], and researchers) asking about felid species existing along the state. At the local level we contacted local governments of some municipalities, protected areas, NGOs, ranchers associations, veterinarians, hunters, and surveyed people in communities with their informed consent. We elaborated non-structured interviews to at least three persons in the community during the months of June and July of 2009. Interviews consisted on an informal talk about environmental aspects, migration, hunting, and cultural aspects. We used illustrations of large and medium (greater than three kilograms) sized mammals; like ocelot (*L. pardalis*); margay (*L. weidii*), and jaguarondi (*Puma yaguarondi*) that could be present in the region; we also included pictures of a lion, tiger, and a bear to verify authenticity of the response.

Field corroboration was done using camera traps (Wildview Xtreme 4) in the Sierra Norte, La Mixteca, and Tehuacán. We had initially five cameras and later another four; we worked with one or two cameras per site, changing them every month to cover as much area as possible. Site selection was made based on local guides or organizations in the area. The cameras were set at a height of 40 -50 cm along roads, trails, besides

water holes, and other places where recent animal signs were found (Silver 2004).

Results

We confirmed the lack of information about the existence of the species in the state. We obtained answers from 27 of the organizations interviewed: nine government agencies at different levels (federal, state, and municipal), five unions, two ranchers' unions, two protected areas, two companies working in the region, two taxidermists in the city of Puebla, four environmental organizations and three universities. Felid information was obtained from 17 people from ten organizations, with 31 mentions of six felid species, seven were ocelots.

As for local information, we conducted 105 surveys (including local government agencies) in 28 localities of twelve municipalities, with the most surveyed area being northern Puebla (ten municipalities). We obtained 98 felid mentions from 60 people with 12% mentioning ocelot. Since we were still working in the area after the interview period, people kept informing us about the presence of ocelot by commenting or presenting mounted specimens along the different areas where we had worked.

For camera trap settings we selected the municipalities of Hueytamalco, Jalpan in the north and Chiantla de Tapia and Tehuacán in the south because of previous reports and the facilities with which they had. We had a total of 672 night cameras distributed along the state as follows, 246 nights in Hueytamalco, 226 nights in Chiantla, and 220 nights in Tehucán. Despite the diversity of the surveyed areas, we got only two ocelot pictures, which are the first photographic records for the state (Ramírez *et al.* 2010). The summary of all the reports and localizations refer to Table 1 and Figure 1.

Discussion

In this research, surveys proved to be a worthy option to get reports as it is a cost effective methodology helping us to obtain results over a large area in a short period of time. Our results present a skew towards the Sierra Norte due to previous jaguar reports in the area but reports from others areas were easily obtained. On the other hand, the methodology

Ocelot records for the state of Puebla, Central Mexico

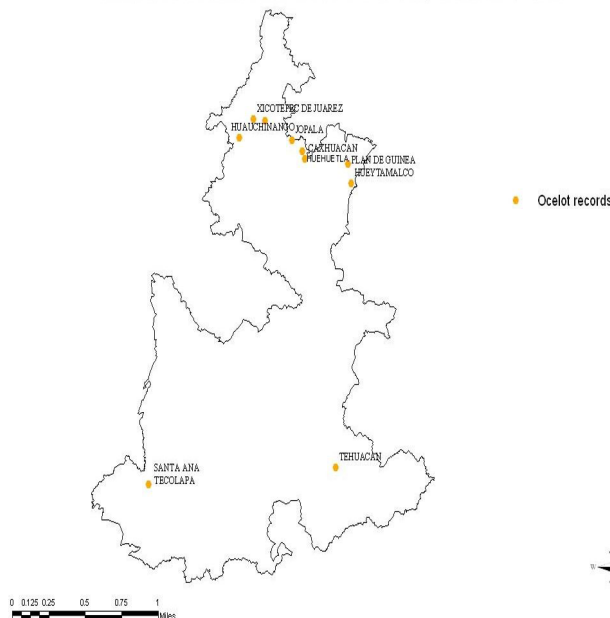


Figure 1. Ocelot records along the state of Puebla; as it can be observed they are distributed along the Sierra Norte.

helped to start delimiting ocelot distribution and to prove that it is more widespread than it was previously thought.

The report from the southwest corresponding to the geographic area known as La Mixteca was unexpected as the most common felid mentions by people are pumas (*Puma concolor*) and bobcats (*Lynx rufus*). On the other hand, the existence of the species is not rare as it has been mentioned previously for the states of Morelos (Álvarez-

Table 1. Ocelot reports collected for the state of Puebla

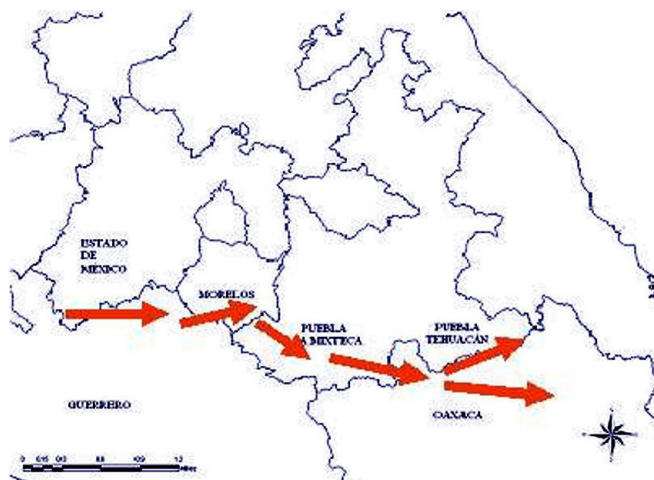
| Ocelot (<i>Leopardus pardalis</i>) | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---|
| Community | Coordinates | Source | Vegetation Type | Comments |
| Huachinango | 98° 03' 30"E 20° 10' 25"N | Hunter | Oak forest | Has a gun shop; different hunters gather in the place |
| Xicotepec | 97° 57' 40"E 20° 16' 43"N | Hunter | Tropical rain-forest | Has been living in the area for more than 30 years |
| La Unión | 97° 53' 03"E 20° 16' 01"N | Hunter | Tropical rain-forest | Showed us a preserved specimen |
| Jopala | 98° 03' 30"E 20° 10' 25"N | Hunter | Tropical rain-forest | Showed us a preserved specimen |
| Huehuetla | 97° 37' 30" E 20° 06' 17"N | Researcher | Tropical rain-forest | Provided by Gerardo Tapia, Medical Veterinarian Zootechnician; individual sighted in 2007 |
| Caxhuacán | 97° 36' 23"E 20° 03' 52"N | Government official | Tropical rain-forest | Ecology official of the Caxhuacán municipality. He organized a meeting with several people of the municipal government to get information about felid species |
| Plan de Guinea | 97° 19' 45"E 20° 01' 55"N | Picture | Tropical rain-forest | The picture was taken with camera trapping |
| Hueytamalco | 97° 17' 16"E 19° 56' 27"N | Local community and picture | Tropical rain-forest | The picture was taken with camera trapping |
| Tlapacoyan | 97° 12' 46"E 19° 57' 19"N | Government official and skin | Tropical rain-forest | Director of the Local Museum of Tlapacoyan. We found a skin in the local museum |
| Zongolica | 96° 59' 52"E 18° 39' 59"N | Hunters | Tropical rain-forest | They reported the existence of the species along this mountain area |
| Tehuacán | 97° 23' 37"E 18° 27' 43"N | Tracks | Tropical deciduous dry rainforest | We found tracks in a tropical dry deciduous rain-forest patch near the city in an area known as Cerro Colorado |
| San Juan Teponaxtla | 96° 43' 12"E 17° 44' 59"N | Researcher | Tropical rain-forest | Reports on the presence of ocelot, jaguars, and pumas in the area Alcántara-Salinas; personal communications (for further description of the area see Alcántara-Salinas <i>et al.</i> 2008) |
| Santa Ana | 98° 39' 09"E 18° 23' 06"N | Hunters | Tropical deciduous dry rainforest | Reports on the species were received from several hunters |

Castañeda 1996, CONANP 2005, López-Wilchis and López Jardines 1998) and Oaxaca (Goldman 1943, Goodwin 1969; Lira *et al.* 2005). Furthermore, the area corresponds with what is predicted for jaguar by the habitat suitability model for Puebla (Ramírez Bravo, 2009). According to our source, ocelot seems to be relatively common in the area which suggests the existence of a shared population between the states of Morelos, Puebla, Oaxaca, and Guerrero that needs further studying. Furthermore, it opens the possibility that populations in the state of Mexico (Sánchez *et al.* 2002) connect through the corridor proposed for felids in northern Guerrero (Monroy-Vilchis *et al.* 2007) and extend to the states of Morelos and Puebla (Fig. 2).

The record for Tehuacán corresponds to a patch of deciduous dry rainforest, similar to that found in La Mixteca. This ocelot report is noteworthy as it was obtained relatively close to the city of Tehuacán (5 km) indicating that the species is using a relatively disturbed area. However, there are ocelot reports further south in the state of Oaxaca (Goldman 1943, Goodwin 1969; Lira *et al.* 2005). Also, the area further east in the Sierra Negra contains vegetation suitable (CONABIO 1999) for the species which leads us to believe that the ocelot is using the area continuously. On the other hand, although there is scarce information on the southern part of the state, this report could be coupled with that of La Mixteca indicating a continual distribution. It would make a connection to the state of Veracruz in the east possible (Fig. 2).

Ocelot reports in the north of Puebla relate to the tropical area along the Sierra Madre Oriental; where the species has been reported recently in the states of Guanajuato (Iglesias *et al.* 2008); Querétaro (Lopez Gonzalez and Aceves Lara 2007) and for San Luis Potosí (A.Villordo-Galván personal communication). These states are part of the

Figure 2. Proposed corridor for ocelots in Central Mexico, starting from the Sierra of Nanchititla in the State of Mexico through northern Guerrero as proposed by Monroy-Vilchis *et al.* (2006) including more areas of the state of Morelos, Puebla, and Oaxaca.



corridor proposed for ocelots along the Sierra Madre connecting the mountain range along Hidalgo up to Nuevo León (Grigione *et al.* 2009). However, Puebla was not considered as there were not enough records. From this research, we provide evidence to consider the possibility that the state of Puebla is a corridor for felids. Even though in the state of Hidalgo there are no confirmed reports of ocelot, the vegetation is suitable for the species along the mountain range. Furthermore, local communities have informed about the presence of puma (*Puma concolor*) and margay (*Leopardus weidii*) (CONANP 2003) making the existence of ocelot more likely. It indicates that there is a continuous presence of the species along the area and a chance to have a connection between southern and northern populations. The latter comes as a surprise because some zones are highly fragmented and destined for agriculture or material extraction. The records indicate the existence of a population along the Sierra Norte that has to be studied

to determine its dynamics. On the other hand, it is interesting to compare other felid mentions obtained in the state (Ramírez Bravo, in lit.). Almost all the mentions go along the Sierra Norte, in part because the surveys were focused on the area and the habitat was suitable for the species. This information indicates that the mountain range is functioning as an important corridor for felid species.

Despite there are no records for the area of the Sierra Negra in the southwest due to the lack of sampling, the existence of the species is highly possible. First of all because there is a jaguar record for the area (Zeller, 2007), and the vegetation corresponds to similar rainforest vegetation in the Sierra Norte. With further research in the area we expect to delimit the distribution for this zone.

When we incorporated ocelot references obtained outside of the state (Table 1) we confirmed the importance of the mountain area known as Sierra Madre Oriental. There are reports in the community of Tlapacoyan and in two places on the Sierra of Zongolica in the states of Veracruz bordering the state of Puebla (SCT 2005 and this study). Further south we got a confirmed report from the community of Teponaxtla in the State of Oaxaca (for area descriptions see Alcántara-Salinas *et al.* 2008; Fig. 3). When mapping the ocelot records, it is possible to observe a pattern that can be described as a corridor going from northern Puebla to northern Oaxaca (Fig. 4). This pattern can be drawn as well for other felid species distributing along the Sierra Madre Oriental (Ramírez-Bravo unpublished). This is important because previous distribution and corridor maps for other felids indicated that the populations in northeastern Mexico were isolated from those populations in the south (Grigione *et al.* 2009, Rabinowitz and Zeller 2010). This corridor would mean that there is still a connection between northern felid populations with those in the south through the Sierra Madre Oriental and thus they deserve special protection.

With the results of this research it is possible to observe that the ocelot is more common than it was previously thought in Puebla. Being distributed in the north as well in the South, it makes it clear that the state contains more tropical elements but there is not enough information to provide effective conservation measures. We hope that

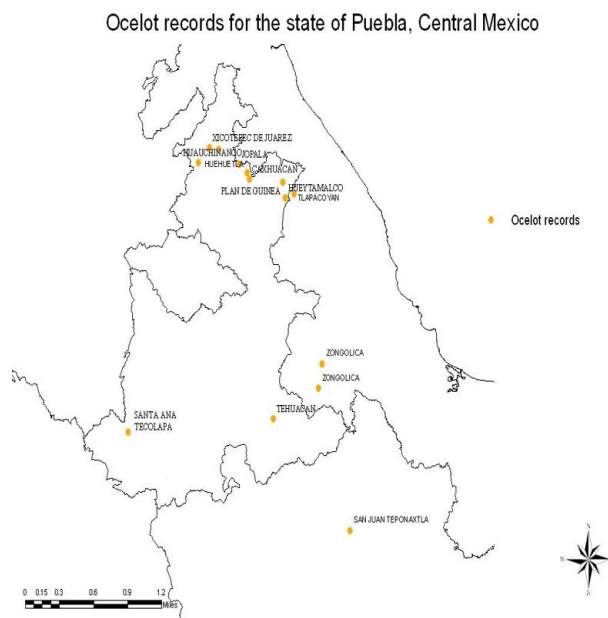
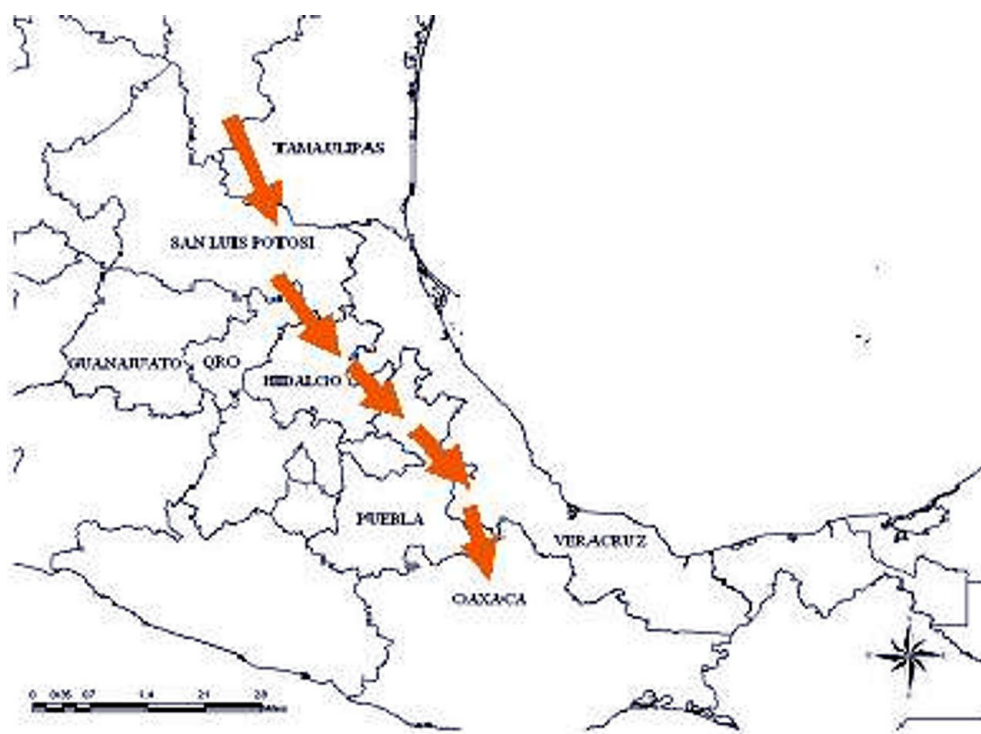


Figure 3. Ocelot reports according to table 1. As it can be seen the species distribute along the mountain area of Puebla, along the Sierra Norte. The reports from hunters about the existence of the species along the Sierra de Zongolica and the reports from the Sierra of Oaxaca show a pattern along the mountain ranges.

further development of this project will define ocelot distribution and help to generate management plans for its conservation as there is no current information. Also, with the information obtained in this research, it is possible to propose Puebla as an important

Figure 4. Proposed corridor for ocelots in the Sierra Madre Oriental area following Grigione *et al.* (2009) and including more areas of the state of Hidalgo, Puebla, Veracruz, and Oaxaca. Despite some areas had not been surveyed in depth, it is thought that there is a population along all the mountain range of the Sierra Norte in Puebla, Sierra de Zongolica in Veracruz, Sierra Negra in Puebla, and the area known as La Cañada in Oaxaca.



state for conservation as it is the one that shows more characteristics of the ne-artic and neo-tropical fusion present in Mexico. Also, it can be considered as a keystone state as it has two important corridors for tropical species in Central Mexico.

Acknowledgements

I would like to thank to the National Geographic Society that supported us with the grant NGS YE Grant #EC0390-08 to start this project, to Durrell Wildlife Conservation Trust for their support to buy materials for field work in the area of Tehuacán, to the Universidad de las Americas for the facilities provided, the Tourism office of Hueytamalco, the Biosphere Reserve of Tehuacán- Cuicatlan, ARS of the Mixteca, A.C., ANP Cuenca Río Necaxa, and the private reserve Kolijke for all its support.

References

- ALCÁNTARA-SALINAS, G., AND J, RIVERA HERNÁNDEZ. 2008. Biodiversidad y etnobiología de San Juan Teponaxtla. Informe intermedio de actividades. Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios S.C. y Rufford Small Grant Foundation
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T. 1996. Los Mamíferos del Estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.
- COMISIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP). 2003. Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- COMISIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP). 2005. Programa de conservación y manejo, Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). 1999.

- 'Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO'. Escala 1: 1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, 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* 141:1-270.
- GOLDMAN E. A.** 1943. The races of ocelot and margay in Middle America. *Journal of Mammalogy* 24:372-385.
- GRIGIONE, M. M., K. MENKE, C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ, R. LIST, A. BANDA, J. CARRERA, R. CARRERA, A. J. GIORDANO, J. MORRISON, M. STERNBERG, R. THOMAS, AND B. VAN PELT.** 2009. Identifying potential conservation areas for felids in the USA and Mexico: integrating reliable knowledge across an international border. *Oryx* 43:78-86.
- IGLESIAS, J., V. SÁNCHEZ-CORDERO, G. MAGAÑA-COTA, R. BOLAÑOS, M. ARANDA, R. HERNÁNDEZ, AND F. J. BOTELLO.** 2008. Notheworthy records of margay, *Leopardus weidii*, and ocelot *Leopardus pardalis* in the state of Guanajuato, Mexico. *Mammalia* 72:347-349.
- LIRA TORRES I.** 2006. Abundancia, densidad, preferencia de hábitat y uso local de los vertebrados en La Tuza de Monroy, Santiago Jamiltepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:41-66.
- LIRA TORRES I, MORA AMBRIZ L. CAMACHO ESCOBAR M.A., GALINDO AGUILAR R.E.** 2005. Mastofauna del cerro de la Tuza, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:6-20
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, C.A., AND D. R. ACEVES LARA.** 2007. Noteworthy record of the Tayra (Carnivora: Mustelidae: *Eira barbara*) in the Sierra Gorda biosphere reserve, Querétaro, México. *Western North American Naturalist* 67:150-151.
- LÓPEZ-WILCHIS, R., AND J. LÓPEZ JARDINES.** 1998. Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México, Distrito federal, México.
- MONROY-VILCHIS, O., C RODRÍGUES-SOTO, M. ZARCO-GONZÁLEZ, AND V. URIOS.** 2007. Distribución, uso de hábitat y patrones de actividad del puma y jaguar en el Estado de México. Pp. 59-69 in *Conservación y manejo del jaguar en México: Estudios de caso y perspectivas* (Ceballos, G., C. Chávez, R. List, and H. Zarza Eds). CONABIO-Alianza WWF/TELCEL-UNAM. México, Distrito Federal, México.
- Rabinowitz, A., and K. A. Zeller.** 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*, *Biological Conservation* doi:10.1016/j.biocon.2010.01.002.
- Ramírez Bravo, O. E.** 2009. The Jaguar in Puebla: Presence and Human Relation. Report for National Geographic.
- Ramírez Bravo, O. E., S. S. Brault, and C. Hernández Santín.** 2010. Nuevo registro de Ocelote (*Leopardus pardalis*) para el estado de Puebla. *Therya* 1:63-65.
- RAMÍREZ BRAVO O.E., SCHINKEL BRAULT STEPHANIE Y HERNÁNDEZ SANTÍN CRISTINA.** 2010. Nuevo registro de Ocelote (*Leopardus pardalis*) para el estado de Puebla. *Therya*, 1:63'65.
- Ramírez Pulido J., N. González-Ruiz, and H. H. Genoways.** 2005. Carnivores from the Mexican State of Puebla: Distribution, Taxonomy and Conservation. *Mastozoología Neotropical* 12:37-52.
- Sánchez, O., J. Ramírez-Pulido, U. Aguilera-Reyes, and O. Monroy-Vilchis.** 2002. Felid records from the state of Mexico, Mexico. *Mammalia* 66:289-294.
- SCT centro Veracruz.** 2005. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular

para la Construcción del Puente "Altotoco" sobre el Río Apatlahuaya en el Municipio de Mixtla de Altamirano, Veracruz.

Silver, S. C. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. Wildlife Conservation Society. New York, USA.

Villarreal Espino-Barros. O. A., R. Guevara Viera, R. Reséndiz Martínez, J. S. Hernández Zepeda, J. C. Castillo Correo, and F. J. Tomé Torres. 2005. Diversificación productiva en campo experimental Las Margaritas, Puebla, México. Archivos Zootecnológicos 54:197-203.

Zeller, K. 2007. Jaguars in the New Millenium Data Set Update: The state of the jaguar in 2006. Wildlife Conservation Society. New York, USA.

Sometido: 9 enero 2010

Revisado: 1 marzo 2010

Aceptado: 15 junio 2010

Editor asociado Sergio Ticul Álvarez-Castañeda

Seroprevalencia de *Leptospira interrogans*, hematología y perfil bioquímico en cánidos silvestres del Parque Nacional El Cimatario, Querétaro. México.

Norma Hernández-Camacho¹, Carlos A. López-González¹
y María de Jesús Guerrero-Carrillo².

Abstract

Leptospira interrogans is common in wild canids but unknown its effect is in Mexican wild canid populations. This study was realized in a sample of gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber, 1775) and coyotes (*Canis latrans* Say, 1823) in El Cimatario National Park, in Querétaro, a fragment of tropical deciduos forest in the highlands of Central Mexico. A total of 17 wild canids were captured; hemograms, biochemical profiles, and a microagglutination test for *L. interrogans* serovars were obtained for ten organisms. The animals were positive for eight of the eleven analyzed serovars with very significant titer values. Nevertheless, they lacked physical evidence of this pathogen, and data suggest that these wild canid species are reservoirs of these bacteria. This research potentially reflected the historical influence of domestic animal presence and transmission of *Leptospira* for centuries in this ecosystem.

Keywords: biochemical profiles, *Canis latrans*, hemograms, *Leptospira interrogans*, Mexico, *Urocyon cinereoargenteus*.

Resumen

Leptospira interrogans es común en cánidos silvestres, sin embargo se desconoce qué tanto puede estar afectando a las poblaciones de cánidos silvestres de México. Este estudio fue realizado con zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber, 1775) y coyotes (*Canis latrans* Say, 1823) en un área natural protegida representante de los trópicos altos del centro de México. Se capturaron un total de 17 cánidos, de diez animales se obtuvieron biometrías hemáticas, perfiles bioquímicos y se hizo la prueba de microaglutinación para *Leptospira interrogans*. Los animales fueron positivos a ocho de las 11 serovariedades analizadas, algunas con títulos muy altos. No obstante, no presentaron sintomatología asociada a este patógeno. Lo que sugiere que estas especies de cánidos podrían ser reservorios del mismo. Este estudio podría estar reflejando la influencia histórica de la presencia de los animales domésticos y la transmisión de *Leptospira* desde hace siglos en este ecosistema.

¹ Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.

² Medicina Veterinaria y Zootecnia². Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.

Dirección: Norma Hernández Camacho. Escuela de Biología. Av. De las Ciencias s/n, Juriquilla. Delegación Santa Rosa Jáuregui. Querétaro, Qro., México. C. P. 76230. Teléfono (442) 192 1200 ext. 5341. E-mail: minus100@hotmail.com

Palabras clave: Biometría, *Canis latrans*, *Leptospira interrogans*, México, perfil bioquímico, *Urocyon cinereoargenteus*.

Introducción

La presencia de *Leptospira interrogans* en fauna silvestre ha sido registrada a través de los años y se considera que prácticamente cualquier especie de mamífero tanto terrestre como acuático puede ser un reservorio de este microorganismo. No obstante, la documentación de la sintomatología de leptospirosis es rara en fauna silvestre (Leighton *et al.* 2001; Bharti *et al.* 2003).

Leptospira interrogans y sus distintas serovariedades han sido registradas en varios cánidos silvestres a lo largo del continente americano, tanto en vida libre como en cautiverio. Siendo más frecuente en algunas especies de zorras (*Vulpes sp.* y *Urocyon cinereoargenteus*) que en coyotes (*Canis latrans*) o lobos (*Canis lupus*), en algunos casos, con valores de prevalencia y de infección con importancia diagnóstica (Cirone *et al.* 1978; Drewek *et al.* 1981; Khan *et al.* 1991; Davidson *et al.* 1992; Luna-Alvarez *et al.* 1996; Grinder y Krausman. 2001; Leighton y Kuiken. 2001; Lilenbaum *et al.* 2002; Kelly y Sleeman. 2003; Riley *et al.* 2004).

En México, la zorra gris y el coyote son considerados como los cánidos silvestres de mayor distribución y abundancia, generalistas ecológicos que muestran tolerancia al hombre lo que, en determinadas ocasiones, favorece la coexistencia de estos cánidos silvestres con especies domésticas incrementando la oportunidad de entrar en contacto y con esto, el posible riesgo de epizootias e incluso de zoonosis (Trapp 1978; Harrison 1997; Buskirk 1999; Sunquist y Sunquist. 2001; Crooks 2002, Gehring *et al.* 2003; Hidalgo-Mihart *et al.* 2004). Existen trabajos sobre leptospirosis en animales en cautiverio en México (Luna-Alvarez *et al.* 1996) sin embargo, las condiciones para el proceso de transmisión y sobrevivencia de este patógeno son diferentes en ambientes controlados, urbanos y/o suburbanos a las que podrían presentarse en ambientes naturales con actividades antropogénicas (Leighton y Kuiken. 2001), teniendo presente la perturbación actual de los ecosistemas del país.

Por lo tanto, considerando que estos dos cánidos silvestres generalistas ecológicos son susceptibles a distintas serovariedades de *L. interrogans*, algunas de ellas asociadas a animales domésticos; decidimos determinar si había exposición a la bacteria por medio de la respuesta inmune a través de la prueba de micro aglutinación y de la respuesta fisiológica, por medio de biometría sanguínea y perfil bioquímico, en una muestra de coyotes y zorras grises en un ecosistema representativo del centro de México. El cual presenta un registro histórico de más de 400 años de actividades antropogénicas como la ganadería extensiva y la agricultura.

Material y métodos

Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en El Parque Nacional El Cimatario, situado al sur de la ciudad de Santiago de Querétaro (20° 28' 30" y 20° 33' 23" de latitud norte y 100° 19' 37" y 100° 23' 12" de longitud oeste). Se seleccionó este sitio por representar un

fragmento del hábitat original de la región del centro de México, que está en el proceso de perder su conectividad con otros parches de vegetación similar, por su ubicación, fácil acceso y cercanía a áreas urbanas y rurales. Esta área protegida de 2,447 ha y una elevación máxima de 2,390 msnm, presenta cuatro tipos de vegetación: matorral crasicaule (de mayor representatividad en la zona), matorral alto subinermé, bosque tropical caducifolio y pastizal (posiblemente inducido por la tala y sobrepastoreo). Además, presenta zonas reforestadas con especies introducidas (Baltasar *et al.* 2004).

Los cánidos fueron capturados usando trampas tipo cebo (Victor, #2 y #3), las que fueron colocadas a la orilla de caminos y veredas del área de estudio durante los meses de enero-febrero de 2004 y enero de 2005. Se utilizaron como atrayentes Canine Call (Carman's superior lures, Minnesota Trapline Products, Pennock, MN 56279) y una mezcla de Catnip/Beaver Castor (Hawbaker's, Fort London, PA 56279). Los cebos se mantuvieron activos desde las 1800 h hasta su posterior revisión en la mañana. Cada animal capturado fue sujetado con un lazo para perros (Tomahawk traps, Tomahawk, WI, USA/54487) e inmovilizado con una mezcla de hidrocloreto de ketamina (Anesket®) e hidrocloreto de xilazina (Rompun®) en una proporción de 4:1. Se determinó el peso, la longitud total, el sexo y la categoría de edad del animal (adulto o juvenil) por medio de la coloración y desgaste dentales y del retraimiento de las encías (Dimmick y Pelton, 1994). Se les midió la temperatura corporal, ya que la presencia de fiebre alta (más de 40°C) y una coloración amarillenta de las encías (ictericia), sería un indicador de que estos animales presentaban sintomatología física de leptospirosis (Bush 1999; Thrall 2004). A cada animal capturado se le asignó una clave formada por la primera letra del nombre común (ZG para zorra gris y C para coyotes) y el número en el orden de su captura. El peso en kg y la longitud total (mm) por especie se reportan como promedio con desviación estándar.

Obtuvimos de 10 de los 17 individuos capturados una muestra sanguínea de 7 ml por punción en la vena cefálica o yugular. De esta muestra, 2 ml fueron colocados en tubos vacutainer con EDTA (BD vacutainer®) para la biometría hemática, los cuales fueron refrigerados durante 24 horas como máximo para su posterior análisis y los restantes 5 ml en tubos vacutainer (Monoject®) sin EDTA para el perfil bioquímico y la prueba de microaglutinación para once serovariedades de *L. interrogans*. Esta muestra de 5 ml se centrifugó durante 20 minutos a 2000 rpm para separar el suero, el cual fue colocado en tubos Eppendorf y congelado a 0°C hasta su análisis en un laboratorio de análisis clínicos especializado.

Se consideró un resultado positivo a la prueba de microaglutinación, si el título era igual a 1:50 y de 1:100 para importancia diagnóstica (Carter y Chengappa. 1994). Los valores de referencia para la biometría hemática y el perfil bioquímico provienen de la base de datos del Internacional Species Information System (ISIS). La prevalencia se determinó como el porcentaje de cánidos infectados por cada serovariedad para el total de la muestra de cánidos.

Resultados

Capturamos un total de 17 cánidos, 13 zorras grises (ocho hembras, cinco machos) y cuatro coyotes (tres hembras y un macho). Sin embargo, se obtuvieron muestras

sanguíneas de diez animales y sólo ocho de éstas fueron adecuadas para biometría y perfil bioquímico. Todos los animales fueron catalogados como adultos. El promedio del peso y ala longitud total fue de 13.5 kg (\pm 1.4 DS) y 1,293.3 mm (\pm 50.3 DS), respectivamente para los coyotes y de 3.9 kg (\pm 0.4 DS) y 1,028 mm (\pm 13 DS), respectivamente para las zorras grises. Ninguno de los cánidos capturados mostró signos clínicos evidentes relacionados con leptospirosis como fiebre y presencia de ictericia.

Los datos obtenidos en la biometría hemática confirmaron que, durante el momento de la captura, estos animales presentaban un buen estado de salud, con excepción de C2, el cual se encontraba anémico, aunque se encontraba dentro de los valores normales de peso y talla establecidos para esta especie según la base de datos de ISIS.

La información obtenida del conteo de células blancas sugiere que algunas zorras presentaban una respuesta sistémica. El conteo de leucocitos, monocitos y neutrófilos en ZG5, ZG6 y ZG7, indicarían un estado infectivo crónico en estos animales con una clara neutrofilia. Esto, a su vez, podría estar relacionado con los valores obtenidos de ciertos analitos en el perfil bioquímico que estarían asociados a la leptospirosis, como es el caso de la aspartato aminotransferasa (AST), la bilirrubina total o la alanina aminotransferasa (ALT) en los mismos animales (Tabla 1). Los valores de urea en sangre en todos los individuos registraron valores muy altos (con excepción de ZG6). Lo cual

| Perfil bioquímico | Valores de referencia: Zorra gris | Valores de referencia: Coyotes | C1 | C2 | C3 | ZG1 | ZG2 | ZG5 | ZG6 | ZG7 |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Coolesterol (mg/dl) | 0-337 | 0-242 | 122.67 | 133.9 | 476.85 | 125.77 | 138.54 | 105.65 | 138.15 | 177.26 |
| Bilirrubina total (mg/dl) | 0-0.6 | 0-0.7 | 0.56 | 0.78 | 1.77 | 0.48 | 0.51 | 0.83 | 2.21 | 0.23 |
| Bilirrubina conjugada (mg/dl) | 0.1-0.3 | 0-0.2 | 0.39 | 0.58 | 1.42 | 0.30 | 0.33 | 0.63 | 1.76 | 0.20 |
| Bilirrubina no conjugada (mg/dl) | 0-0.1 | 0-0.3 | 0.17 | 0.19 | 0.35 | 0.18 | 0.17 | 0.20 | 0.45 | 0.02 |
| ALT (U/L) | 28-107 | 7-209 | 49 | 32 | 73 | 30 | 36 | 33 | 113 | 76 |
| AST (U/L) | 16-83 | 23-104 | 88 | 124 | 128 | 267 | 88 | 438 | 482 | 425 |
| Fosfatasa alcalina (U/L) | 2-21 | 7-209 | 10 | 2 | 35 | 16 | 36 | 27 | 7 | 28 |
| Triglicéridos (mg/dl) | 11-62 | 20-35 | 38.5 | 56.87 | 49.87 | 119.87 | 126.87 | 30.62 | 49 | 21.87 |
| CK (U/L) | 38-1841 | 140-1264 | 1357 | 1185 | 1928 | 1136 | 1018 | 5784 | 3555 | 4071 |
| Proteína total (g/dl) | 5.5-8.1 | 4.8-8.2 | 7.65 | 8.26 | 7.96 | 6.16 | 6.67 | 6 | 5.16 | 7.11 |
| Albúmina (g/dl) | 2.7-4.4 | 2.5-3.9 | 3.42 | 4.21 | 5.32 | 3.36 | 3.65 | 4.23 | 3.99 | 4.46 |
| Globulina (g/l) | 1.4-4.2 | 2-4.3 | 4.23 | 4.05 | 2.64 | 2.8 | 3.02 | 1.77 | 1.17 | 2.65 |
| Calcio (mg/dl) | 8.7-10.6 | 7.5-11.3 | 7.64 | 7.56 | 6.88 | 8.24 | 9.6 | 7.92 | 7.12 | 8.84 |
| Fósforo (mg/dl) | 2.9-8 | 2.1-7.3 | 3.28 | 4.3 | 4.24 | 4.34 | 4.34 | 4.15 | 7.09 | 4.74 |
| Potasio (mEq/L) | 3.8-5.8 | 3.5-6.6 | - | - | - | 3.57 | 3.63 | - | - | - |
| Sodio (mEq/L) | 138-158 | 138-157 | - | - | - | 139 | 149 | - | - | - |
| Cloro (mEq/L) | 100-124 | 110-119 | - | - | - | 105 | 113 | - | - | - |
| Bicarbonato (mEq/L) | 13-26 | 15-23 | 26 | 28 | 28 | 19 | 18 | 21 | 20 | 15 |
| Amilasa (U/L) | 826-1879 | 220-1497 | 203 | 254 | 356 | 838 | 838 | 979 | 906 | 1100 |

Tabla 1. Biometría hemática y perfil bioquímico de los cánidos capturados en el Parque Nacional El Cimatario, Querétaro. (No hay datos para ZG3 y ZG4).

Cont. Tabla 1

| Biometría hemática | Valores de referencia: Zorra gris | Valores de referencia: Coyotes | C1 | C2 | C3 | ZG1 | ZG2 | ZG5 | ZG6 | ZG7 |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Eritrocitos (10 ⁶ /μl) | 4.8-7.8 | 4.22-8.2 | 6.5 | 5.9 | 9.4 | 5.7 | - | 6.42 | 6.29 | 6.37 |
| Hematocrito (%) | 26-55 | 31.5-66 | 56 | 17 | 62 | 40 | - | 36 | 55 | 39 |
| Hemoglobina (g/dl) | 8.9-17.8 | 11-20.8 | 18.66 | 5.66 | 21 | 12.8 | - | 12 | 18.3 | 13 |
| CMHG (g/dl) | 26.3-36 | 25.5-47.7 | 33.32 | 33.29 | 33.87 | 33 | - | 33.33 | 33.27 | 33.33 |
| Leucocitos (10 ³ /μl) | 3.9-17.4 | 5-20.8 | 15.8 | 4.4 | 13.4 | 11.8 | - | 24.05 | 15.1 | 25.9 |
| Neutrófilos segmentados (10 ³ /μl) | 2.03-13.8 | 2.5-17.5 | 12.48 | 2.99 | 11.93 | - | - | 21.4 | 12.23 | 23.31 |
| Bandas neutrofílicas (10 ³ /μl) | 0-4.55 | 0-0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.67 | - | - | 0.72 | 1.06 | 0.78 |
| Linfocitos (10 ³ /μl) | 0.16-5.11 | 0.325-3.92 | - | 0.13 | - | 12 | - | 0.96 | 0.6 | 0.52 |
| Monocitos (10 ³ /μl) | 0.064-0.92 | 0.058-1.17 | 2.05 | 0.62 | 0.8 | - | - | 0.96 | 1.21 | 1.29 |
| Eosinófilos (10 ³ /μl) | 0.055-2.48 | 0.18-4.03 | 1.11 | 0.44 | - | - | - | - | - | - |
| Basófilos (10 ³ /μl) | 0-1.16 | 0-0.099 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Perfil bioquímico | | | | | | | | | | |
| Glucosa (mg/dl) | 0-287 | 57-231 | 108.72 | 87.84 | 94.32 | 133.56 | 177.48 | 65.16 | 21.24 | 4.14 |
| Urea (mg/dl) | 8-49 | 8-48 | 83.76 | 63.96 | 63.42 | 65.94 | 96.9 | 23.1 | 53.4 | 65.7 |
| Creatinina (mg/dl) | 0.7-1.4 | 0.7-2.2 | 0.75 | 0.98 | 1.005 | 0.89 | 1.43 | 0.64 | 0.63 | 1.16 |

podría ser indicativo de una disfunción renal, con base en los valores de referencia ISIS de estas dos especies de cánidos en cautiverio (Tabla 1).

Tres coyotes fueron positivos a siete de las once serovariedades analizadas (63.6% prevalencia), mientras que las zorras grises registraron ocho de las once serovariedades (72.7%). En ambos casos, todas las serovariedades fueron consideradas como típicas de animales domésticos, siendo *Leptospira interrogans canicola*, la serovariedad que presentó los títulos más altos, desde 1:1600 a 1:6400, con una prevalencia de 85.7% en las zorras grises y del 100% en coyotes (Tabla 2).

Tabla 2. Prevalencia (%) de las serovariedades de *Leptospira interrogans* registradas en los cánidos capturados en el Parque Nacional El Cimatario, Querétaro, México.

| Serovariedades de <i>Leptospira interrogans</i> | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> (n = 7) (%) | <i>Canis latrans</i> (n = 3) (%) |
|---|--|-------------------------------------|
| <i>L. interrogans bratislava</i> | 42.8 | 100 |
| <i>L. interrogans canicola</i> | 85.7 | 100 |
| <i>L. interrogans grippotyphosa</i> | 28.5 | 100 |
| <i>L. interrogans hardjo</i> | 28.5 | 66.6 |
| <i>L. interrogans icterohaemorrhagiae</i> | 100 | 100 |
| <i>L. interrogans panama</i> | 0 | 0 |
| <i>L. interrogans pomona</i> | 28.5 | 0 |
| <i>L. interrogans pyrogenes</i> | 28.5 | 33.3 |
| <i>L. interrogans hebdomadis</i> | 0 | 0 |
| <i>L. interrogans tarassovi</i> | 14.1 | 0 |
| <i>L. interrogans wolffi</i> | 14.1 | 0 |

Discusión

Asumiendo que el estrés por la captura pudiera influenciar los datos obtenidos en el hemograma y perfil bioquímico, la captura y manejo de los animales se realizó con todas las consideraciones bioéticas reglamentarias sugeridas por The American Society of Mammalogists (Animal Care and Use Committee, 1998) para minimizar la posibilidad de daño físico, no se les alimentó antes de la toma de las muestras y no presentaron síntomas de deshidratación; por lo tanto, los valores obtenidos en la biometría hemática y perfil bioquímico podrían estar reflejando el efecto de la presencia de *L. interrogans* en los animales capturados. Sin embargo, se considera la posibilidad de que el estrés por captura sí haya tenido un efecto en los resultados obtenidos e incluso de que los valores de estos analitos sean normales en estos cánidos en vida libre. Sin embargo, si los datos obtenidos en la prueba de micro aglutinación se extrapolaran a cánidos domésticos, éstos presentarían una sintomatología visible relacionada con leptospirosis como es ictericia, fiebre, letargia, dolor muscular generalizado con recumbencia (Clark *et al.* 1961; Bush 1999; Thrall 2004). No obstante, esta condición no se presentó en los animales capturados, por lo que se les podría considerar como reservorios, portadores asintomáticos del patógeno que estarían formando parte del proceso natural de transmisión en este ecosistema.

La prevalencia relativamente alta de las distintas serovariedades de *L. interrogans*, sobre todo las asociadas con los animales domésticos, podría reflejar el uso antropogénico de este paisaje por siglos. Históricamente, las actividades humanas han tenido efectos indirectos y directos en la fauna silvestre local mucho antes que la ciudad de Santiago de Querétaro fuera fundada en 1531 y es hasta 1982, cuando esta zona es decretada como parque nacional y que se coloca malla ciclónica en todo el perímetro del parque para limitar su acceso. Sin embargo, debido a problemas administrativos y políticos durante la expropiación de los terrenos del parque, se permitió la entrada de los propietarios anteriores y a sus animales domésticos durante los siguientes 25 años, incluso se estableció una granja porcícola dentro de los terrenos del parque (Baltasar *et al.* 2004) y es hasta los últimos cinco años, que esto ha disminuido notablemente por el proceso de regularización de la expropiación y por el desarrollo de un reglamento para entrar a El Cimatarío, establecido por la nueva administración del parque.

Este estudio es, según nuestro conocimiento, el primero realizado con *L. interrogans* en poblaciones de mamíferos terrestres silvestres de México, por lo que puede ser considerado como la base para estudios futuros, debido a que se desconoce la situación actual del estado de salud de las poblaciones silvestres de mamíferos. Lo que limita seriamente la creación de planes de manejo, prevención y control. Queda mucho por investigar sobre la presencia de este patógeno y el efecto que tuviera en las poblaciones de fauna silvestre del país.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro por permitirles la entrada al parque para la realización de este estudio, a la SEMARNAT (oficio NUM/SGPA/DGVS/09476) y a la Universidad Autónoma de Querétaro por su apoyo económico. Un agradecimiento especial a The Chester Zoo

por permitirnos usar su acceso a la base de datos ISIS. Este trabajo forma parte de la tesis de Maestría en Ciencias-Recursos Bióticos de la primera autora, la cual recibió apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (convenio 174499). De manera personal, agradecemos a R. E. Jiménez Maldonado por su apoyo logístico durante el trabajo de campo.

Referencias

- ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE.** 1998. Guidelines for the capture, handling, and care of mammals as approved by the American Society of Mammalogists. *Journal of Mammalogy* 79:1416-1431.
- BALTASAR, R. J. O., M. MARTÍNEZ, Y. DÍAZ DE SALAS, Y L. HERNÁNDEZ SANDOVAL.** 2004. Guía de plantas comunes del parque nacional El Cimatario y sus alrededores. Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Querétaro.
- BHARTI, A. R., J. E. NALLY, J. N. RICARDI, M. A. MATTHIAS, M. M. DIAZ, M. A. LOVETT, P. N. LEVET, R. H. GILMAN, M. R. WILLING, E. GOTUZZO, Y J. M. VINETZ.** 2003. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. *The Lancet Infectious Diseases* 3:757-771.
- BUSH, B. M.** 1999. Interpretación de los análisis de laboratorios clínicos de pequeños animales. Royal Veterinary College. University of London. Hancourt.
- BUSKIRK, S. W.** 1999. Mesocarnívoros de Yellowstone. Pp. 165-187 in *Carnívoros in ecosystems. The Yellowstone experience* (Clark, T. W., A. P. Curlee, S. C. Minta, y P. V. Kareiva Ed.). Yale University Press.
- CARTER, G. R., Y M. M. CHENGAPPA.** 1994. Bacteriología y micología veterinaria. Segunda edición. Editorial El Manual Moderno S. A de C. V. Santafé de Bogotá, Colombia.
- CIRONE, S. M., H. P. RIEMANN, R. RUPPANNER, D. E. BEHYMER, Y C. E. FRANTI.** 1978. Evaluation of the hemagglutination test for epidemiologic studies of leptospiral antibodies in wild mammals. *Journal of Wildlife Diseases* 14:193-202.
- CLARK, L. G., J. I. KRESSE, R. R. MARSHAK, Y C. J. HOLLISTER.** 1961. Natural occurrence of *Leptospira icterohaemorrhagiae* in the eastern grey fox and the eastern raccoon. *Nature* 192:1312-1313.
- CROOKS, K. R.** 2002. Relative sensitivities of mammalian carnívoros to habitat fragmentation. *Conservation Biology* 2:488-502.
- DAVIDSON, W. R., V. F. NETTLES; L. E. HAYES; E. W. HOWERTH, Y C. E. COUVILLION.** 1992. Diseases diagnosed in gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) from the southeastern United States. *Journal of Wildlife Diseases* 28:28-33.
- DIMMICK, R. W., Y M. R. PELTON.** 1994. Criteria of sex and age. Pp 169-214 in *Research and management techniques for wildlife and habits* (Bookhout, T. A. Eds.). Quinta edición. The Wildlife Society, Bethesda, Marylanda.
- DREWEK, JR. J., T. H. NOON, R. J. TRAUTMAN, Y E. J. RICKNELL.** 1981. Serologic evidence of Leptospirosis in a southern Arizona coyote population. *Journal of Wildlife Diseases* 17:33-3.
- GEHRING, T. M., Y K. SWIHART.** 2003. Body size, niche breadth, and ecologically scaled responses to habitat fragmentation: mammalian predator in an agricultural landscape. *Biological Conservation* 109:283-295.
- GRINDER, M., Y P. L. KRAUSMAN.** 2001. Morbidity-mortality factors and survival of an urban

- coyote population in Arizona. *Journal of Wildlife Diseases* 37:312-317.
- HARRISON, R. L.** 1997. A comparison of gray fox ecology between residential and undeveloped rural landscapes. *Journal of Wildlife Management* 61:112-122.
- HIDALGO-MIHART, M. G.; L. CANTU-SALAZAR, C. A. LOPEZ-GONZALEZ; E. C. FERNANDEZ, Y A. GONZALEZ-ROMERO.** 2004. Effect of a landfill on the home range and group size of coyotes (*Canis latrans*) in a tropical deciduous forest. *Journal Zoological of London* 263:55-63.
- KELLY, T. R., Y J. M. SLEEMAN.** 2003. Morbidity and mortality of red foxes (*Vulpes vulpes*) and gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) admitted to the wildlife center of Virginia, 1993 - 2001. *Journal of Wildlife Diseases* 39:467-469.
- KHAN, M. A., S. M. GOYAL, S. L. DIESCH, L. D. MECH, Y S. H. FRITTS.** 1991. Seroepidemiology of leptospirosis in Minnesota wolves. *Journal of Wildlife Diseases* 27:248-253.
- LEIGHTON, F. A., Y T. KUIKEN.** 2001. Leptospirosis. Pp. 498-502 in *Infectious diseases in wild mammals*. (Williams, E. S., y I. K. Barker Eds.). Tercera edición. Iowa State University Press.
- LILENBAUM, W., R. V. MONTEIRO, P. RISTOW, S. FRAGUAS, V. S. CARDOSO, Y L. P. L. FEDULLO.** 2002. Leptospirosis antibodies in mammals from Rio de Janeiro Zoo, Brasil. *Research in Veterinary Science* 73:319-321.
- LUNA ALVAREZ, M. A., L. P. MOLES CERVANTES, J. I. TORRES BARRANCA, Y F. GUAD SILL.** 1996. Investigación serológica de leptospirosis en fauna silvestre mantenida en cautiverio en el zoológico de Chapultepec de la Ciudad de México. *Veterinaria México* 27:229-234.
- RILEY, S. P. D., J. FOLEY, Y B. CHOMEL.** 2004. Exposure to feline and canine pathogens in bobcats and gray foxes in urban and rural zones of a national park in California. *Journal of Wildlife Diseases* 40:11-22.
- SUNQUIST, M. E., Y F. SUNQUIST.** 2001. Changing landscapes: consequences for carnivores. Pp. 399-418 in *Conservation Biology 5* (Gittleman, J. L., S. M. Funk, D. MacDonald, y R. K. Wayne. Eds.). *Carnivore Conservation*. Cambridge University Press. The Zoological Society of London.
- THRALL, M. A.** 2004. *Veterinary hematology and clinical chemistry*. Lippincott Williams & Wilkins editos. Philadelphia, Pennsylvania.
- TRAPP, G. R.** 1978. Comparative behavioral ecology of the ringtail and gray fox in southwestern Utah. *Carnivore* 1:3-32.

Sometido: 19 febrero 2010

Revisado: 26 julio 2010

Aceptado: 6 agosto 2010

Editor asociado Juan Pablo Gallo Reynoso.

Interspecific variability in the abundance of small rodents in the highlands of Chiapas, Mexico

Laura E. Cruz¹, Consuelo Lorenzo¹, Oscar G. Retana² and Eugenia C. Sántiz¹

Abstract

We provide data on small rodent species abundances and community composition over a one year period at four locations comprising two contrasting habitats, agricultural areas (corn fields) and ecological reserves, in the Municipality of San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 469 captures of nine species of murid rodents were recorded in total, the most abundant of which included *Reithrodontomys fulvescens*, *Sigmodon hispidus*, and *Peromyscus levipes*. The highest number of captures (272) was recorded during the dry season, and the highest species richness (7) during the rainy season in an agricultural area. We found significant statistical differences in number of captures between the dry and wet seasons only for the Ecological Reserve Moxviquil.

Key words: Diversity, relative abundance, small rodents, agriculture areas, natural reserves, Chiapas, Mexico.

Resumen

En este estudio proporcionamos datos sobre la abundancia y composición de especies de pequeños roedores durante un ciclo anual en cuatro localidades representadas por dos hábitats contrastantes: cultivos de maíz y Reservas Ecológicas, en el Municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Se registraron en total 469 capturas de nueve especies de roedores múridos, de las cuales las más abundantes fueron *Reithrodontomys fulvescens*, *Sigmodon hispidus* y *Peromyscus levipes*. El mayor número de capturas (272) se registró durante la época seca y la mayor riqueza de especies (7) durante la época de lluvia en un área agrícola. Encontramos diferencias significativas en el número de capturas en época seca y de lluvia solamente para la Reserva Ecológica Moxviquil.

Palabras clave: Diversidad, abundancia relativa, pequeños roedores, áreas agrícolas, reservas naturales, Chiapas, México.

Introduction

Mammals are very important in the maintenance of diverse ecosystems, including the forest (Ramírez-Pulido and Briton 1981). Unfortunately, the progressive and continuous perturbation of natural habitat by human activities is causing both the loss of animal and plant diversity (Fey-Alvarado 1976; Sánchez-Hernández 1981), and changes in

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

²Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Agustín Melgar s/n Ciudad Universitaria, Campeche. México, CP 24030, E-mail:retana1967@yahoo.com.mx (OGR)

the distribution, abundance, and food habits of many native rodent species (John and Morales 1991). Therefore, species may adapt to new conditions, move to other suitable areas, or become locally extinct.

In the last decades, the highlands of Chiapas have been exposed to a severe process of change in land use that has resulted in heavy soil erosion, overgrazing, and fragmentation of natural habitats (Alemán-Santillán 1989; Mera-Ovando 1984, 1989). Similarly, annual fluctuations of rodent abundances on agricultural areas are a common phenomenon related with seasonal and annual variations, where temperature and precipitation play important roles (Emmel 1975).

Some mammals populations in tropical regions require adequate rainfall, temperature, and quantity and quality of food resources in order to grow (Bonaccorso and Humphrey 1984; Dinerstein 1986). Within the rainforests of Montes Azules Biosphere Reserve, Chiapas, above a certain limit of rainfall and below a critical level of latitude and altitude, mammal species richness seems to reach an asymptotic maximum (Medellín 1994). In contrast, during dry periods, decreases in population density might be caused by diverse factors such as food scarcity and predation (Mills et al. 1991). Populations might time their reproductive strategies to coincide with resource availability as well (e.g., occurring concurrently with seasonal crops; Kotler et al. 1988).

Studies of species richness, diversity, dominance, trophic structure and population abundance provide valuable information on the properties of communities and their interactions in space and time (Harris and Maser 1984). However, very few studies have examined these ecological aspects for Mexican rodent species.

Because farming is an important activity in the local economy, and the agricultural production is locally consumed, the species of small rodents associated with crops, should be determined. However, the distribution and diversity of rodents in agricultural systems (or their possible impact on crop production) has been a poorly explored subject in the tropical areas of Mexico, particularly in Chiapas.

With the aim of identifying the species of small rodents associated with crops, we estimated the rodent diversity and abundance (based on the number of captures) in highly disturbed areas (farms) of the Chiapas highlands. We compared our results with the diversity and abundance of rodents in undisturbed areas such as ecological reserves (mainly pine-oak forest) around San Cristóbal de Las Casas.

Materials and methods

We sampled small rodents (without marking them) from July 1998 through August 1999 monthly, using 30 to 33 Sherman live-traps per night along 300 to 330 m transects located on farms and ecological reserves. Each trap was baited with oats and vanilla essence. Farms were sampled four nights a month, while reserves were sampled four nights every two months. Locations and habitat characteristics were as follows: 1) Huitepec Ecological Reserve (Huitepec), which comprises pine-oak forests (2,340 m, 136 ha); 2) Moxviquil Ecological Reserve (Moxviquil) where oak forests predominate (2,314 m, 86 ha); 3) corn-squash plantations (C1; 2,153 m, 3 ha); and 4) corn-tomato-bean plantations (C2; 2,131 m, 10 ha; Fig. 1). The coordinates of our study area are 16° 35' - 16° 46' N, 92° 27' - 92° 43' W.

We identified rodent species using published taxonomic keys (Hall 1981; Reid 1997). Voucher specimens were deposited in the Mammal Collection of El Colegio de la Frontera Sur (ECO-SC-M) at San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. The juveniles individuals were identified as not having the pelage of the adults, and for being comparatively smaller in size than the captured adult individuals of the same species. The parameters analyzed as indicators of the diversity and abundance of small rodents for each site

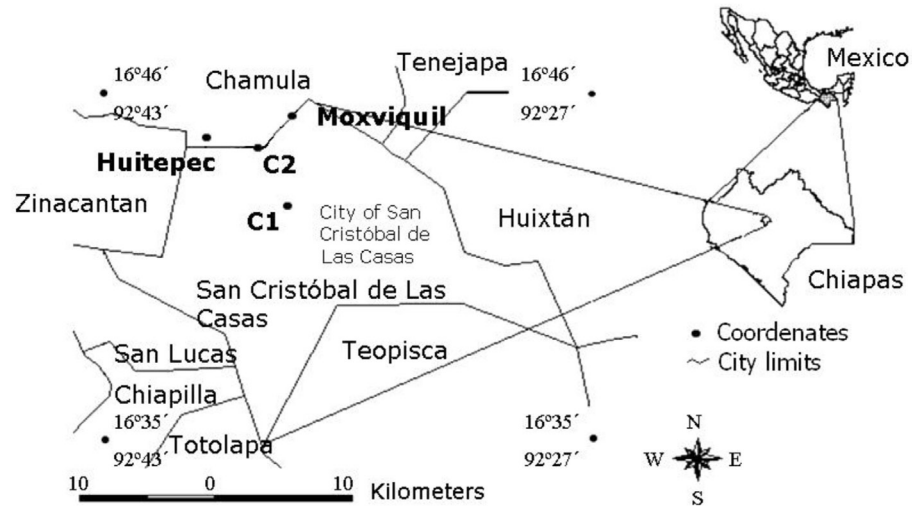


FIGURE 1. Study area within the municipality of San Cristóbal de Las Casas in Central Chiapas. C1 = corn-pumpkin plantations; C2 = corn-tomato-bean plantations.

were the number of species of small rodents captured in each trapping session and the relative abundance of the species as measured by the number of captures for each species divided by the total number of captures for all species in each trapping period (Pielou 1975). The Shannon-Wiener diversity index (H'), which is strongly influenced by the number of rare species (Krebs 1985; Magurran 2004), was calculated for each study site by dry and wet season. These variables commonly are used as indicators of the diversity and structure of a community (Medellín et al. 2000).

Differences in the number of species, average number of captures, capture success, diversity, and relative abundance for each location during dry (November–April) and rainy (May–October) seasons were compared using t-tests (Zar 1996). We compared the total number of captures registered per species between the two corn fields and the two ecological reserves during dry and rainy seasons with Wilcoxon test (rank sums; Z). The significance level for all tests was set at 95%.

Results

We obtained 469 captures of nine species in one family (Muridae) of rodents (Table 1) over the 14 month study. In the rainy season, trapping effort (number of trap-nights) was 30/33 traps x 4 nights x 8 months (July–Oct. '98 and May–Aug. '99) = 960/1056 trap nights per 32 nights. In the dry season, trapping effort was 30/33 traps x 4 nights x 6 months (November '98 –April '99) = 720/792 trap nights (for 24 nights). During the rainy season, capture success (number of captures per trap/night) was highest at Huitepec (71%) and lowest at C2 (16%). In the dry season, capture success was greatest at C1 (118%, there were two individuals per trap in some cases), and lowest at Moxviquil (32%). Among all captures recorded, 197 (42%) were found in the rainy season with a high proportion of adults, whereas 272 (58%) were found in the dry season with a predominance of juveniles. For a given site, we only found statistically significant differences for the number of captures between the wet and dry seasons at Moxviquil ($P = 0.058$; t-test).

In the rainy season, the corn-squash plantation (C1) had the highest species richness (7), followed by Huitepec (5), Moxviquil (4), and corn-tomato-bean plantations (C2, 4).

In the dry season, more species ($n = 5$) were found at C1, and Moxviquil and C2 ($n = 4$). The average number of captures for each species during the rainy-dry season at each

| Species | Location | | | | | | | | | | | | | | | | TI per species |
|------------------------------------|----------|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|------|----------------|
| | C1 | | | | C2 | | | | ERH | | | | ERM | | | | |
| | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | 1 | | 2 | | |
| n | RA | n | RA | n | RA | n | RA | n | RA | n | RA | n | RA | n | RA | | |
| <i>Peromyscus levipes</i> | 0.3 | 2.1 | 1.0 | 1.9 | | | | | 6.6 | 34.6 | 5.3 | 47.3 | 12.5 | 85 | 6.9 | 81.0 | 32.6 |
| <i>Peromyscus zarhynchus</i> | | | | | | | | | 4.6 | 24.1 | | | | | | | 4.6 |
| <i>Peromyscus mexicanus</i> | 0.9 | 6.3 | 4.3 | 8.1 | | | | | 6.3 | 33.0 | 4.6 | 41.1 | 0.6 | 4.1 | 1.0 | 12.0 | 17.7 |
| <i>Peromyscus aztecus</i> | | | | | | | | | 1.3 | 6.81 | 1.3 | 11.6 | | | 0.3 | 3.5 | 2.6 |
| <i>Reithrodontomys fulvescens</i> | 5.9 | 42.0 | 21.0 | 38.9 | 3.9 | 27.9 | 4.3 | 23.4 | 0.3 | 1.57 | | | 1.3 | 8.8 | | | 36.3 |
| <i>Reithrodontomys sumichrasti</i> | 5.6 | 39.0 | 18.0 | 33.8 | 3.6 | 25.7 | 4.6 | 25.0 | | | | | 0.3 | 2.0 | 0.3 | 3.5 | 32.3 |
| <i>Sigmodon hispidus</i> | 0.9 | 6.3 | 9.2 | 17.4 | 4.6 | 32.9 | 5.6 | 30.4 | | | | | | | | | 20.3 |
| <i>Mus musculus</i> | 0.3 | 2.1 | | | 1.9 | 13.6 | 3.9 | 21.2 | | | | | | | | | 6.1 |
| <i>Rattus rattus</i> | 0.3 | 2.1 | | | | | | | | | | | | | | | 0.3 |
| Totals | 14 | 100 | 53 | 100 | 14 | 100 | 18 | 100 | 19 | 100 | 11 | 100 | 14.7 | 100 | 8.5 | 100 | 153 |
| Total species | 7 | | 5 | | 4 | | 4 | | 5 | | 3 | | 4 | | 4 | | |
| TI per locality | 67 | | | | 32 | | | | 30 | | | | 23.2 | | | | 153 |

TABLE 1. Mean number of total captures for each species at a given site and season (n); relative abundance (RA), mean total captures per species (TI per species) and locations (TI per locality), and total species of small rodents at each locality (Total species). C1 = Maize-pumpkin field; C2 = Maize-tomato-bean field; ERH = Huitepec Ecological Reserve; ERM = Moxviquil Ecological Reserve; 1 = Rainy season (May-October); 2 = Dry season (November-April).

location (n), relative abundance (RA), and total species at each locality are in Table 1. The highest and lowest diversity indices estimated in the dry season were for C2 ($H' = 1.38$) and Moxviquil ($H' = 0.66$), respectively. In the rainy season, C2 was the most diverse location ($H' = 1.34$), and the lowest was Moxviquil ($H' = 0.56$). No significant differences were recorded for the number of species between undisturbed areas (natural reserves) and disturbed habitat ($Z = 0.50$; $P = 0.617$) in both seasons.

In the rainy season the most abundant species were: *Reithrodontomys fulvescens* at C1; *Sigmodon hispidus* at C2; and *Peromyscus levipes* at Moxviquil and Huitepec. The least abundant species in the same season were: *P. levipes*, *Rattus rattus*, and *Mus musculus* at C1; *M. musculus* at C2; *R. fulvescens* at Huitepec, and *R. sumichrasti* at Moxviquil. During the dry season the most abundant species were the same at all four sites, whereas the least abundant were: *P. levipes* at C1; *M. musculus* at C2; *P. aztecus* at Huitepec, and *P. aztecus* and *R. sumichrasti* at Moxviquil (Table 1).

In general, the highest values of relative abundance were found in both seasons in natural areas, but we did not find statistical differences in relative abundances between the two ecological reserves ($Z = 0.474$; $P = 0.49$). *Peromyscus levipes* was the most abundant species at Moxviquil in the rainy season (RA = 0.11 mean captures per 100 traps nights), and the dry season (RA = 0.12 mean captures per 100 traps nights).

Discussion

We found a similar number of rodent species in disturbed and protected areas. The

highest number of species in the rainy season was observed at farm C1; however, two of those species were introduced (*Rattus rattus* and *Mus musculus*), and the higher number of species during the rainy season was due to the presence of *M. musculus* at farms C1 and C2. Two species were detected in reserves only (*P. zarhynchus* and *P. aztecus*). Farms are dynamic habitats that may not sustain species unable to adapt to a frequently changing habitat. This kind of habitat may favor more tolerant species or species associated with human activities, such as *M. musculus* (Mills 1995). Although *S. hispidus* is adapted to grasslands, clearings, and brush (Reid 1997), we observed it as a typical species in C1 and C2, and it was dominant at C2 during both seasons.

At the beginning of the rainy season there should be a high production of seeds and abundance of insects in corn crops (Coates and Estrada 1986). At that time we found species more abundant such as *Peromyscus mexicanus* and *P. levipes* (only in C1), which are largely insectivorous (Álvarez et al. 1984), as well as *Reithrodontomys fulvescens* and *R. sumichrasti* (occasionally found in protected areas), whose diet consists mainly of seeds, insects, and shoots (Spencer and Cameron 1982). Similarly, the most abundant species in both seasons at C2 was *Sigmodon hispidus*. Mixed crops possibly offered more food alternatives for rodents and therefore probably attracted a higher diversity of species (e.g. C1). In fact, mixed crops resulted in the greatest number of rodent species (7) and the greatest capture success (118%).

We only found a significant difference in the number of captures recorded between dry and rainy seasons at Moxviquil, which was probably due to the specific strategies used by rodents to optimize food consumption according to their seasonal distribution and abundance. However, it is necessary to increase trapping effort in the study area and accurately determine if there are seasonal differences in the number of species at all localities.

It would also be desirable in the future to replicate the agricultural sites according to the kinds of crops being grown. Finally, because of the small sample sizes reported here, the general finding of a lack of statistical significance among the sites may be the result of poor statistical power (type 2 error). Nevertheless, this study of seasonal variation of rodent species present in farms and ecological reserves generated information about the abundance and diversity of these species in different habitats. This information may help to improve the management of rodent species in economically important agricultural habitats in southern Mexico.

Acknowledgments

We thank F. A. Cervantes, J. Leon, D. Navarrete, E. J. Naranjo, J. van Heerwaarden, W. Z. Lidicker Jr., and two anonymous reviews for their helpful comments on this manuscript. We also thank P. Enriquez and V. Blanco for assistance in the field. El Colegio de la Frontera Sur provided funds to L. E. Cruz to carry out this project.

References

- ALEMÁN-SANTILLÁN, T.** 1989. Los sistemas de producción forestal y agrícola de roza. Pp. 83-151 in El subdesarrollo agrícola de Los Altos de Chiapas (M. Parra-Vázquez, coord.). Colección de los Cuadernos Universitarios. Serie Agronomía No. 18. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- ÁLVAREZ, T., P. DOMÍNGUEZ, AND J. ARROYO-CABRALES.** 1984. Mamíferos de la Angostura, región central de Chiapas, México. Instituto Nacional de Antropología e Historia 24:1-89.
- BONACCORSO, F., AND S. HUMPHREY.** 1984. Fruit bat niche dynamics: their role in maintaining

- tropical forest diversity. Pp. 169-183 in Tropical Rain-Forest. The Leeds Symposium. U. S. A.
- COATES, R., AND A. ESTRADA.** 1986. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación Biológica "Los Tuxtlas". Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- DINERSTEIN, E.** 1986. Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican cloud forest. *Biotropica* 18:307-318.
- EMMEL, T.** 1975. Ecología y Biología de las Poblaciones. Ed. Interamericana, México.
- FEY- ALVARADO, E.** 1976. Estudio de la Actividad de Algunos Roedores en una Zona de Interacción Selva alta Perennifolia y Zonas Abiertas a la Agricultura y Ganadería en Balzapote, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- HALL, E. R.** 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, New York.
- HARRIS, L., AND C. MASER.** 1984. Animal community characteristics. Pp. 44-68 in The fragmented forest, island biogeography theory and the preservation of biotic diversity (L. Harris, ed.). The University of Chicago Press.
- JOHN, E., AND L. MORALES.** 1991. Mammals and Protected areas in the Trans-Mexican Neovolcanic. University of Oklahoma Press.
- KOTLER, B., M. GAINES, AND B. DANIELSON.** 1988. The Effects of Vegetative Cover on the Community Structure of Prairie Rodents. *Acta Theriologica* 33:379-392.
- KREBS, J.** 1985. Ecología: estudio de la distribución y abundancia. 2d. Ed. Editorial Harla, México.
- MAGURRAN, A. E.** 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing. USA.
- MEDELLÍN, R. A.** 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Conservation Biology* 8:780-799.
- MEDELLÍN, R. A., M. EQUIHUA, AND M. A. AMIN.** 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforest. *Conservation Biology* 14:1666-1675.
- MERA-OVANDO, L.** 1984. Regionalización de la Subregión san Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- MERA-OVANDO, L.** 1989. Condiciones naturales para la producción. Pp. 21-28 in El subdesarrollo agrícola de Los altos de Chiapas (M. Parra-Vázquez and B. Díaz-Hernández, eds.). Colección de Cuadernos Universitarios. Serie Agronomía No. 18. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- MILLS, J., B. ELLIS, K. MCKEE, J. MAISTEGUI, AND J. CHILDS.** 1991. Habitat associations and relative densities of rodent populations in cultivated areas of central Argentina. *Journal of Mammalogy* 72:470-479.
- MILLS, L.** 1995. Edge effects and isolation: Red-backed voles on forest remnants. *Conservation Biology* 9:395-403.
- PIELOU, E.** 1975. Ecological diversity. John Wiley and Sons, New York, U.S.A.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., AND M. BRITON.** 1981. An historical synthesis of Mexican mammalian taxonomy. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 94:1-17.
- REID, F.** 1997. A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, New York.
- SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, C.** 1981. Biología y dinámica poblacional de *Microtus mexicanus mexicanus* (Rodentia: Microtinae) en el sur de la Ciudad de México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- SPENCER, S. R., AND G. N. CAMERON.** 1982. *Reithrodonomys fulvescens*. *Mammalian Species* 174:1-7.
- ZAR, J.** 1996. Biostatistical Analysis. Third Edition. Prentice Hall Inc., New Jersey.

Sometido: 9 enero 2010
Revisado: 3 marzo 2010
Aceptado: 25 junio 2010
Editor asociado William Z. Lidicker, Jr.

El tapir *Tapirus bairdii* en la región sureste del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an Ka'ax, Quintana Roo, México

Sadao Pérez Cortez¹ y Edgar S. Matus Pérez²

Abstract

We estimated the abundance of Baird's tapir with 1.01 tracks/km and six photographic records/23 days trap, and its presence in the Protected Area of Flora and Fauna Bala'an Ka'ax (APFFBK), Quintana Roo was confirmed. Based on the local view of the residents, it was determined that the main threat of the tapir is the deforestation and that the most common plant species in its diet are: *Brosimum alicastrum*, *Cecropia obtusifolia* and *Gramia* sp.

Key words: Tapir, traces, abundance, Bala'an Ka'ax, threats.

Resumen

Se estimó la abundancia de tapir con 1.01 rastros/km y seis registros fotográficos/ 23 días trampa y se confirmó su presencia en el Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an Ka'ax (APFFBK), Quintana Roo. Con base en la opinión de pobladores locales se determinó que la principal amenaza para el tapir es la deforestación y que las especies vegetales más conocidas de la dieta del tapir son: *Brosimum alicastrum*, *Cecropia obtusifolia* y *Gramia* sp.

Palabras clave: Tapir, rastros, abundancia, Bala'an Ka'ax, amenazas.

Introducción

El tapir (*Tapirus bairdii*) es considerado en peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059 2001, SEMARNAT 2002), debido a la disminución del área de su distribución a causa de la pérdida y fragmentación de su hábitat, y la caza indiscriminada. El tapir tiene una importante función ecológica como dispersor y depredador de semillas (Bodmer 1991; O'Farril *et al.* 2006) y es una fuente de proteína animal para pobladores en algunas comunidades rurales de México (Naranjo *et al.* 2004; Lira *et al.* 2006).

El área de distribución en México del tapir o "danta", comprendía desde el sureste de Guerrero y Veracruz, hasta la Península de Yucatán, habitando varios tipos de vegetación a través del paisaje (Reid 1997; Naranjo 2009). Su distribución ha disminuido notablemente, y en México las principales poblaciones se encuentran en los estados de Chiapas, Campeche, Quintana Roo y existen pequeñas poblaciones aisladas en Oaxaca

¹El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Localidad de Zoh Laguna, Calakmul, Domicilio conocido. Campeche, México. E-mail: saperez@ecosur.mx, sadaparez@hotmail.com

²Desarrollos, Proyectos y Gestoría Ambiental S.A. de C.V. Calle Punta Soliman No. 5 Sm24, Mza34, lote 34. C.P. 77509, Cancún, Quintana Roo, México. E-mail: edmat1@hotmail.com

y Veracruz (Naranjo 2009, Fig. 1).

A pesar de que Quintana Roo es uno de los pocos estados de México en los que se distribuye el tapir, se desconocen datos referentes a sus poblaciones y los factores que podrían poner en riesgo la conservación de la especie en el estado. La pérdida y fragmentación del hábitat provocadas por prácticas como la agricultura y ganadería extensivas, la extracción de madera y cacería podrían estar provocando un daño considerable en las poblaciones de tapir en la región del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'am Ka'ax (APFFBK) en Quintana Roo, México. Por lo anterior, es necesario conocer el estado actual de la población del tapir y sus principales amenazas en la región ya que servirá como base para la planeación de las estrategias de conservación para la especie y su hábitat.

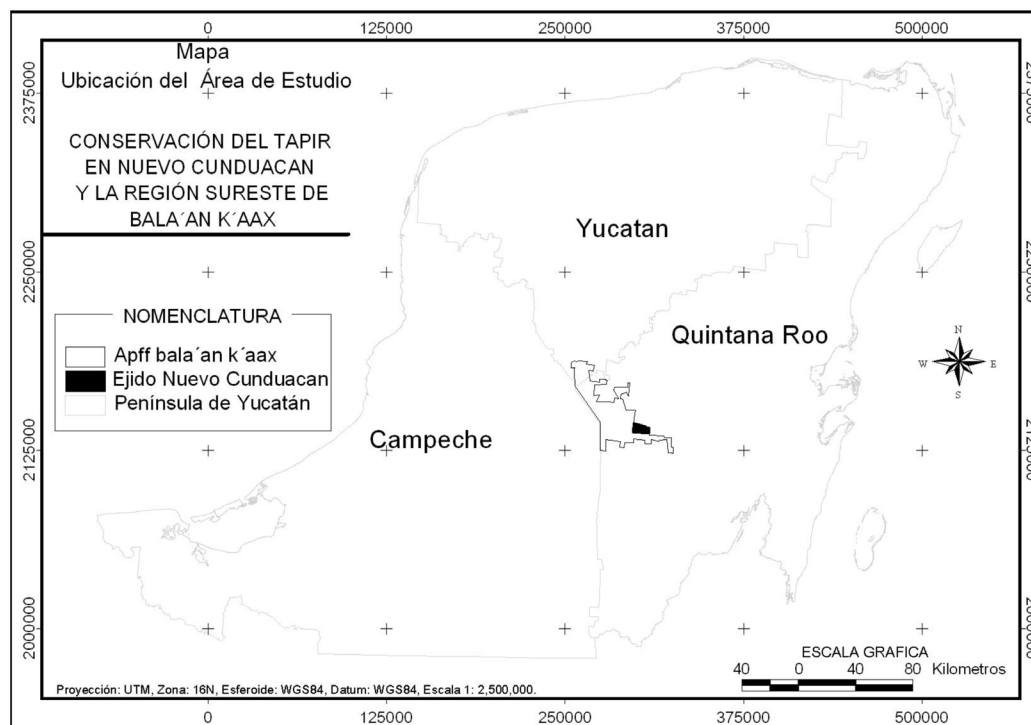


Figura 1. Localización del área de estudio, el Área de Protección de Flora y Fauna Bala'am Ka'ax y comunidades encuestadas en Quintana Roo, México.

Material y métodos

El área de estudio, el APFFBK se ubica al oeste del estado de Quintana Roo; su ubicación ($19^{\circ} 24' 53''$ N y $88^{\circ} 81' 60''$ O) es estratégica para la conservación debido a la conectividad con la Reserva de la Biosfera Calakmul y el Área Natural Protegida de Balam-Ku, ambas en Campeche. El área de estudio se ubica en el municipio de José María Morelos, Quintana Roo, el cual limita al sureste con los ejidos Nuevo Cunduacán, Plan de Noria, Venustiano Carranza y San Isidro (Fig. 1). La elevación de los suelos varía entre 100 a 400 msnm; la temperatura media anual es de 24.6° C y predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW1) con una precipitación anual de 1400 mm (García 1988). La vegetación predominante es selva mediana subcaducifolia y selva baja subperennifolia (Rzedowski 1978).

En la región sureste del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'am Ka'ax habitan un promedio de 551 personas y las principales actividades productivas son la apicultura, agricultura de subsistencia de maíz (*Zea maíz*), calabaza (*Curcubita* sp.), frijol (*Phaseolus*

vulgaris); así como el aprovechamiento forestal de chico zapote (*Manilkara zapota*), pucté (*Bucida buceras*), tzalam (*Lysiloma bahamensis*), y en menor medida la ganadería. Sin embargo, en el ejido de Nuevo Cunduacán cuya extensión territorial es de 6,881.49 ha. La mayoría de los pobladores se ha trasladado a los poblados cercanos por falta de servicios, y únicamente está conformado por 25 personas.

Para recopilar información sobre el uso, el conocimiento local, la biología y el estado de conservación del tapir en la región, se aplicaron 38 cuestionarios estructurados a pobladores de las cuatro comunidades ejidales aledañas a la región (Nuevo Cunduacán, Plan de Noria, Venustiano Carranza y San Isidro). En el caso de Nuevo Cunduacán los cuestionarios se aplicaron a todos los adultos de la comunidad (12) y en el resto de las comunidades ejidales se entrevistó a 26 informantes clave (autoridades ejidales, cazadores y personas que pasan mucho tiempo en la selva).

Entre junio y octubre de 2008 se recorrieron en total 30 transectos lineales en selva baja y selva mediana para conocer la abundancia relativa de tapir en el APFFBK. Los rastros (huellas) de tapir encontrados fueron registrados con datos del tipo de vegetación, georeferenciados y finalmente se eliminaron para evitar su conteo en otras ocasiones. No se tomaron en cuenta huellas dirigidas hacia una misma dirección, a una distancia menor de 100 m y cuando fue posible se tomaron las medidas del ancho y largo de la huella para poder diferenciar entre individuos. Para reforzar los registros de huellas; entre septiembre y octubre de 2008 se colocaron ocho cámaras-trampa en siete aguadas que presentaban rastros de tapir en el APFFBK. Los sitios fueron seleccionados cuidando de ubicarlos a dos o más km de distancia entre ellos para cubrir más área e incrementar las posibilidades de registrar mayor número de individuos.

El índice de abundancia relativa de rastros (AR) se obtuvo mediante el conteo de huellas (Naranjo 1995a) y fue calculado con las siguientes fórmulas: $AR = N / km$ (número de huellas observadas/km recorridos) y $ARF = N / días trampa$ (número de registros fotográficos/número de días trampa).

Resultados

Se recorrieron 55.4 km en los transectos lineales, en los cuales se registraron un total de 56 huellas y un avistamiento de tapir en el área de estudio. El avistamiento se llevó a cabo en selva mediana subperennifolia en el mes de septiembre. La abundancia relativa de huellas estimada para el tapir en el área de muestreo fue de 1.01 rastros/km. Al estimar la abundancia relativa por tipo vegetación, en la selva mediana se obtuvo una abundancia de 1.01 rastros/km y en selva baja 0.9 rastros/km. Finalmente, con un esfuerzo de muestreo de 23 días/trampa en siete aguadas diferentes, se registraron seis fotografías del tapir (Fig. 2).

El 68.4% de los 38 entrevistados dijo haber visto al tapir en alguna ocasión. De los 42 avistamientos reportados por los entrevistados, el 31% fueron hechos en aguadas, 31% en selva mediana, 12% en sabana, 7.1% en selva baja y milpas, 4.7% en acahual y 7.1% no recordó el sitio en el que se observó. En las cuatro comunidades ejidales en las que se aplicaron los cuestionarios, los informantes aseguraron la presencia de tapir, ya que han observado rastros o individuos de la especie. Sin embargo, en Plan de la Noria y San Isidro las observaciones más recientes de tapir fueron de 2005, pero la mayoría de la gente cree que hay más tapires por el hecho de que ya no se cazan, debido a que el sabor y textura de su carne no es bueno, además de las dificultades que implica el traslado de la presa. Solamente el 10.5% de los entrevistados aceptó haber cazado tapir, 55.2% lo ha consumido alguna vez y 63.2% lo consideró como una posible fuente de alimento. Un entrevistado de la comunidad de Nuevo Cunduacán tuvo una cría como mascota y mencionó que la pezuña de tapir ayuda a curar el asma. Se considera a la

especie como inofensiva; únicamente dos personas (una de Nuevo Cunduacan y otra de Plan de Noria) dijeron que podría ser peligrosa cuando se trata de una hembra con cría. El 97% de los entrevistados desconoció que el tapir se encuentra bajo un estado de protección, pero todos dijeron estar dispuestos a participar en algún programa para conservarlo. En las comunidades de Plan de Noria, San Isidro y Venustiano Carranza se tiene la visión de que se están modificando extensiones de selva mediana y acahuals viejos para formar milpas y potreros. A diferencia de ellas, en Nuevo Cunduacán los recientes eventos meteorológicos (huracanes) son considerados como los principales causantes de los cambios en las selvas de su ejido.



Figura 2. Ejemplar de tapir (*Tapirus bairdii*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Bala'am Ka'ax (APFFBK), Quintana Roo, México.

Con base en el conocimiento local de los pobladores encuestados y observaciones en campo se registraron 15 especies de plantas como parte de la dieta del tapir, de las cuales *Brosimum alicastrum*, *Cecropia obtusifolia* y *Gramia* sp., fueron las más mencionadas. El consumo de seis de las doce especies mencionadas fue confirmado mediante la observación de señales de ramoneo en plantas, las cuales estaban asociadas a huellas cercanas de tapir (Tabla 1).

| Familia | Especie | Fuente | Antecedente |
|---------------|---------------------------------|-------------------|--|
| Anacardaceae | <i>Spondias mombin</i> | Encuesta | Naranjo 1995b; Henry <i>et al.</i> 2000. |
| Caricaceae | <i>Carica papaya</i> | Encuesta | |
| Cecropiaceae | <i>Cecropia obtusifolia</i> | Encuesta, ramoneo | |
| Cucurbitaceae | <i>Cucurbita</i> sp. | Encuesta, ramoneo | |
| Euphorbiaceae | <i>Ricinus communis</i> | Ramoneo | |
| Grammiaceae | <i>Grammia</i> sp. | Encuesta, ramoneo | |
| Leguminoceae | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | Encuesta | Janzen 1982. |
| Marantaceae | <i>Thalia geniculata</i> | Encuesta, ramoneo | |
| Moraceae | <i>Brosimum alicastrum</i> | Encuesta | Naranjo 1995b; Naranjo y Bodmer 2002. |
| Ninphaeaceae | <i>Ninphaea ampla</i> | Encuesta | |
| Palmae | <i>Acrocomia aculeata</i> | Encuesta | |
| Piperaceae | <i>Piper</i> sp. | Encuesta, ramoneo | Naranjo 1995b; Henry <i>et al.</i> 2000. |
| Poaceae | <i>Zea maíz</i> | Encuesta, ramoneo | |
| Sapotaceae | <i>Manilkara zapota</i> | Encuesta | Janzen 1982; Naranjo 1995b; Naranjo y Cruz 1998; Naranjo y Bodmer 2002; Lira-Torres <i>et al.</i> 2004; O'Farril <i>et al.</i> 2006. |
| Rubiaceae | <i>Hamelia patens</i> | Encuesta, ramoneo | |

Tabla 1. Especies de plantas reportadas en la dieta del tapir en el Área de Protección de Flora y Fauna Bala'am Ka'ax, Quintana Roo, obtenidas por entrevistas a los pobladores locales y por señales de ramoneo en campo.

Discusión

En cuanto al aprovechamiento del tapir, los datos obtenidos coinciden con lo reportado en otras regiones de la Península de Yucatán, en donde es poco cazado. En la región de Calakmul, Reyna-Hurtado y Tanner (2005) reportaron un tapir cazado, y Escamilla *et al.* (2000) no reportaron aprovechamiento de esta especie. En Quintana Roo tampoco se ha mencionado su aprovechamiento como presa de caza (Jorgerson 2000). En la región de Calakmul se menciona una abundancia relativa de 0.4 huellas por 100 kilómetros recorridos (Reyna-Hurtado y Tanner 2005). En la Reserva de la Biosfera el Triunfo se reportó una abundancia relativa de 0.67 a 0.74 huellas por 100 kilómetros recorridos (Lira-Torres *et al.* 2004). La abundancia relativa estimada en el presente trabajo (1.01 rastros/km), se asemeja a la reportada por Cruz (2001) con 1.37 huellas/km. Las diferencias existentes entre los datos mencionados se deben a la diferencia entre los hábitats, como los tipos de vegetación predominante en cada región, lo cual se refleja en diferencias en disponibilidad de recursos alimenticios existentes; el menor relieve del suelo en el APFFBK. Las presiones antropogénicas a las que se encuentran expuestas como ganadería, agricultura, caza y finalmente al menor esfuerzo de muestreo realizado durante este trabajo en comparación al realizado por Cruz (2001), que fue durante 10 meses en 15 transectos de longitudes de 0.5 a 10 km.

Por otra parte hay que considerar que en el área de estudio ubicada en la Península de Yucatán predominan los suelos muy pedregosos con poca profundidad, dificultando así la impresión de las huellas. También se debe tomar en cuenta el posible impacto que pudieron haber tenido los huracanes Stan y Wilma en 2005, Dean y Felix en 2007 sobre la población de tapir en el área de estudio, ya que algunos entrevistados mencionan haber encontrado venados heridos por árboles derribados y es probable que algunos tapires hayan sufrido el mismo destino.

De los datos de la dieta del tapir aportados por el conocimiento local de los pobladores, cinco de las 14 especies habían sido mencionadas anteriormente, incluyendo las familias Euphorbiaceae, Moraceae, Poaceae y Rubiaceae. Las cuales son de gran importancia para el tapir en la Reserva de la Biosfera Montes Azules en México y el Parque Nacional Corcovado en Costa Rica (Tabla 1). Cabe destacar que el tapir basa su dieta en el consumo de hojas (Naranjo 1995b; Henry *et al.* 2000; Cruz 2001; Naranjo y Bodmer 2002) y la mayoría de las especies reportadas en el presente trabajo son herbáceas o arbustivas y fueron registradas mediante señales de ramoneo asociadas a huellas.

Tomando en cuenta que el ámbito hogareño reportado en México para el tapir, es de 0.65 km² (Naranjo y Bodmer 2002). La distancia existente entre las aguadas monitoreadas, hora, fecha y distancia entre estaciones en las que fueron tomadas las fotografías (5 horas de diferencia entre dos registros a una distancia de 12 km entre las estaciones y registros en estaciones a una distancia de 16 km) y los tres diferentes patrones en las medidas de las huellas (6.2 cm de ancho x 20 cm de largo, 7.5 cm de ancho x 20 cm de largo y 5 cm de ancho x 18.5 cm de largo). Se podría asumir que se trata de por lo menos tres individuos diferentes, aunque las fotografías obtenidas no permiten identificar diferencias físicas entre los individuos.

Por el esfuerzo de muestreo realizado se podría considerar que se obtuvo una abundancia alta, la cual sugiere un buen estado de conservación de la población de tapir en la región. Sin embargo, es necesario un monitoreo a largo plazo en el cual se genere información sobre preferencia y uso de hábitat, densidad y dinámica poblacional para poder asegurar que en la región, la población de tapir se encuentra en buen estado de conservación. Además, es necesario difundir la información

sobre el status de la especie e involucrar a las comunidades en proyectos y programas que promuevan la conservación de la selva para garantizar la prevalencia del tapir en el área.

Agradecimientos

Se agradece a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, al grupo CYDEN y a los habitantes del Ejido Nuevo Cunduacán. En especial a J. Pérez, M. Ortiz, Presiliano y familia por su colaboración y apoyo durante el desarrollo de del trabajo de campo.

Referencias

- BODMER, R. E.** 1991. Strategies of seed dispersal and seed predation in amazonian ungulates. *Biotropica* 23:255-261.
- CRUZ, E.** 2001. Hábitos alimentarios e impacto de la actividad humana sobre el tapir en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, México. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- ESCAMILLA, M., M. SANVICENTE, M. SOSA, Y C. GALINDO-LEAL.** 2000. Habitat mosaic, wildlife availability, and hunting in the tropical forest of Calakmul, México. *Conservation Biology* 14:1592–1601.
- GARCÍA, E.** 1988. Adaptación del sistema climatológico de Köppen a la República Mexicana. México, Distrito Federal
- HENRY, O., F. FEER, Y D. SABATIER.** 2000. Diet of the Lowland Tapir (*Tapirus terrestris*) in French Guiana. *Biotropica* 32:364-368.
- JORGENSEN, J. P.** 2000. Wildlife conservation and game harvest by Maya hunters in Quintana Roo, México. Pp. 251–266 in *Hunting for sustainability in tropical forest*. (Robinson, J. G., y E. L. Bennett, eds.). Columbia University Press, New York.
- LIRA-TORRES, I., E. NARANJO PIÑERA, M. GÜIRIS ANDRADE, Y E. CRUZ ALDAN.** 2004. Ecología de *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae) en la Reserva de la Biosfera el Triunfo (Polígono I), Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 20:1-21.
- LIRA, I., E. J. NARANJO, D. HILLIARD, M. A. CAMACHO, A. DE VILLA, Y M. A. REYES.** 2006. Status and conservation of Baird's tapir in Oaxaca, Mexico. *Tapir Conservation* 15:21-28.
- NARANJO, E. J.** 1995a. Abundancia y uso de hábitat del Tapir (*Tapirus bairdii*) en un bosque tropical húmedo de Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:20-31.
- NARANJO, E. J.** 1995b. Hábitos de alimentación del tapir (*Tapirus bairdii*) en un bosque tropical lluvioso de Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:32-37.
- NARANJO, E. J., Y E. CRUZ.** 1998. Ecología del Tapir (*Tapirus bairdii*) en la Reserva de la Biosfera La Sepultura Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 73:111-123.
- NARANJO, E. J., Y R. BODMER.** 2002. Population ecology and conservation of baird's tapir (*Tapirus bairdii*) in the Lacandon Forest, México. *Tapir Conservation* 11:25-33.
- NARANJO, E. J., M. GUERRA, R. BODMER, Y J. E. BOLAÑOS.** 2004. Subsistence hunting by three ethnic groups of the Lacandon Forest, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 24:233-253.
- NARANJO, E. J.** 2009. Ecology and conservation of baird's tapir in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2:140-158.
- O'FARRIL, G., S. CALME, Y A. GONZALEZ.** 2006. *Manilkara zapota*: A new record of species dispersed by tapirs. *The Newsletter of the IUCN/SSC Tapir Specialist Group* 15:32-35.
- REID, F. A.** 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, New York.

- REYNA-HURTADO, R., Y G. TANNER.** 2005. Habitat Preferences of an Ungulate Community in Calakmul Forest, Campeche, Mexico. *Biotropica* 37:676-685.
- RZEDOWSKI, J.** 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D. F.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).** 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental, especies nativas de flora y fauna silvestres de México, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, y lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de marzo de 2002:1-56.

Sometido: 18 enero 2010
Revisado: 27 marzo 2010
Aceptado: 30 julio 2010
Editor asociado Consuelo Lorenzo

Hábitos alimentarios del Coyote en el parque nacional Pico de Orizaba

Jesús Martínez-Vázquez¹, Rosa María González-Monroy¹ y Diana Díaz-Díaz¹

Abstract

We examined the food habits of coyotes (*Canis latrans*) from the Pico de Orizaba National Park by analyzing 136 scat samples that were collected for 11 months in a 7 km transect. Coyote diet consisted mainly of mammals (48.96%), plants (20.28%), birds (6.76%) and insects (0.68%). Our results indicate that annual coyote diet consisted of 15 prey-species. Their diet is based mainly on the rodent *Peromyscus melanotis* (25.68%), followed by the tomato plant *Lycopersium esculentum* (11.48%), and the jack rabbit *Lepus callotis* (9.46%). In the dry season, *P. melanotis* was the main prey item (29.16%), followed by *L. callotis* (8.33%). The most important items in the diet of coyotes in the rainy season were *P. melanotis* (22.36%) and *L. esculentum* (14.47%). There was no significant variation in prey consumption between seasons.

Keywords: Food, scat, seasons, carnivore, Puebla.

Resumen

Se examinó la dieta del coyote (*Canis latrans*) en el Parque Nacional Pico de Orizaba mediante el análisis de 136 heces fecales que fueron colectadas mensualmente por 11 meses en un transecto de 7 km. Los resultados indican que la dieta de coyote se compone principalmente de cuatro grupos tales como: mamíferos (48.96%), plantas (20.28%), aves (6.76%) e insectos (0.68%). La dieta anual del coyote estuvo conformada por 15 especies-presa. Los porcentajes más altos de la dieta están constituidos principalmente por el roedor *Peromyscus melanotis* (25.68%), los frutos de tomate *Lycopersium esculentum* (11.48%), así como la liebre *Lepus callotis* (9.46%). El más consumido en la época seca fue el roedor *P. melanotis* (29.16%). Las especies principales en la época de lluvias fueron *P. melanotis* (22.36%), seguido de los frutos de tomate *L. esculentum* (14.47%). No existen diferencias significativas en el consumo de presas entre épocas.

Palabras clave: Alimentación, material fecal, épocas, carnívoro, Puebla.

Introducción

El coyote (*Canis latrans*) es considerado un carnívoro generalista debido a que su dieta se basa en una gran variedad de alimentos tales como: mamíferos, artrópodos, reptiles, aves, anfibios, frutas y semillas (Andelt 1984; Servín y Huxley 1993; Hernández *et al.* 1994).

¹Laboratorio de Mastozoología, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Boulevard Valsequillo y Av. San Claudio. Edificio 112A C. U. Col. Jardines de San Manuel, C. P. 72570, teléfono 01 (222) 2295500 Ext. 7096, fax Ext. 7087, Puebla, Puebla. E-mail: jesusmartinez90@hotmail.com (JMV), rosagonzalezm@hotmail.com (RMGM)

Los coyotes en la Sierra del Ajusco se alimentan principalmente de mamíferos (79%) y en menor grado de aves (7.8%); entre los mamíferos los mayores porcentajes de aparición se encontraron a los lagomorfos (30.1%), roedores (24%) y mamíferos domésticos (22%; Aranda *et al.* 1995).

En un bosque templado de la Sierra norte de Oaxaca, encontraron que la dieta anual del coyote se basa de mamíferos (80.55%), seguidos de artrópodos (10.67%), pastos (4.85%) y aves (3.88%). La especie más consumida fue el conejo *Sylvilagus floridanus* (23.33%), seguido por el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (13.6%; Cruz-Espinoza *et al.* 2008).

Los componentes alimentarios varían de acuerdo a la zona, la época del año y la disponibilidad de las presas; se ha encontrado que las presas principales son los mamíferos (Servín y Huxley 1991; Arnaud 1993; Hernández *et al.* 1994; Aranda *et al.* 1995).

Se ha documentado que el coyote depreda sobre animales de interés cigenético, animales domésticos y en ocasiones causan daños a los cultivos agrícolas, de ahí que se le considere una especie perjudicial para las actividades del ser humano (Bekoff y Wells 1980). En nuestro país existen pocos datos publicados en donde se haya evaluado el impacto hacia estas especies y hacia los cultivos. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue describir los hábitos alimentarios del coyote en forma anual y analizar la variación entre la época seca y de lluvias en bosque de pino en el Parque Nacional Pico de Orizaba, Puebla.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el Parque Nacional Pico de Orizaba, el cual comprende un área total de 19,756 ha, se encuentra ubicado en el Estado de Puebla, en los Municipios de Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma, Atzitzintla; y en Veracruz (Chalchahualco y La Perla). Se localiza entre 18° 56' 30" y 19° 09' 30" Latitud N, y entre 97° 12' 30" y 97° 22' 30" Longitud W (Vargas 1984). Presenta un intervalo altitudinal que va de los 2,700 a los 5,760 m, y queda a unos 200 km al este de la Ciudad de México, en el borde de la Meseta Central (Lorenzo 1964, Fig. 1).

Presenta tres tipos de vegetación: Bosque de pino, donde se encuentran especies como: *Pinus patula*, *P. pseudostrobus* y *P. montezumae*. Se mezcla con un estrato arbóreo con especies como: madroño (*Arbutus xalapensis*), también pueden encontrarse individuos de *Alnus acuminata* y *Tillia mexicana* en zonas taladas, este pinar se distribuye de los 2,000 a los 3,000 m; el estrato arbóreo alcanza hasta los 25 m de altura (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos 1993; Vargas 1984). El estrato arbustivo se encuentra representado por especies como: *Cestrum benthami*, *Orcopanax achinops* y *Phymosia rosea*. En la vegetación subalpina el representante del estrato arbóreo es *Pinus hartwegii*, con un intervalo altitudinal que va de los 3,000 a los 4,000 m. En el estrato herbáceo sólo se observa *Lupinus montanus*, *Agrotis toluensis* y *Mulhenbergia* sp. como dominantes. En el Páramo de altura, que se localiza de los 4,000 a los 4,200 m, se encuentran especies como *Juniperus monticola*; el zacatonal alpino está conformado por *Agrostis toluensis*, con su característica forma amacollada; además hay abundancia de *Cirsium nival* (Vargas 1984).

El bosque de oyamel, que está poco representado, se localiza en las laderas y fondos de las barrancas de Jamapa y Cuapa. Las especies dominantes son: *Abies religiosa* y *A. hickeli* (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos 1993; Vargas 1984).

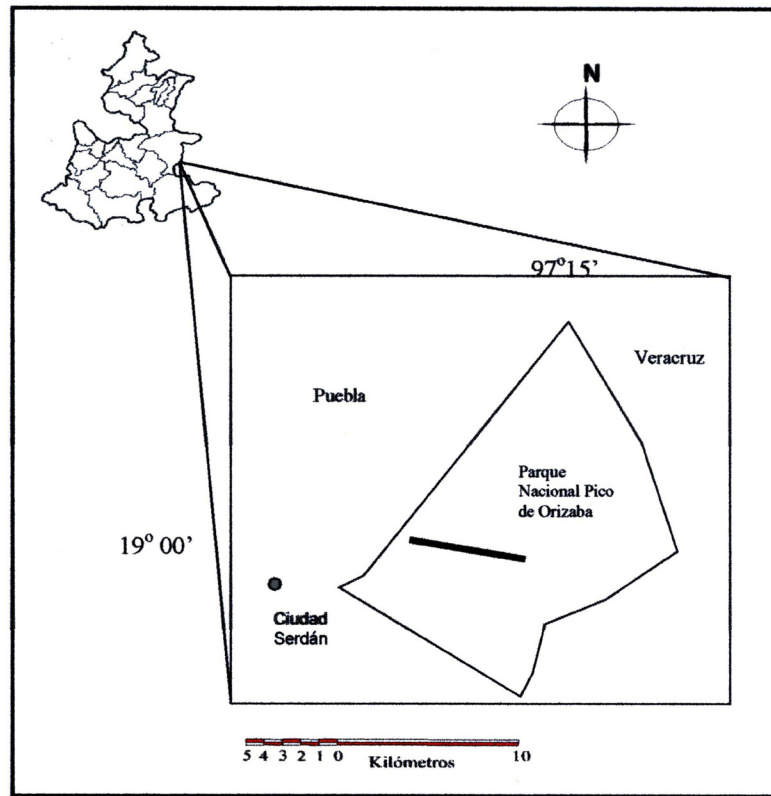


Figura 1 Ubicación geográfica del transecto de estudio en el Parque Nacional Pico de Orizaba.

Análisis de dieta

Colecta e identificación de las muestras. El presente estudio se realizó con heces fecales que se recolectaron durante 11 meses en bosque de pino en el Parque Nacional Pico de Orizaba, en el Municipio de Chalchicomula de Sesma (Ciudad Serdán), a lo largo de un transecto de 7 kilómetros (Fig. 1). Se realizó una salida por mes, desde marzo del año 2000 hasta febrero del 2001 con una duración de dos a tres días para la colecta de los excrementos.

Cada muestra que se colectó fue colocada en una bolsa rotulada, con el nombre del colector, número de muestra, lugar donde se colectó y la fecha. Para la identificación de las heces fecales se considero su coloración, longitud, diámetro y olor; considerado los criterios señalados por Aranda (2000). Para identificar los alimentos que fueron consumidos por el coyote se analizaron los componentes de las heces fecales colectadas. Se empleo el método de segregación propuesto por Korschgen (1987). Se dejaron secar en una estufa a una temperatura de 50°C en el laboratorio durante tres días para evitar la proliferación de hongos.

La identificación se corroboró químicamente para verificar que los excrementos fueran de coyote. Este proceso se realizó utilizando la técnica de recuperación de ácidos biliares utilizada por Major *et al.* (1980). Con esta técnica es posible la identificación por comparación de los patrones de esteroides, ya que se encuentran marcadas diferencias en sus concentraciones entre diversas especies de mamíferos. Se considera que entre las especies congénicas no existe diferencia en el patrón de ácidos biliares aunque, Major *et al.* (1980) encontraron diferentes perfiles entre perro doméstico y coyote. Esta diferencia se da por la presencia de un ácido biliar no identificado que sólo está presente en el perro doméstico, además de otro ácido biliar que está en el coyote y no en el perro. La separación de componentes se realizó utilizando la técnica de Aranda *et al.* (1995). La técnica consistió en colocar las muestras fecales en un recipiente de 500 ml de agua y 10 g de detergente para poder disgregarlas y se dejo reposar un máximo de 24

horas para poder separar los componentes; después se lavó el material en tamices de diferentes aberturas. Una vez limpias, las muestras se vaciaron en una charola donde se procedió a separar los componentes tales como: pelos, huesos y material vegetal. Esto se realizó con la ayuda de pinzas y agujas de disección y una vez separadas se procedió a su identificación.

La identificación de los pelos se realizó mediante la elaboración de laminillas de referencia y la posterior observación y comparación de los patrones medulares y de escamas, siguiendo la técnica y guía de Williamson (1951); Monroy y Rubio (1999). Para la identificación de los pelos se utilizó la Guía de Identificación de Mamíferos Terrestres del Estado de México, a través del pelo de guarda (Arita *et al.* 1987; Monroy y Rubio 2003). Como material de apoyo se tomaron muestras de pelos de la Colección de Mamíferos de la Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Para cuantificar la importancia de las presas encontradas en las muestras, se utilizaron como estimadores la frecuencia de aparición (Fa) y el porcentaje de aparición (Pa) de cada especie en las muestras.

Frecuencia de Aparición (Fa): El resultado que se obtiene para cada alimento representa el porcentaje de las excretas en las que apareció dicho alimento. $Fa = \frac{f_i}{N} \times 100$. En donde f_i = es el número de veces en las que aparece la especie presa i y N = número total de excrementos analizados. Con esta fórmula se obtiene la frecuencia de aparición de cada especie presa en relación con el número total de excrementos representada en porcentaje. Los resultados se emplearon para fines de comparación con otros estudios.

El porcentaje de aparición para apreciar la frecuencia del consumo de cierta especie con respecto a las demás (Maher y Brady 1986). $Pa = \frac{f_i}{F} \times 100$. En donde f_i = es el número de veces en las que aparece la presa i y F = al número total de apariciones de todas las especies en todas las muestras, que se obtuvo sumando todos los f_i . Es la manera de conocer qué presa o presas son utilizadas con mayor frecuencia por la especie en estudio con relación a las demás (Maher y Brady 1986).

Se empleó el estadístico G de dos vías, con corrección de Williams (Zar 1999), para determinar la variación por épocas en el consumo de presas. Se determinaron dos épocas, una seca (de diciembre a mayo) y otra de lluvias (de junio a noviembre).

Resultados

Composición anual de la dieta. Se analizaron 136 heces fecales de coyote y se obtuvieron un total de 15 especies-presa identificados, que corresponden a cuatro grupos: mamíferos (por huesos y pelos), aves (plumas), insectos (antenas) y frutos (principalmente semillas). Al obtener el valor promedio del porcentaje de aparición por grupo encontrado en los excrementos, se observa que los mamíferos representan el 48.96%, seguido de las plantas con 20.28%, las aves con 6.76% y por último se encontró un porcentaje de aparición de 0.68% para el grupo de los insectos (Tabla 1).

En el análisis de la dieta del coyote se encontraron restos de dos ordenes (Rodentia y Lagomorpha) de mamíferos silvestres pertenecientes tres familias (Muridae, Sciuridae y Leporidae) y con siete géneros (Tabla 1).

El ratón *Peromyscus melanotis* fue el mamífero con mayor porcentaje de aparición correspondiente a los 11 meses con 25.68%. Los restos de la liebre (*Lepus callotis*) la consume con un porcentaje de aparición de 9.46% durante cinco meses, ocupando el segundo lugar de importancia dentro del grupo de mamíferos.

Dentro de los alimentos que componen la dieta anual del coyote el segundo grupo más consumido fueron los frutos del género *Lycompersicum esculentum* (11.48%) correspondientes a cinco meses (Tabla 1).

Tabla 1. Frecuencia de aparición (Fa) y porcentaje de aparición (Pa) de las especies presa consumidas por coyote durante 11 meses de muestreo en bosque de pino en el Parque Nacional Pico de Orizaba. El número de veces que aparece una presa en la muestra está indicado por fi.

| Presa | fi | Fa n = 136 | Pa n = 148 |
|-------------------------------|-----|---------------|---------------|
| Clase Mammalia | 108 | 49.95 | 48.96 |
| Orden Rodentia | | | |
| Familia Sciuridae | | | |
| <i>Spermophilus</i> sp. | 1 | 0.73 | 0.68 |
| Familia Muridae | | | |
| <i>Microtus mexicanus</i> | 1 | 0.73 | 0.68 |
| <i>Mus musculus</i> | 7 | 5.14 | 7.73 |
| <i>Neotomodon alstoni</i> | 4 | 2.9 | 2.70 |
| <i>Peromyscus melanotis</i> | 38 | 27.94 | 25.68 |
| Orden Lagomorpha | | | |
| Familia Leporidae | | | |
| <i>Lepus callotis</i> | 14 | 10.30 | 9.46 |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | 3 | 2.21 | 2.03 |
| Clase Aves | 10 | 7.35 | 6,76 |
| Clase Insecta | | | |
| Orden Coleoptera | | | |
| Familia Scarabaeidae | | | |
| <i>Cotinis</i> sp. | 1 | 0.73 | 0.68 |
| Plantas | | | |
| <i>Lycopersium esculentum</i> | 17 | 12.5 | 11.48 |
| <i>Prunus capulli</i> | 7 | 5.14 | 7.73 |
| <i>Zea mays</i> | 2 | 1.47 | 1.35 |
| <i>Phalaris canariensis</i> | 1 | 0.73 | 0.68 |
| <i>Arachis hypogaea</i> | 1 | 0.73 | 0.68 |
| <i>Cucurbita pepo</i> | 1 | 0.73 | 0.68 |
| <i>Phalaris canariensis</i> | 1 | 0.73 | 0.68 |

Las aves fueron las presas que ocuparon el tercer lugar de consumo con 6.76% para ocho meses. Los restos de aves que se encontraron fueron principalmente plumas, aunque sólo dos veces se encontraron restos de una extremidad posterior.

Al comparar el porcentaje de aparición para cada uno de los componentes por temporada, se observa que en la época seca la especie con el porcentaje de aparición más alto fue *P. melanotis* (29.16%), seguida por la liebre (*Lepus callotis*) y los frutos de tomate *Lycopersicum esculentum* (8.33% para cada alimento), después las aves y el ratón *Mus musculus* (6.94% para cada una) y el menor porcentaje fue para el coleóptero (*Cotinis* sp; 1.38%; tabla 2).

En la época de lluvia al igual que en la seca, *P. melanotis* obtiene el porcentaje de aparición más alto (22.36% y 29.16%, respectivamente). También en la época de lluvias encontramos que los coyotes consumen como segundo componente los frutos de tomate *Lycopersicum esculentum* (14.47%), y que el menor porcentaje lo obtienen *Spermophilus* sp., *Neotomodon alstoni* y la calabaza *Cucurbita pepo* 1.32% para cada

| | Época | | | |
|-------------------------------|--------|--------|---------|--------|
| | Seca | | Lluvias | |
| | Fa | Pa | Fa | Pa |
| Presa | N = 67 | N = 72 | N = 69 | N = 76 |
| <i>Spermophilus</i> sp. | 0 | 0 | 1.44 | 1.32 |
| <i>Microtus mexicanus</i> | 1.49 | 1.38 | 0 | 0 |
| <i>Mus musculus</i> | 7.46 | 6.94 | 2.89 | 2.63 |
| <i>Neotomodon alstoni</i> | 4.47 | 4.15 | 1.44 | 1.32 |
| <i>Peromyscus melanotis</i> | 31.34 | 29.16 | 24.63 | 22.36 |
| <i>Lepus callotis</i> | 8.95 | 8.33 | 11.59 | 10.53 |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | 0 | 0 | 4.35 | 3.95 |
| Aves | 7.46 | 6.94 | 7.25 | 6.58 |
| <i>Cotinis</i> sp. | 1.49 | 1.38 | 0 | 0 |
| <i>Lycopersium esculentum</i> | 8.95 | 8.33 | 15.94 | 14.47 |
| <i>Prunus capulli</i> | 1.49 | 1.38 | 8.69 | 7.89 |
| <i>Zea mays</i> | 2.99 | 2.77 | 0 | 0 |
| <i>Arachis hypogaea</i> | 1.49 | 1.38 | 0 | 0 |
| <i>Cucurbita pepo</i> | 0 | 0 | 1.44 | 1.32 |
| <i>Phalaris canariensis</i> | 1.49 | 1.38 | 0 | 0 |

Tabla 2. Frecuencias de aparición (Fa) y porcentajes de aparición (Pa) de las especies-presa consumidas por el coyote en cada época.

uno (Tabla 2). No se encontraron diferencias significativas en el consumo de las presas entre la época de secas y de lluvias ($z = 0.6571$ g.l. = 3; $P = 0.2206$).

Discusión

La dieta del coyote en bosque de pino en el área de estudio estuvo constituida por 15 especies-presas, aunque no fue posible determinar hasta nivel específico todos los restos encontrados en los excrementos.

Los roedores y liebres constituyen el alimento básico del coyote durante los 11 meses de estudio, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en zonas templadas, áridas y semiáridas (Windberg y Mitchell 1990; Atkinson y Shackleton 1991; Hernández y Delibes 1994; Hernández *et al.* 2002).

En relación a los mamíferos, se puede observar que el orden Rodentia fue el más representativo. *P. melanotis* fue la presa más importante para el coyote en el Parque Nacional Pico de Orizaba, ya que estuvo presente en los 11 meses del año formando parte de su dieta. Esta especie de presa fue detectada con los promedios más altos en su consumo mensual durante los meses de abril, mayo y julio. Estos resultados coinciden con otros estudios realizados por diferentes autores como el realizado por Guerrero *et al.* (2002) en donde se encontró que los mamíferos fueron el principal alimento del coyote. En cuanto a *N. alstoni* se puede observar que no fue consumido en grandes cantidades, debido a que se obtuvo un porcentaje de 2.70%, sólo fue consumido en los meses de marzo y noviembre. Otra especie de este orden que se encuentra en cuarto lugar en la dieta del coyote fue *Mus musculus*. A pesar de que este ratón casi no aparece en la literatura como un organismo que sea consumido con gran frecuencia por coyotes, en nuestro estudio se puede apreciar que esta especie está presente en la dieta durante dos meses del año (marzo y abril). Con respecto a otras especies de roedores. *M.*

mexicanus, fue consumido únicamente en el mes de marzo con un porcentaje de 0.68% y *Spermophilus* sp. en el mes de junio con un porcentaje de 0.68%. Nuestros resultados sugieren que estas especies son parte fundamental de la dieta a pesar de que no están presentes durante la mayor parte del año. Sin embargo, estas forman parte importante en la dieta del cánido en el mes de marzo para *M. mexicanus* y *Spermophilus* sp. en el mes de junio.

El segundo grupo de los mamíferos importantes en la dieta de coyote fueron los lagomorfos. En este estudio la especie de lagomorfo que tuvo el porcentaje más alto de consumo en la dieta del coyote fue la liebre *L. callotis* (9.46%) y fue durante el mes de junio cuando esta especie fue de mayor consumo. Tomando en cuenta que en otros estudios sobre la dieta de este cánido, mencionan que *L. callotis* no fue muy consumida por los coyotes; en contraste en este estudio fue el segundo alimento en la dieta.

Otra especie fue *S. floridanus*, la cual no tiene una presencia importante en la dieta del coyote, puesto que sólo fue consumida en el mes de julio (2.03%), probablemente su bajo porcentaje de aparición se deba a factores como la cacería clandestina que se da activamente en el parque, ya que en comparación con trabajos anteriores realizados, como en la Sierra Norte de Oaxaca por Cruz-Espinoza *et al.* (2008) en donde se encontró que esta especie fue detectada con mayor porcentaje de aparición de 22.33%.

Otro componente importante presente en la dieta del coyote fueron los frutos, en donde el consumo fue relativamente constante, ya que se registraron en cinco meses principalmente del tomate (*L. esculentum*) con un consumo del 11.48%. En el caso contrario, se encuentra el capulín (*P. capulli*), que al igual que la especie anterior estaba presente en cinco meses pero su consumo fue de 7.73%.

Comparando estos resultados con otros resultados que se realizaron en la Estación Biológica "Agua Zarca" de Aguascalientes se reporta el consumo de frutos en un 46%, en la Costa Norte de Jalisco con 44.20% y la Costa Sur del Estado de Jalisco con 36.76%, sin embargo, los resultados de este trabajo aparecieron con menor consumo, coincidiendo con Guerrero *et al.* (2002, 2004) y en menor proporción se relaciona con el trabajo de Monroy *et al.* (2003) con el 12.3%. Los componentes con menor porcentaje de consumo en este trabajo fueron la calabaza (*Cucurbita pepo*), el cacahuete (*Arachis hipogea*) y el alpiste (*Phalaris canariensis*) con 0.68% cada uno, presentándose únicamente en los meses de febrero, abril y septiembre, respectivamente; esto se debe a que además de carnívoros son omnívoros y complementan su dieta con estas plantas.

Las aves están presentes en la dieta del coyote ocupando el tercer lugar, encontrándose casi en todos los meses, en este caso abril y octubre fueron los meses de mayor incidencia con un 14.82%. Es interesante mencionar, que estos resultados no tiene relación con otros estudios que se han realizado en la Costa Norte de Jalisco Guerrero *et al.* (2004) y Sur de Jalisco Guerrero *et al.* (2002), en las cuales las aves son consumidas en menor grado.

En cuanto a los insectos, pudiera ser que se ingirieron accidentalmente o indirectamente, ya que algunas de sus presas, como las ardillas, consumen insectos. Aunque se puede observar que fueron consumidas directamente, y en este estudio no fueron muy consumidos, con respecto a otros trabajos que presentan bajo consumo una baja ocurrencia como podemos ver en los resultados obtenidos por Guerrero *et al.* (2004) con 14.57%, Guerrero *et al.* (2002) con 11.39%, Monroy *et al.* (2003) con 12%. Sin embargo, como mencionan Grajales-Tam *et al.* (2003), su alimentación está constituida principalmente por insectos teniendo el registro más alto en relación al consumo. Todos estos grupos forman parte de la dieta del coyote durante 11 meses en el Parque Nacional Pico de Orizaba, Puebla.

Considerando que la mayor parte de los estudios que se han realizado sobre la dieta del coyote han reportado que los grupos que más abundan son los mamíferos, por

encima de los demás grupos por ejemplo frutos, aves e insectos.

La mayoría de los trabajos reportan para la dieta del coyote la presencia de seis grupos como base de su dieta (mamíferos, insectos, semillas, reptiles, crustáceos y aves; Monroy *et al.* 2003; Guerrero *et al.* 2002; Guerrero *et al.* 2004). Sin embargo, en este trabajo se reportan sólo cuatro (mamíferos, insectos, plantas y aves).

En conclusión, la dieta de coyote (*C. latrans*) en el Parque Nacional Pico de Orizaba se basa principalmente de dos grupos de mamíferos, los roedores y lagomorfos, estos resultados coinciden con otros estudios en zonas templadas. Su alimentación se basa principalmente por el roedor *P. melanotis* con 25.68%, seguido de los frutos de tomate *L. esculentum* 11.48%, así como la liebre *L. callotis* con un 9.46%. La presa más consumida en la época seca y de lluvias fue el roedor *P. melanotis*. Al comparar la dieta entre ambas épocas no existen diferencias significativas y se concluye que no se encontró variación en estaciones en la dieta del coyote.

Agradecimientos

A las autoridades municipales y de las agencias de las comunidades de Ciudad Serdán, Rancho "Las Pastorías" y San Martín Ojo de Agua. A la CONABIO por proporcionar apoyo económico para la realización del proyecto R044 en el Parque Nacional Pico de Orizaba. Asimismo a las autoridades de la CONANP y de la SEMARNAT por brindarnos los permisos necesarios para realizar el presente estudio en la zona. A la M. Acosta del Herbario de la BUAP por apoyarnos en la identificación del material botánico.

Referencias

- ANDELT, W. F. 1984. Behavioral ecology of coyotes in south Texas. *Journal of Wildlife Management* 94:1-45.
- ARANDA, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- ARANDA, M., N. LÓPEZ-RIVERA, Y L. LÓPEZ-DE BUEN. 1995. Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra del Ajusco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 65:89-99.
- ARITA, W., H. T., Y J. M. ARANDA. 1987. Técnica para el Estudio y Clasificación de los Pelos. Cuadernos de Divulgación INIREB No. 32. Instituto de Investigaciones de Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México.
- ARNAUD, G. 1993. Alimentación del coyote (*Canis latrans*) en Baja California Sur, México. Pp. 203-215 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Publicaciones Especiales, Vol. I, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, Distrito Federal.
- ATKINSON, K. T., Y D. M. SHACKLETON. 1991. Coyote, *Canis latrans*, ecology in a rural-urban environment. *Canadian Field Naturalists* 105:49-54.
- BEKOFF, M., Y M. C. WELLS. 1980. The social ecology of coyotes. *Scientific American* 242:130-148.
- CRUZ-ESPINOZA, A., G. GONZÁLEZ, Y A. SANTOS-MORENO. 2008. Dieta y abundancia relativa del coyote (*Canis latrans*) en un bosque templado de la sierra norte de Oaxaca, México. Pp. 239-251 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 Mastozoología, A. C. México, Distrito Federal.
- GRAJALES-TAM, K., R. RODRÍGUEZ-ESTRELLA, Y J. CANCINO. 2003. Dieta Estacional del coyote (*Canis latrans*) durante el periodo 1996–1997 en el desierto del Vizcaíno, Baja California Sur, México. *Acta Zoológica Mexicana* 89:17-28.

- GUERRERO, S., M. H. BADI, S. S. ZALAPA, Y J. A. ARCE.** 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jagouarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 86:119-137.
- GUERRERO, S., M. H. BADI, S. S. ZALAPA, Y A. E. FLORES.** 2004. Variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la Costa Norte de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 20:145-157.
- HERNÁNDEZ, L., Y M. DELIBES.** 1994. Seasonal food habits of coyotes, *Canis latrans*, in the Bolsón de Mapimí, Southern Chihuahuan Desert, México. *Z. Saugetierkunde* 59:82-86.
- HERNÁNDEZ, L., M. DELIBES, Y F. HIRALDO.** 1994. Role of reptiles and arthropods in the diet of coyotes in extreme desert areas of northern Mexico. *Journal of Arid Environments* 26:165-170.
- HERNÁNDEZ, L., R. PARMENTER, J. W. DEWITT, D. C. LINGHFOOT, Y J. W. LAUNDRÉ.** 2002. Coyote diets in the Chihuahua Desert, more evidence for optimal foraging. *Journal of Arid Environments* 51:613-624.
- KORSCHGEN, J. L.** 1987. Procedimiento para el análisis de los hábitos alimentarios. Pp.119-131. in *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre.* (Rodríguez, R. ed.). The Wildlife Society. Maryland.
- LORENZO, J. L.** 1964. Los Glaciares de México. Monografías del Instituto de Geofísica. Segunda Edición. Informe que rinde la Sección de Glaciología del Comité Nacional de México para el Año Geofísico Internacional. México, Distrito Federal.
- MAJOR, M., M. K. JONSON, W. S. DAVIS, Y T. F. KELLOGG.** 1980. Identifying scats by recovery of bile acids. *Journal Wildlife Management* 44:290-293.
- MAHER, D. S., Y J. R. BRADY.** 1986. Food habits of the bobcat in Florida. *Journal of Mammalogy* 67:133-138.
- MONROY, V. O., Y R. R. RUBIO.** 1999. Identificación de Mamíferos de la Sierra de Nanchichitla a través del pelo. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.
- MONROY, V. O., Y R. R. RUBIO.** 2003. Guía de Identificación de Mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.
- MONROY, V. O., A. M. ORTEGA, Y A. VELÁZQUEZ.** 2003. Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas. Pp. 565-591 in *Las enseñanzas de San Juan.* (Velázquez, A., A. Torres, y G. Bocco, comps.). SEMARNAT-INE y Gobierno de Michoacán. México, Distrito Federal.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (SARH).** 1993. Diagnóstico del Parque Nacional Pico de Orizaba, Veracruz. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, Consultoría Multidisciplinaria, S.A. de C. V. Veracruz.
- SERVÍN, J. C., Y C. HUXLEY.** 1991. La dieta del coyote en un bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 44:1-26.
- SERVÍN, J. C. Y C. HUXLEY.** 1993. Biología del coyote (*Canis latrans*) en la Reserva de la Biosfera "La Michilia", Durango. Pp. 197-204 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México.* (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, D. F.
- VARGAS, M. F.** 1984. Parques Nacionales de México y Reservas equivalentes pasado, presente y futuro. Colección: Grandes problemas nacionales. Serie: Los Bosques de México, Instituto de Investigación de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal.
- WILLIAMSON, V. H. H.** 1951. Determination of hairs by impressions. *Journal of Mammalogy*

32:80-85.

WINDBERG, L. A., y C. D. MITCHELL. 1990. Winter diets of coyotes in relation to prey abundance in southern Texas. *Journal of Mammalogy* 71:439-447.

ZAR, H. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Cuarta edicion. Prentice Hal. Upper Saddle River, New Jersey.

Sometido: 03 noviembre 2009
Revisado: 28 enero 2010
Aceptado: 11 agosto 2010
Editor asociado Jesús Maldonado