

REVISTA MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA

VOLUMEN 13 - Diciembre 2009



Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.



REVISTA MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA

Editor General

Dr. Gerardo Ceballos
Instituto de Ecología, UNAM
Correo Electrónico:
gceballo@ecologia.unam.mx

Asistente del Editor

M. en C. Yolanda Domínguez Castellanos
Instituto de de Ecología, UNAM
Correo Electrónico:
yodoca@ecologia.unam.mx

Editores Asociados

Dr. Joaquín Arroyo C.
Laboratorio de Paleozoología, INAH
Moneda # 16
Col. Centro
06060, México, D.F.
MÉXICO

Dra. Silvia F. Hernández Betancourt
Depto. de Zoología, FMVZ-UADY
Km. 15.5 Mérida Xmatkuil
Mérida Yucatán México C.P. 97000
MÉXICO

Dr. James H. Brown
Department of Biology
University of New Mexico
Albuquerque, NM 87131
EUA

Dr. Fernando Cervantes
Departamento de Zoología
Instituto de Biología, UNAM.
Ap. Postal 70-245
04510, México, D.F.
MÉXICO

M. en C. Cuahtémoc Chávez Tovar
Instituto de Ecología, UNAM
Ap. Postal 70-275
04510, México, D.F.
MÉXICO

Dr. Iván Castro Arellano
Sciences and Engineering and
Department of Ecology and
Evolution Biology
University of Connecticut
Building #4 Annex 3107 Horsebarn
Hill Road Storrs, CT 06269-4210
EUA

Dr. Rurik List Sánchez
Instituto de Ecología, UNAM
Ap. Postal 70-275
04510, México, D.F.
MÉXICO

Dr. Rodrigo A. Medellín
Instituto de Ecología, UNAM
Ap. Postal 70-275
04510, México, D.F.
MÉXICO

Dr. Enrique Martínez Meyer
Departamento de Zoología
Instituto de Biología, UNAM
Apto. Postal 70-153
México, D.F.
MÉXICO

Dr. Eric Mellink
Centro de Investigación Científica y
Educación Superior de Ensenada
Ap. Postal 2732
22800, Ensenada, B.C.,
MÉXICO

Dr. Ricardo Ojeda
Zoología y Ecología Animal
Centro Regional de Investigaciones
Científicas y Tecnológicas
C. C. 507, 5500 Mendoza
ARGENTINA

Dr. Jorge Ortega Reyes
Instituto de Ecología, UNAM
Ap. Postal 70-275
04510, México, D.F.,
MÉXICO

Dr. Gerardo Suzan Azpiri
Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia,
UNAM
Depto. de Etología, Fauna Silvestre y
Animales de Laboratorio
04510, México, D. F.
MÉXICO

Dr. Salvador Mandujano
Departamento de Biodiversidad y
Ecología Animal
Instituto de Ecología A. C.
km. 2.5 Carret. Ant. Coatepec No. 351
Xalapa 91070, Ver.
MÉXICO

OFICINA DEL EDITOR: Ap. Postal 70-275, 04510, México, D.F. MÉXICO.

Tel. y Fax (55)5622-9004

Dirección para mensajería: Instituto de Ecología, UNAM, 3^{er} Circuito Exterior Anexo al Jardín Botánico Exterior, Ciudad Universitaria, México, D.F. 04510.

Revisión de libros y literatura relacionada a mamíferos: Rafael Ávila, Jorge Ortega Reyes y Heliot Zarza, Escribir a la oficina del Editor. Correo electrónico: hzarza@ecologia.unam.mx



La Asociación Mexicana de Mastozoología (AMMAC) fue fundada en 1984. La AMMAC es una asociación civil que reúne a personas cuyas actividades científicas, profesionales, técnicas, educativas o de afición, están enmarcadas dentro de la mastozoología.

CONSEJO DIRECTIVO PARA EL PERIODO 2008-2010

Presidente	Sonia Gallina Tesaro
Vicepresidente	Luis Ignacio Iñiguez Dávalos
Secretario	Jorge Ortega Reyes
Tesorero	Areli Rizo Aguilar

PRESIDENTE HONORARIO-VITALICIO

José Ramírez Pulido

PRESIDENTES ANTERIORES

Juan Pablo Gallo
1985-1986
Daniel Navarro
1987-1988
Gerardo Ceballos
1989-1990
Oscar Sánchez
1991-1992

Héctor Arita
1993-1994
Joaquín Arroyo Cabrales
1995-1996
Rodrigo A. Medellín
1997-1998
Alondra Castro Campillo
1999-2002

Marcelo Aranda Sánchez
2002-2004
Eduardo J. Naranjo Piñera
2004-2006
Eduardo Espinoza Medinilla
2006-2008

NUESTRA PORTADA

El tepezcuintle (*Cuniculus paca*), es el roedor mas grande del tropico mexicano. Tiene actividad nocturna ya que durante el día se encuentra en su madriguera. Son solitarios. En el presente volumen se incluye un estudio para la identificacion de individuos de esta especie por medio de un metodo de obtención de huellas, que puede ser de utilidad para estudios de campo.

Fotografía: Gerardo Ceballos.

EDITORIAL

EL CENSO NACIONAL DEL JAGUAR Y SUS PRESAS: UNA INICIATIVA PARA LA CONSERVACIÓN

Los grandes felinos son uno de los grupos más amenazados por los efectos generados de las presiones antropogénicas, como sucede con el jaguar (*Panthera onca*), quien ha reducido sus poblaciones y área de distribución, en el último siglo, ante la pérdida de su hábitat. Debido a ello es crucial contar con métodos e información sólida para determinar el estado actual de sus poblaciones. Para llenar esta información, se presento una propuesta de realizar un censo a nivel nacional en México, para poder determinar de manera simultanea el tamaño de su población en el país.

La iniciativa de un Censo Nacional del Jaguar y sus presas (CENJAGUAR) surge en el 2006, como una conclusión del segundo simposio "*El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*" en donde se reunieron cerca de 50 expertos de universidades, organizaciones sociales, gobierno federal e iniciativa privada. Fue hasta el 2007, con la realización del tercer simposio y de la publicación del libro "*Conservación y Manejo del Jaguar en México. Estudios de caso y perspectivas*" en donde ya se plasma los resultados y recomendaciones de las reuniones anteriores.

No existe ningún antecedente de que se haya realizado estudios similares de esta magnitud en ningún otro país donde habita el jaguar. En este sentido, el proyecto ha marcado nuevos estándares para la conservación de la especie a nivel mundial.

Dado que un censo es un padrón de una población y consiste básicamente en obtener el número total de individuos mediante las más diversas técnicas de conteo. Su principal objetivo es determinar el número de cosas, objetos o personas que componen un grupo.

Para los animales existen diferentes métodos de conteo que pueden ser aplicados para realizar un censo. Por ejemplo, para los elefantes y rinocerontes es utilizado el método de conteo directo. La precisión de los censos depende de varios factores, así como de los objetivos planteados. La idea del censo es contar todos los individuos presentes.

Es por ello que el Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (CENJAGUAR) tiene por objetivos: *i*) evaluar la densidad poblacional del jaguar y sus presas en México; *ii*) determinar el hábitat disponible del jaguar en México; y *iii*) identificar los requerimientos para la conservación del jaguar y sus presas en los sitios prioritarios. Además de evaluar la distribución y situación poblacional de la especie en áreas donde actualmente no se sabe si persiste o sus poblaciones son estables, si existe hábitat adecuado y suficientes presas para su supervivencia, y en sitios identificados como prioritarios que no han sido aún monitoreados.

El CENJAGUAR no sólo contempla el monitoreo de poblaciones de jaguar, si no también sus presas y su hábitat, para llevarlo a la práctica se requiere un medio relativamente fácil y confiable, que permita estandarizar los datos demográficos. Si se mantiene a largo plazo, permitirá evaluar periódicamente la viabilidad de sus poblaciones y hábitat. El primer paso fue tener un protocolo estandarizado, el cual se consensó en los tres primeros simposios, donde se definió la estimación de la abundancia por diferentes métodos: 1) búsqueda de rastros y huellas; 2) uso de trampas-cámaras; 3) excrementos y análisis genético en laboratorio; y 4) captura y radio telemetría.

La base del Cenjaguar es la evaluación preliminar de la presencia-ausencia del jaguar en sitios predeterminados, para una evaluación regional dentro de las áreas prioritarias para la conservación de la especie. Ello requiere, por lo tanto de un conocimiento previo del jaguar en los sitios de estudio. Se deben contemplar reuniones previas con todas las instancias involucradas en el censo, para obtener información básica sobre el conocimiento del jaguar y sus presas, como de la fauna en general, así como de las condiciones socioeconómicas de la población local. Además de su verificación en el campo donde se corrobore la presencia de jaguares, y estandarización de los resultados de manera cualitativa y cuantitativamente.

El método usado en el CENJAGUAR es la utilización de trampas-cámara, ha demostrado ser el método más viable, factible y seguro para obtener la información que requerimos sobre abundancia y densidad de jaguares en diferentes tipos de hábitat. Entre los parámetros a considerar esta: *i*) área de monitoreo con mínimo borde; *ii*) El tamaño del área de monitoreo dependerá del sitio; *iii*) Facilidad en la logística para el traslado, colocación y revisión de cámaras; *iv*) Disponibilidad del número de cámaras en relación con la densidad de los jaguares en el sitio. Se sugiere un área mínima de monitoreo de 81 km², con tamaños de celda de 9 km², dependiendo de la densidad de jaguares o la ocurrencia de rastros. Esta área puede ser mayor sobre todo en aquellos ambientes donde potencialmente existen bajas densidades.

La información generada en el Cenjaguar servirá para redefinir las áreas prioritarias para la conservación del jaguar a escala local, regional y de país. Esfuerzos similares se han realizado en otros países con el tigre y elefantes. Por ejemplo, en la India para realizar los censos necesitan más de 10,000 personas entre voluntarios y expertos, lo cual aunque el método se encuentre estandarizado, puede aumentar el grado de error de la estimación, ya que se basa en el conteo de huellas, el cual no es un método muy preciso. Sin embargo, gracias a ello la India tiene un registro de cambios en las poblaciones de tigres desde 1932.

En México con el apoyo de la Dirección de Especies Prioritarias de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la alianza WWF-Telcel, la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO), Ecociencia y la Universidad Nacional Autónoma de México, hemos realizado un gran avance y

optimizado los recursos para su implementación. Si bien se han identificado más de 30 sitios potenciales para realizar el Cenjaguar y cubrir los estados donde se distribuye el jaguar, nos hemos enfrentado a limitantes en recursos, logística y de implementación. Debido a ello, se decidió realizar el Cenjaguar en dos etapas, en la primera etapa identificamos 15 sitios prioritarios dentro de 4 regiones operativas norte: Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León; pacífico centro: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán; Estado de México; Pacífico sur: Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco; Península de Yucatán: Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En esta primera etapa participan mas de 15 instituciones académicas, ONG's, gubernamentales, y personas interesadas en la conservación del jaguar en México. A diferencia de los censos realizados en otros países, este no sólo contempla áreas naturales protegidas (ANP's), sino áreas que se encuentra fuera de las ANP's, para conocer los diferentes escenarios que esta enfrentando actualmente el jaguar.

La primera etapa está a punto de concluir en su instrumentación y los análisis realizados hasta el momento, revelan que existen regiones con buenas perspectivas de conservación para el jaguar. Por ejemplo, la Península de Yucatán que tiene casi la mitad de jaguares del país, con poco menos que 2,000 individuos.

Aunque estos resultados son alentadores, existen problemas de conservación serios de la especie, como se destacó en la Declaración de Mérida, producto del Simposio Internacional sobre el jaguar en el marco del Congreso de Tierras Silvestres Wild9. Se destacó que además de la acelerada destrucción de su hábitat, la amenaza que hay que frenar de manera urgente es la cacería indiscriminada del jaguar y sus presas potenciales. Está es la amenaza más severa que enfrenta el jaguar en toda su área de distribución. Se enfatizó que debe haber un compromiso serio y proactivo de los gobiernos locales y federales por detener estas amenazas para el jaguar, ya que no sólo dependerá el futuro de una especie sino de gran parte de la biodiversidad biológica y cultural de Latino América.

Por lo tanto El Censo Nacional del Jaguar y sus Presas, representa una oportunidad y un reto único por conocer la situación en México del carnívoro más grande de América.

M. en C. Cuauhtemoc Chávez Továr

Dr. Gerardo Ceballos González

Dr. Rodrigo Medellín Legorreta

M. en C. Heliot Zarza Villanueva

*Instituto de Ecología, UNAM, Ciudad Universitaria,
Apartado Postal 70-275, 04510 México, D. F., México*

GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELOS DE GUARDIA DE MAMÍFEROS NO VOLADORES DEL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO

JUAN M. PECH-CANCHÉ¹, JAVIER ENRIQUE SOSA-ESCALANTE¹
Y MANUEL EDUARDO KOYOC CRUZ²

¹ *Departamento de Zoología, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, México.*

² *Servicios y Estudios Profesionales Ambientales, Mérida, Yucatán, México
correo electrónico: jmpech@gmail.com*

Resumen: Los pelos son una característica que distingue a los mamíferos y se presentan en todos los grupos en alguna fase de su vida, siendo los de guardia los más importantes para el reconocimiento de especies. En este estudio se describen por primera vez los pelos de 46 especies de mamíferos no voladores con distribución en Yucatán, que representan el 53% de las especies reconocidas para el Estado y 87% de las especies no voladoras. El objetivo fue elaborar una guía y una colección de referencia para la identificación de los pelos de guardia de los mamíferos de la región. La característica más útil para la identificación es el arreglo y forma de las células de la médula. Los resultados pueden ser empleados para la identificación de estas especies en otros sitios; sin embargo, se debe considerar que podrían existir cambios a nivel macro y microscópico debido a variaciones ambientales, geográficas, temporales, altitudinales, latitudinales, de edad o sexo. Este trabajo es útil para profesionales de la mastozoología y otras áreas, porque se puede aplicar para la determinación de presas en estudios de hábitos alimenticios; verificación de la presencia de mamíferos en un hábitat determinado; distribución, biología e historia natural de especies; verificación de depredadores en ataques de fauna silvestre; evaluación de las relaciones entre los mamíferos y sus parásitos; identificación de pieles y subproductos de éstas.

Palabras clave: Pelos de guardia, mamíferos no voladores, Yucatán.

Abstract: Hairs are one of the distinctive characteristics of mammals, being present in all groups at some stage of their life cycle. Guard hairs are the most important for species identification. Eighty seven mammal species have been recorded in Yucatan, Mexico, and 53 of these are non-flying. In this study, the guard hairs of 46 non-flying mammal species distributed in Yucatan are described for the first time, representing 53% of all mammal species and 87% of the non-flying mammal species in the state. The aim of this study was to create a reference guide for the identification of the regional mammal guard hairs. The most useful characteristic to identify the guard hairs is the medulla cell arrangement and shape. Our results can be used to identify these species in other sites; however, is necessary to consider possible changes in the hair at macro and microscopic level. These changes may occur due to environmental, geographic, temporal, latitudinal, altitudinal, age or sex variations. The sample size, technique and

characteristics of hairs used in this study allow identification to genera level. This work is useful to mammalogists and other professionals in other areas of zoology, because it can be used to identify prey in scats, pellets and stomach content analysis and to verify species distribution in certain habitats.

Key words: Guard hairs, non-volant mammals, Yucatan.

INTRODUCCIÓN

Los pelos son derivados epidérmicos exclusivos de los mamíferos y son quizá, la característica más distintiva del grupo. Existen tres tipos: las vibrisas o pelos táctiles, los pelos de guardia o de protección y los pelos de bajopiel o de lana. Cada pelo tiene un cañón o tallo y una base o raíz, que ocupa una depresión de la dermis llamada folículo piloso. El tallo consta de una porción proximal delgada, seguida de una sección ancha denominada espátula, que finalmente se estrecha hasta la punta (Chehébar y Martín, 1989). El cañón está formado por: 1) la cutícula, que es la capa externa constituida de células muertas y transparentes carentes de pigmentación (escamas cuticulares), 2) la corteza, que es la capa intermedia compuesta de células fusiformes, aplanadas y alargadas, fuertemente compactadas que alojan los pigmentos y, 3) la médula, que es la capa interior, compuesta de células cuboidales débilmente compactadas y que frecuentemente contienen cavidades de aire (Tumlison, 1993).

El análisis de las características de los pelos resulta de particular importancia taxonómica en la identificación de especies cuando no se cuenta con otro tipo de referencias (Monroy-Vilchis *et al.*, 2005). La descripción microscópica de los pelos, ha permitido establecer diferencias entre grupos de especies con distribución en diversas partes del mundo, tales como Norteamérica (Amman *et al.*, 2002; Mayer, 1952; Moore *et al.*, 1974; Short, 1978; Tumlison, 1993), Sudamérica (Chehébar y Martín, 1989; Fernández y Rossi, 1998), Asia (Chakraborty y De, 2001), Europa (De Marinis y Asprea, 2006; Faliu *et al.*, 1980; Tóth, 2002) y África (Keogh, 1985; Oli, 1993), entre otras regiones.

En México uno de los primeros trabajos sobre el tema fue la descripción de los pelos de guardia de los mamíferos del Valle de México (Arita, 1985), que sirvió como base para la elaboración de una guía a nivel específico de los mamíferos con distribución en la Sierra de Nanchititla del Estado de México (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 1999). Posteriormente, se elaboró una guía dicotómica de mamíferos de la misma región (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003), un catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del Estado de Oaxaca (Baca y Sánchez-Cordero, 2004) y el análisis de variaciones individuales e intraespecíficas de los pelos de mamíferos del Estado de México (Monroy-Vilchis *et al.*, 2005).

A pesar de estos avances, actualmente se carece de una guía de identificación de pelos de mamíferos con distribución en el Estado de Yucatán, que permita la determinación de presas mediante el análisis de excretas, egagrópilas y contenidos estomacales; la verificación de la presencia de mamíferos en un hábitat determinado; algunos aspectos de la biología e historia natural de algunas especies; la verificación de depredadores en ataques de fauna silvestre a animales domésticos; la identificación de pieles y subproductos comerciables, entre otros aspectos (Aranda, 2000; Castro-Arellano *et al.*, 2008; Goodway, 2000; Hall-Aspland y Rogers, 2007; Sacks y Neale, 2002; Sovada *et al.*, 1999), toda vez que se reconoce que pueden presentarse variaciones morfológicas en algunas especies dependiendo del ambiente en que se encuentren (Brisbin, Jr y Lenarz, 1984; Wasserman y Nash, 1979).

El objetivo de este trabajo, es elaborar una guía de los pelos de guardia de 46 especies de mamíferos no voladores del estado de Yucatán, México.

MÉTODOS

Origen de las muestras

Las muestras comprendieron pelos de 46 especies de mamíferos adultos no voladores que se distribuyen en el estado de Yucatán, obtenidos de ejemplares previamente identificados, depositados en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM) y en la Colección Zoológica Regional (COZORE) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), que representan el 53% del total de mamíferos registrados para Yucatán y el 87% de los mamíferos no voladores del Estado (Jones *et al.*, 1974a, Jones *et al.*, 1974b, Genoways y Jones, 1975, Sosa-Escalante *et al.*, 1997).

Se trabajó con pelos de guardia corporales debido a que éstos tienen características morfológicas constantes, a diferencia de los pelos de las extremidades, cola u hocico que presentan rasgos reducidos o simplificados de los encontrados en el cuerpo, además de que son los más resistentes a procesos taxidérmicos, digestivos o de putrefacción (Chernova, 2001; Quadros y Monteiro-Filho, 1998). Para cada especie se tomaron al menos tres muestras (pelos), cada una obtenida de diferente individuo. Para estandarizar las muestras éstas fueron obtenidas de la parte dorsal de los individuos.

Técnica de preparación y características evaluadas

La preparación se realizó con base en la técnica convencional (Arita y Aranda, 1987) que consiste en: a) Limpieza: Se colocan los pelos en cajas de Petri con tetracloruro de carbono por 20 minutos; b) Aclaración: Se cambian las muestras a cajas

de Petri con xilol por 24 horas; c) Montaje: Se colocan las muestras en un portaobjetos, se les añade bálsamo de Canadá y por último se les coloca un cubreobjetos.

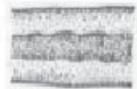
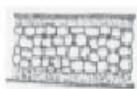
La descripción de las características de los pelos y las microfotografías se realizaron con microscopios ópticos y compuestos. Para la medición de las estructuras del pelo se empleó un ocular micrométrico en el objetivo 10X. Las observaciones y microfotografías se realizaron desde diversos aumentos (4, 10, 40 y 100X). Las ilustraciones de todas las especies se presentan en aumento a 40X, a excepción de *Dasyus novemcinctus*, *Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*, en los que se emplearon aumentos menores (4X y 10X), debido al mayor grosor del cañón. En otras siete especies, *Leopardus wiedii*, *Conepatus semistriatus*, *Mustela frenata*, *Procyon lotor*, *Sciurus deppiei*, *Oryzomys melanotis* y *Ototylomys phyllotis*, las imágenes se presentan a 100X, para observar a detalle las características morfológicas de los pelos. Las preparaciones de los pelos y las fotografías se depositaron en la COZORE-UADY.

Para la descripción de las muestras se tomaron en cuenta los siguientes factores: patrón de tonalidad, forma del pelo, diámetro máximo del pelo y estructura de la médula. El patrón de tonalidad se refiere al número y disposición de bandas de color que se encuentran alrededor del pelo, pudiendo ser de tres formas: uniforme si el tono es constante a todo lo largo del pelo, bicolor cuando el pelo presenta dos tonos contrastantes sean del mismo color o no, o con bandas cuando el pelo presenta tres o más tonos bien definidos (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003).

La forma del pelo se refiere a cómo se observa el contorno del tallo, y que puede ser: con escudo si el pelo presenta un ensanchamiento abrupto en su parte distal; sin escudo si el pelo es regular en su diámetro o si su ensanchamiento no es abrupto; con constricciones si presenta regiones angostas con alguna de las siguientes características: reducción pronunciada del diámetro del cañón o un doblez pronunciado del pelo (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003). El diámetro del pelo se midió en su parte más ancha, sin importar la región donde ésta se localice. La estructura de la médula resulta de la distribución de las células y de intrusiones de la corteza, pudiendo reconocer cuatro tipos básicos (ausente, continua, fragmentada y escalonada) y varios subtipos (Arita y Aranda, 1987; Cuadro 1).

Debido a que las características medulares de los pelos pueden variar a lo largo del mismo (Tóth, 2002), incluimos en la descripción los diferentes tipos de médulas según la clasificación de Arita y Aranda (1987), considerando como médula principal la presente en el sector espatular del pelo y como médula secundaria la presente en el sector proximal del mismo (Chehébar y Martín, 1989). La relación entre la corteza y la médula se valoró considerando la proporción que ocupa cada una de éstas en el cañón, expresada en porcentaje de acuerdo a sus anchos relativos.

Cuadro 1. Descripción y esquema general de los diferentes tipos de médulas (modificado de Arita y Aranda, 1987).

Tipo de médula	Descripción	Diagrama
Ausente	Carencia de médula	
Continua amorfa	Tubo continuo sin celdas aparentes	
Continua con celdillas	Tubo formado por células de forma irregular	
Continua vacuolada	Células parecidas a vacuolas	
Continua con intrusiones corticales	La corteza aparece como proyecciones y/o islas	
Continua en rejilla	Tubo formado por células pequeñas poligonales	
Escalonada uniserial	Columna de células separadas por septos	
Escalonada multiserial	Dos ó más columnas separadas por septos	
Fragmentada	Interrumpida a intervalos irregulares	

RESULTADOS

Las características de los pelos de guardia descritas comprenden a 46 especies de mamíferos, de 9 ordenes, 21 familias y 39 géneros, que incluyeron a 12 especies que se encuentran en alguna categoría de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2001): *Tamandua mexicana*, *Alouatta pigra*, *Ateles geoffroyi*, *Sphiggurus mexicanus*, *Cryptotis mayensis*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Panthera onca*, *Eira barbara*, *Galictis vittata* y *Bassariscus sumichrasti*. La descripción de las características microscópicas del pelo incluye la nomenclatura taxonómica de acuerdo a Wilson y Reeder (2005), excepto para el caso de *Sigmodon toltecus* que se basó en Carroll y Bradley (2005). Se indica el nombre común de las especies en español y su nombre maya se indica entre paréntesis (Barrera *et al.*, 1980; Rivero, 2002).

ORDEN DIDELPHIMORPHIA

Familia Didelphidae

Didelphis marsupialis Linnaeus, 1758

Tlacuaches, zorros (och)

Pelos bicolors (Claro-Oscuro) carentes de escudos y constricciones. Ancho máximo del cañón 260μ (± 16.16). La médula es continua con intrusiones corticales (Figura 1A).

Didelphis virginiana Kerr, 1792

Tlacuaches, zorros (och)

Pelos bicolors (C-O) sin escudos pero con constricciones debido al cambio en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de 260μ (± 10.07). La médula es continua con intrusiones corticales (Figura 1B).

Philander opossum (Linnaeus, 1758)

Cuatro ojillos, tlacuachillo (holi och)

Pelos bicolors (C-O) con constricción debido al cambio en la configuración de la médula y a la reducción del ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de 96μ (± 6.11). En el sector espatular la médula es continua con intrusiones corticales, mientras que en la región proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 1C).

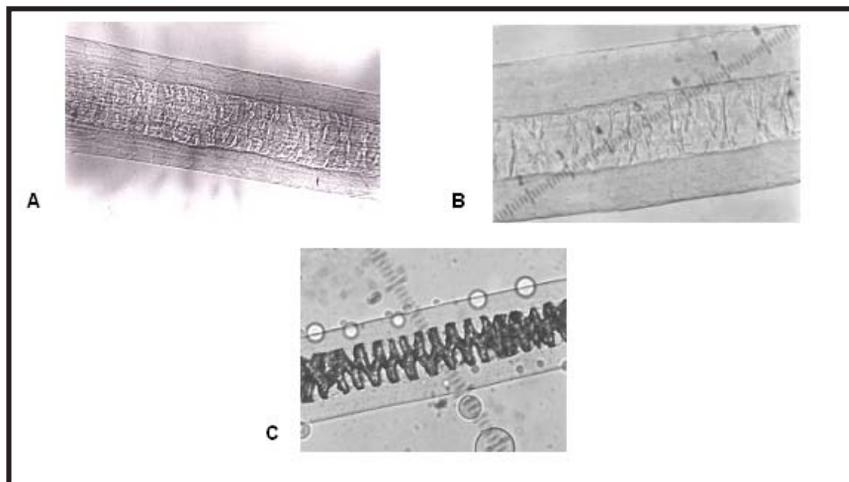


Figura 1. Sección espatular de los pelos de guardia de *Didelphis marsupialis* (A), *Didelphis virginiana* (B) y *Philander opossum* (C).

ORDEN CINGULATA

Familia Dasypodidae

Dasypus novemcinctus Linnaeus, 1758

Armadillo (uech)

Pelos blancos sin escudos y con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $220 \mu(\pm 10.07)$. La médula está ausente en el sector espatular, sin embargo se presenta en el sector proximal siendo del tipo fragmentada a intervalos irregulares (Figura 2).



Figura 2. Sección espatular del pelo de guardia de *Dasypus novemcinctus*.

ORDEN PILOSA

Familia Myrmecophagidae

Tamandua mexicana (Saussure, 1860)

Oso hormiguero (chab)

Pelos bicolores (C-O) carentes de escudos y constricciones. Ancho máximo del cañón de 240μ (± 12.22). La característica distintiva de este pelo es, además del color, la ausencia de la médula (Figura 3).

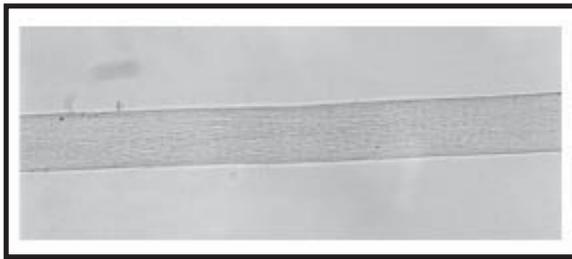


Figura 3. Sección espatular del pelo de guardia de *Tamandua mexicana*.

ORDEN PRIMATES

Familia Atelidae

Alouatta pigra Lawrence, 1933

Mono aullador

Pelos cafés con constricciones debido a una reducción en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de 116μ (± 8.33). La médula está ausente, por lo que la corteza es la que ocupa todo el grosor del pelo (Figura 4A).

Ateles geoffroyi Kuhl, 1820

Mono araña (mash, xtucha)

Pelos cafés con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de 156μ (± 6.11). La médula en el sector espatular es continua en celdilla, en tanto que en el sector proximal cambia a fragmentada (Figura 4B).

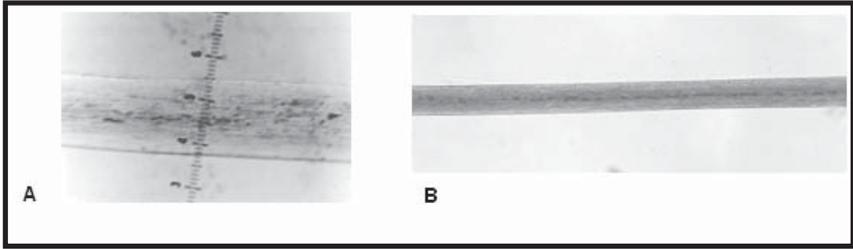


Figura 4. Sección espatular de los pelos de guardia de *Alouatta pigra* (A) y *Ateles geoffroyi* (B).

ORDEN RODENTIA

Familia Sciuridae

Sciurus deppei Peters, 1863

Ardilla (kúuc)

Pelos bicolors (O-C) con constricciones representadas por cambio en la configuración de la médula y en la variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $112 \mu (\pm 8.33)$. En el sector espatular la médula es escalonada multiserial, cambiando en el sector proximal a continua con intrusiones corticales (Figura 5A).

Sciurus yucatanensis J.A. Allen, 1877

Ardilla (kúuc)

Pelo bicolors con constricciones debido a variación en la configuración de la médula y en ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $192 \mu (\pm 12)$. En el sector espatular la médula es escalonada multiserial (Figura 5B), cambiando en el sector proximal a continua con intrusiones corticales.

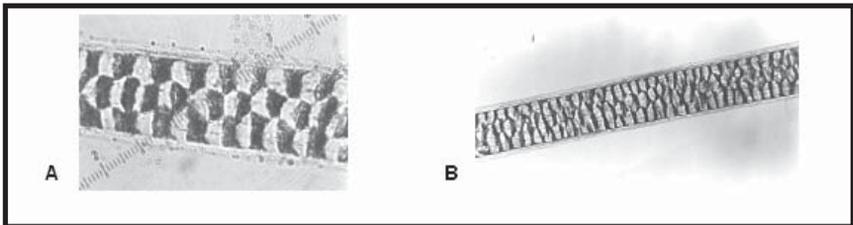


Figura 5. Sección espatular de los pelos de guardia de *Sciurus deppei* (A) y *Sciurus yucatanensis* (B).

Familia Heteromyidae

Heteromys desmarestianus Gray, 1868

Heteromys gaumeri J.A. Allen y Chapman, 1897

Ratones de abazones (chó)

Pelos de dos tipos, uno delgado bicolor y otro grueso con la parte distal negra, ambos con constricciones debido a la variación del ancho del cañón, así como de la configuración de la médula. El ancho varía a lo largo del pelo, ya que los extremos son angostos y la parte media es más gruesa. En *H. desmarestianus* el pelo grueso mide $400\ \mu$ (± 8.33) como máximo; en *H. gaumeri* mide $640\ \mu$ (± 6.11) como máximo. La médula de ambos pelos es continua con intrusiones corticales, sin embargo los pelos gruesos presentan una peculiaridad, ya que en la parte media y engrosada se produce una partición de la médula, debido a la cual ésta se presenta en las áreas contiguas a los bordes y se ausenta en la parte central. Hacia la sección distal del pelo la médula regresa a su estado inicial para acabar de esa forma (Figuras 6A y 6B).

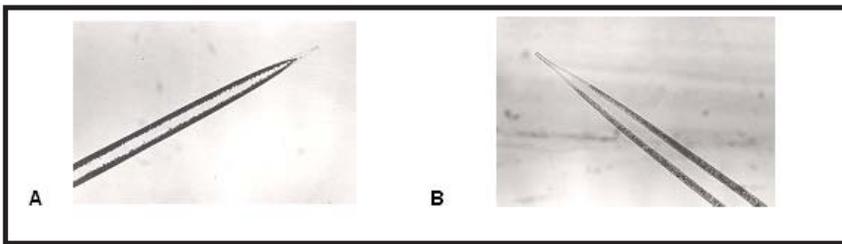


Figura 6. Sección espatular de los pelos de guardia de *Heteromys desmarestianus* (A) y *Heteromys gaumeri* (B).

Familia Geomyidae

Heterogeomys hispidus (Le Conte, 1852)

Tuza (ba)

Pelos cafés con constricciones representados por variación en el ancho del cañón y la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $44\ \mu$ (± 2.31). En el sector espatular la médula es continua amorfa (Figura 7) y en el sector proximal la médula cambia a escalonada uniserial en bloques.

Familia Cricetidae

Peromyscus leucopus (Rafinesque, 1818)

Ratón de campo (chó)

Pelos bicolors (C-O) con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula y en ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $88\ \mu$ (± 4.62). En el sector espatular la médula es escalonada multiserial, presentando tres filas de septos, mientras que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 8A).



Figura 7. Sección espatular del pelo de guardia de *Heterogeomys hispidus*.

Peromyscus yucatanicus J.A. Allen y Chapman, 1897

Ratón de campo (chó)

Pelos bicolors (C-O) con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula y variación en el ancho del pelo. Ancho máximo del cañón de $72\mu(\pm 4)$. En el sector espatular la médula es escalonada multiserial, con dos hileras de septos, en tanto que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 8B).

Reithrodontomys gracilis J.A. Allen y Chapman, 1897

Ratón de campo (chó)

Pelos bicolors (C-O) con constricciones representadas por variación en el ancho del cañón y cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $72\mu(\pm 2.31)$. En el sector espatular la médula es continua con intrusiones corticales cambiando en el sector proximal a escalonada uniserial (Figura 8C).

Oryzomys couesi (Alston, 1876)

Ratón arrocero (chó)

Pelos café, sin escudo y con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $28\mu(\pm 2.31)$. En el sector espatular la médula es continua con intrusiones corticales cambiando en el sector proximal a escalonada uniserial (Figura 8D).

Oryzomys melanotis Thomas, 1893

Ratón arrocero (chó)

Pelos bicolors (O-C) carentes de constricciones. Ancho máximo del cañón de $32\mu(\pm 2.31)$, con la parte más ancha en la mitad del pelo; es importante mencionar que debido al reducido tamaño no se presentan variaciones significativas en el ancho del cañón. La médula es escalonada uniserial (Figura 8E).

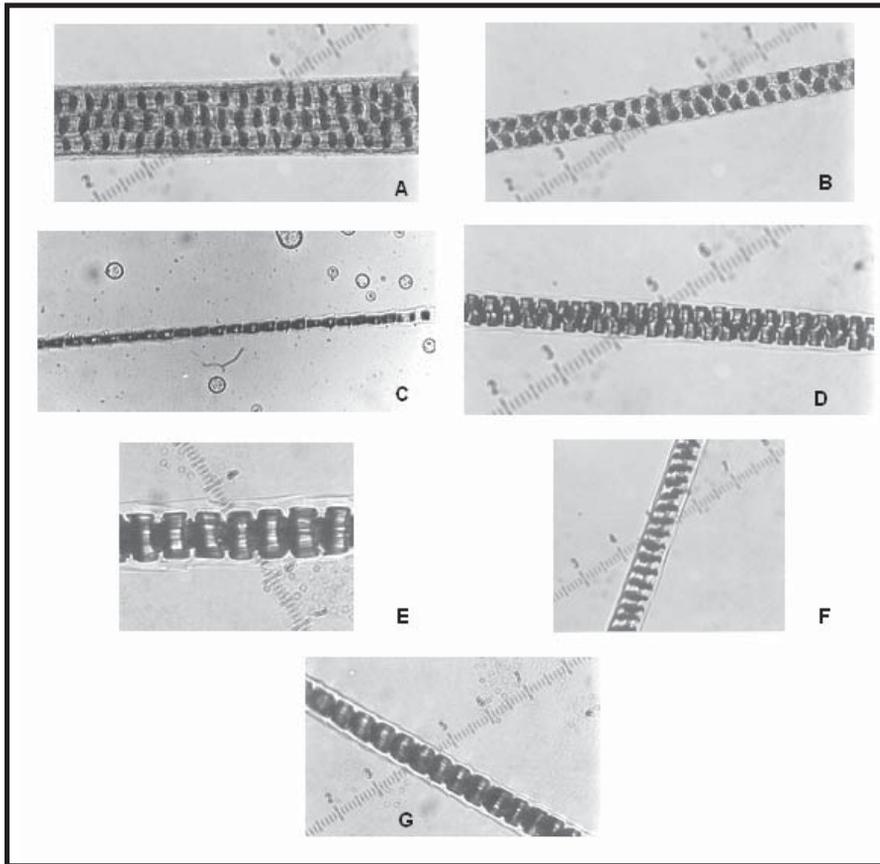


Figura 8. Sección espatular de los pelos de guardia de *Peromyscus leucopus* (A), *Peromyscus yucatanicus* (B), *Reithrodontomys gracilis* (C), *Oryzomys couesi* (D), *Oryzomys melanotis* (E), *Sigmodon toltecus* (F) y *Ototylomys phyllotis* (G).

Sigmodon toltecus Say y Ord, 1825

Ratón de campo (chó)

Pelos con una banda (O-C-O) con escudo y constricción debido al cambio en el ancho del pelo. Ancho máximo del cañón de $80\mu(\pm 4.62)$. La médula es escalonada uniserial en bloques (Figura 8F).

Otodylomys phyllotis Merriam, 1901

Rata arborícola (chó)

Pelos cafées carentes de escudos y constricciones. Ancho máximo del cañón de $20\mu(\pm 0.5)$. La médula es escalonada uniserial (Figura 8G).

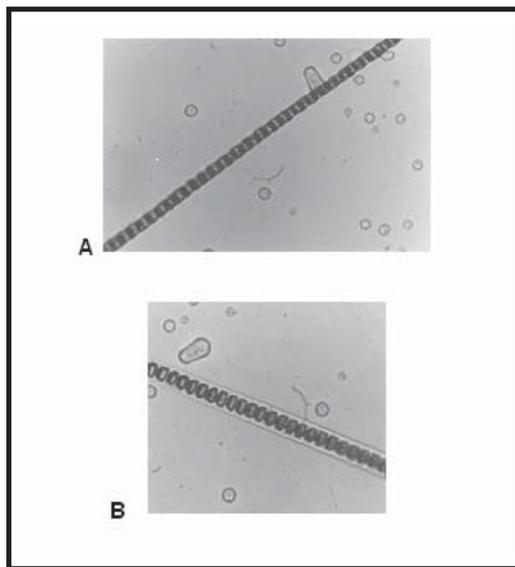


Figura 9. Sección espatular de los pelos de guardia de *Mus musculus* (A) y *Rattus rattus* (B).

Familia Muridae

Mus musculus Linneo, 1758

Ratón casero (chó)

Pelos cafés con constricciones representadas por el cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $40\mu (\pm 2.31)$. En el sector espatular la médula es escalonada uniserial (Figura 9A), aunque en el sector proximal cambia a fragmentada.

Rattus rattus Linneo, 1758

Rata casera (chó)

Pelos negros con constricción debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $48\mu (\pm 4)$. En el sector espatular la médula es continua con intrusiones corticales cambiando en la región proximal a escalonada uniserial (Figura 9B).

Familia Erethizontidae

Sphiggurus mexicanus (Kerr, 1792)

Puercoespín (kish pay och)

Pelos bicolors (C-O) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $192\mu (\pm 12)$. Estos pelos carecen de médula, por lo que la corteza ocupa todo el ancho del pelo (Figura 10).

Familia Dasypsectidae

Dasypsecta punctata Gray, 1842

Guaqueque (dzub)

Pelos bicolors (O-C) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $320\mu (\pm 10.58)$. La médula es continua en rejilla (Figura 11).

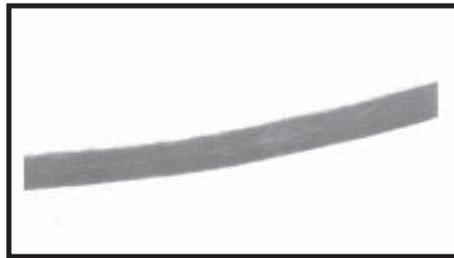


Figura 10. Sección espatular del pelo de guardia de *Sphiggurus mexicanus*.

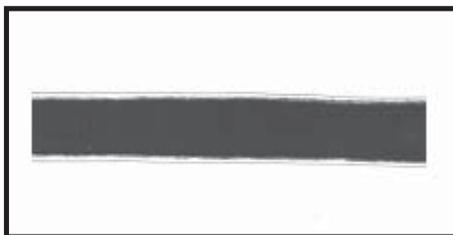


Figura 11. Sección espatular del pelo de guardia de *Dasyprocta punctata*.

Familia Cuniculidae

Cuniculus paca (Linnaeus, 1766)

Tepezcuintle (haleb)

Pelos blancos o cafés carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $560\mu(\pm 10.07)$. La médula es amorfa y tiende a desaparecer en los extremos (Figura 12).

ORDEN LAGOMORPHA

Familia Leporidae

Sylvilagus brasiliensis (Linnaeus, 1758)

Conejo tropical (t'huul)

Pelos bicolors (C-O) con constricción representada por la variación en la configuración de la médula y en el ancho del pelo (escudo). Ancho máximo del cañón de $176\mu(\pm 8.33)$. En el sector espatular la médula es escalonada multiserial, presentando hasta seis filas de septos, en tanto que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial en bloques hasta desaparecer antes del término del pelo (Figura 13A).

Sylvilagus floridanus (J.A. Allen, 1890)



Figura 12. Sección espatular del pelo de guardia de *Cuniculus paca*.

Conejo castellano (t'huul)

Pelos con una banda (O-C-O) con escudo y constricciones representadas por el cambio en la configuración de la médula y la variación en el ancho del pelo. Ancho máximo del cañón es de $344\mu(\pm 7.02)$. En el sector espátula la médula es escalonada multiserial, de hasta cuatro filas de septos, en tanto que en sector proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 13B).

ORDEN SORICOMORPHA

Familia Soricidae

Cryptotis mayensis (Merriam, 1901)

Musaraña

Pelos blancos con constricciones debido a la variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $40\mu(\pm 2.31)$. Médula escalonada uniserial, tanto de forma anillada como en tabiques (Figura 14).

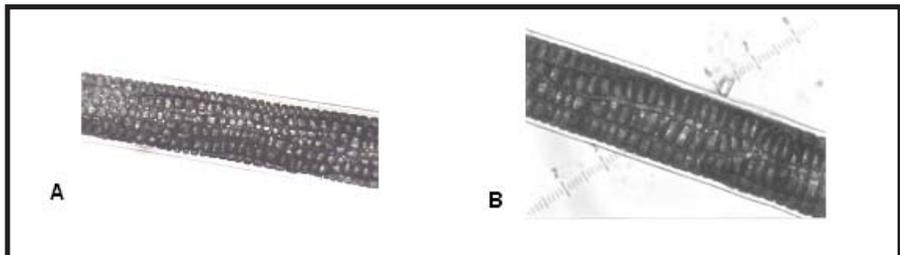


Figura 13. Sección espatular de los pelos de guardia de *Sylvilagus brasiliensis* (A) y *Sylvilagus floridanus* (B).



Figura 14. Sección espatular del pelo de guardia de *Cryptotis mayensis*.

Familia Felidae

Leopardus pardalis (Linnaeus, 1758)

Ocelote (sak chikin)

Pelos bicolors (O-C), con escudo y constricciones debido a variación del ancho del cañón y la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $128\mu(\pm 12.22)$. En el sector espatular la médula es continua vacuolada en tanto que el proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 15A).

Leopardus wiedii (Schinz, 1821)

Tigrillo (chulia)

Pelos con una banda (O-C-O) con escudo y constricciones debido a variaciones en el ancho del cañón y la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $132\mu(\pm 6.11)$. En el sector espatular la médula es continua vacuolada en tanto que en el sector proximal cambia a continua con intrusiones corticales (Figura 15B).

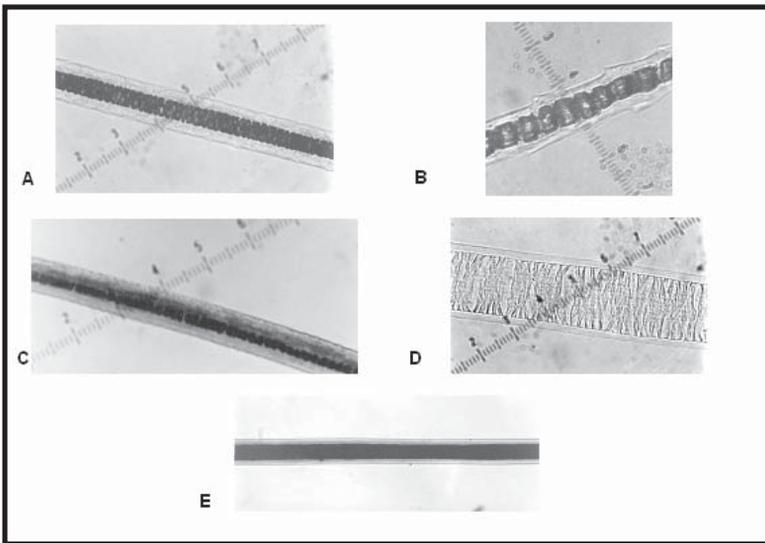


Figura 15. Sección espatular de los pelos de guardia de *Leopardus pardalis* (A), *Leopardus wiedii* (B), *Puma concolor* (C), *Herpailurus yagouaroundi* (D) y *Panthera onca* (E).

Puma concolor (Linnaeus, 1771)

Puma (cóh)

Pelos bicolors (C-O) con escudo y constricciones debido a cambios en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de 188μ (± 4.62). En el sector espatular la médula es continua vacuolada (Figura 15C), aunque en el sector proximal cambia a continua con intrusiones corticales.

Herpailurus yagouaroundi É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803

Jaguarundi (emuch)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O) con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de 212μ (± 10.58). La médula es continua vacuolada en el sector espatular (Figura 15D); sin embargo, en el sector proximal cambia a continua con intrusiones corticales.

Panthera onca (Linnaeus, 1758)

Jaguar (chaak mol, balam)

Pelos con una banda (C-O-C) con constricción debido a variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de 168μ (± 6.11). La médula es continua vacuolada (Figura 15E).

Familia Canidae

Canis latrans Say, 1823

Coyote

Pelos con dos bandas (C-O-C-O) con constricciones debido a un cambio en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de 100μ (± 8.33). La médula en el sector espatular es continua amorfa (Figura 16A).

Urocyon cinereoargenteus (Schreber, 1775)

Zorra gris (c'homac)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O), sin escudo y con constricciones debido a un cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de 216μ (± 10.07). La médula es continua en celdillas en el sector espatular en tanto que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial en bloques (Figura 16B).

Familia Mustelidae

Eira barbara (Linnaeus, 1758)

Cabeza de viejo, viejo de monte (san hool)

Pelos tricolores (C-O-C) con constricciones debido a variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de 216μ (± 6.11). La médula es continua en celdilla (Figura 17A).

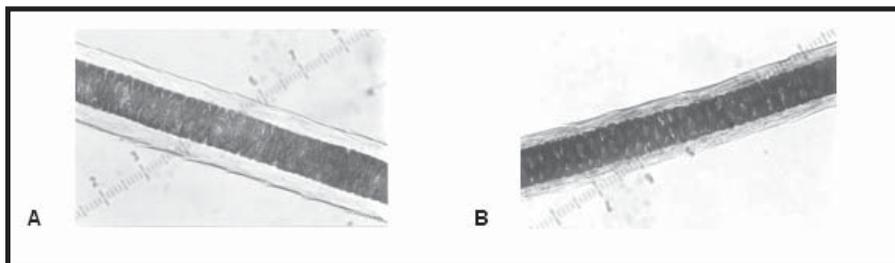


Figura 16. Sección espatular de los pelos de guardia de *Canis latrans* (A) y *Urocyon cinereoargenteus* (B)

Galictis vittata (Schreber, 1776)

Grisón, escarba muertos

Pelos bicolors (C-O) con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula y la variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $160 \mu (\pm 10.07)$. En el sector espatular la médula es continua en celdillas (Figura 17B), cambiando en el sector proximal a fragmentada.

Mustela frenata Lichtenstein, 1831

Comadreja

Pelos claros carentes de constricciones pero con escudo. Ancho máximo del cañón de $180 \mu (\pm 12)$. La médula es continua con intrusiones corticales (Figura 17C).

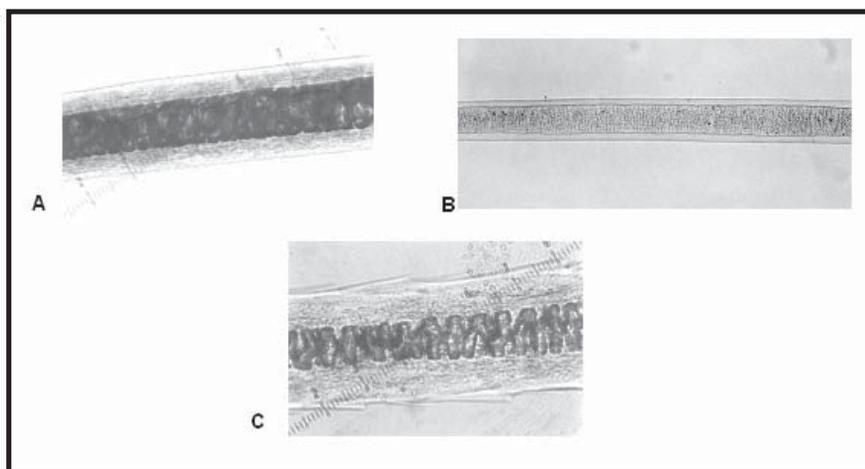


Figura 17. Sección espatular de los pelos de guardia de *Eira barbara* (A), *Galictis vittata* (B), *Mustela frenata* (C).

Familia Mephitidae

Conepatus semistriatus (Boddaert, 1785)

Zorrillo cadeno (pay och)

Pelos de dos tipos, blancos o bicolors (O-C), con constricciones debido a variación en ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $216\mu(\pm 10.58)$. La médula es continua vacuolada (Figura 18A).

Spilogale angustifrons Howell, 1902

Zorrillo manchado (pay och)

Pelos de dos tipos, blancos o bicolors (O-C), con escudo y constricciones derivados de la variación en la configuración de médula. Ancho máximo del cañón de $144\mu(\pm 9.45)$. En el sector espatular la médula es continua en celdillas, en tanto que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial en bloques (Figura 18B).

Familia Procyonidae

Bassariscus sumichrasti (Suassure, 1860)

Cacomixtle (uayu)

Pelos cafés con constricciones debido a la variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $160\mu(\pm 12)$. La médula es continua vacuolada (Figura 19A).

Nasua narica (Linnaeus, 1766)

Coatí, tejón, pisot (chi' ik)

Pelos unibandeados (C-O-C) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $180\mu(\pm 8.33)$. La médula es continua vacuolada y desaparece en los extremos del pelo (Figura 19B).

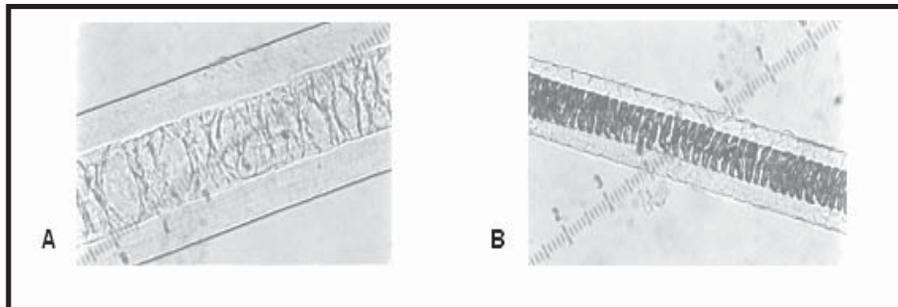


Figura 18. Sección espatular de los pelos de guardia de *Conepatus semistriatus* (A) y *Spilogale angustifrons* (B).

Procyon lotor (Linnaeus, 1758)

Mapache (kulú)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O), sin escudo y con constricciones debido a la variación en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $248\mu(\pm 14.42)$. En el sector espatular la médula es continua en celdillas (Figura 19C), pero en el sector proximal cambia a continua vacuolada.

ORDEN ARTIODACTYLA

Familia Tayassuidae

Pecari tajacu (Linnaeus, 1758)

Pecarí de collar (quitam)

Pelos bicolors (O-C) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $592\mu(\pm 8.33)$. La médula es continua multiserial en rejilla (Figura 20A).

Tayassu pecari (Link, 1795)

Senso de labios bancos (chak quitam)

Pelos bicolors (O-C) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $896\mu(\pm 18.04)$. La médula es continua multiserial en rejilla (Figura 20B).

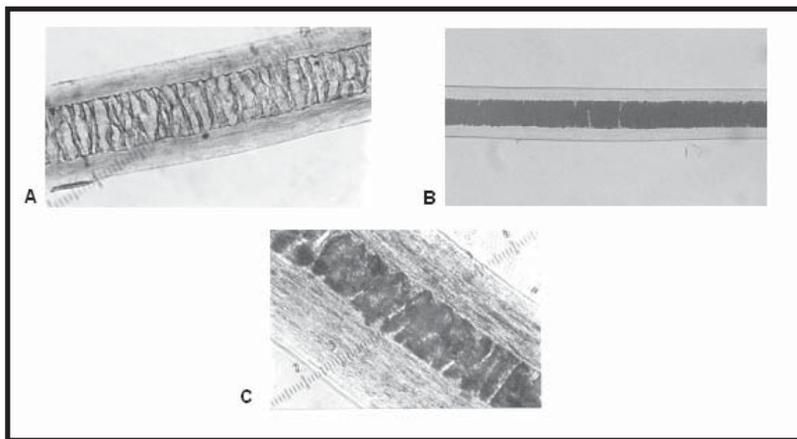


Figura 19. Sección espatular de los pelos de guardia de *Bassariscus sumichrasti* (A), *Nasua narica* (B), *Procyon lotor* (C).

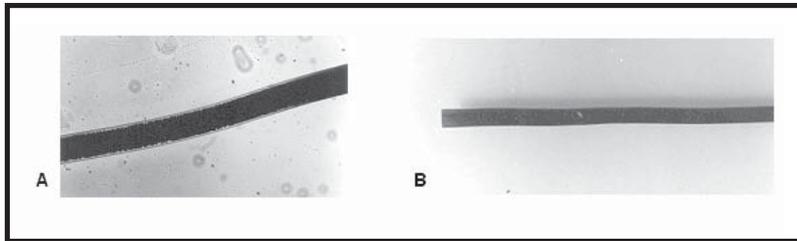


Figura 20. Sección espátular de los pelos de guardia de *Pecari tajacu* (A) y *Tayassu pecari* (B).

Familia Cervidae

Mazama americana (Erxleben, 1777)

Venadito cabrito, temazate (yuk)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $272 \mu(\pm 10.07)$. La médula es continua en rejilla y termina antes de finalizar el pelo en los extremos (Figura 21A).

Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1780)

Venado cola blanca (ceeh)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O), carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $204 \mu(\pm 15.86)$. La médula es continua en rejilla (Figura 21B).

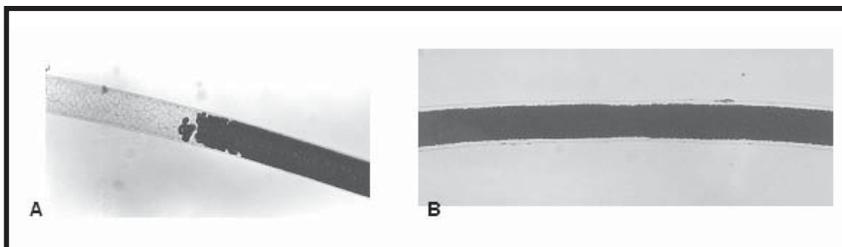


Figura 21. Sección espátular de los pelos de guardia de *Mazama americana* (A) y *Odocoileus virginianus* (B).

DISCUSIÓN

El catálogo y la colección de referencia resultantes representan el primer trabajo en la región sobre el tema y permiten conocer las características microscópicas de los pelos de los mamíferos no voladores con distribución en el Estado de Yucatán, México.

La técnica y las características evaluadas permiten una diferenciación clara a nivel de familia y género, ya que en las especies del mismo género la diferenciación se basó en características morfológicas como el cambio en el tipo médula. Las especies del Orden Didelphimorphia presentan en común médula espatular continua con intrusiones corticales, no encontrando diferencias morfológicas entre las especies del género *Didelphis*, en tanto que la característica distintiva de *P. opossum* es la médula secundaria escalonada uniserial.

Las especies de los Órdenes Cingulata y Pilosa carecen de médula, siendo la diferencia entre *D. novemcinctus* y *T. mexicana* que la primera presenta médula fragmentada en la región proximal. En el Orden Primates la diferenciación puede realizarse hasta especie ya que *A. pigra* carece de médula, mientras que *A. Geoffroyi* presenta médula espatular continua en celdilla. Con relación al Orden Carnívora, la diferenciación en la familia Canidae es a nivel de especie, ya que *U. cinereoargenteus* presenta médula espatular continua en celdilla mientras que en *C. latrans* es continua amorfa. En la familia Felidae todas las especies presentan médula espatular del tipo continua vacuolada; la diferencia entre los géneros es la médula secundaria (carente en *P. onca*) que en el caso de *P. yaguaroundi*, *P. concolor* y *L. wiedii* es continua con intrusiones corticales y en *L. pardalis* es escalonada uniserial. En las familias Mephitidae y Mustelidae la identificación se puede realizar hasta nivel de género, ya que *C. semistriatus* presenta médula espatular continua vacuolada, en *S. angustifrons* y *E. barbara* es continua en celdilla y *G. vittata* y *M. frenata* es continua con intrusiones corticales. En la familia Procyonidae todas las especies presentan médula continua vacuolada, sin embargo, en *B. sumichrasti* y *N. narica* se presenta en la sección espatular y en *P. lotor* en la médula proximal, ya que la espatular es del tipo continua en celdilla.

En el Orden Artiodactyla la identificación es a nivel de familia, con las especies de la familia Tayassuidae (*P. tajacu* y *T. pecari*) presentando médula continua multiserieal y de la familia Cervidae (*M. americana* y *O. virginianus*) con médula continua en rejilla. Dentro del Orden Rodentia, en las familias Sciuridae y Heteromyidae la identificación es a nivel de género, siendo la médula en el género *Sciurus* del tipo escalonada multiserieal y en el género *Heteromys* continua con intrusiones corticales. En las familias Muridae y Cricetidae la identificación es a nivel de género, ya que *R. rattus*, *O. couesi* y *R. gracilis* presentan médula espatular continua con intrusiones corticales, *M. musculus*, *O. melanotis*, *O. phyllotis* y *S. toltecus* presentan médula

espatular escalonada uniserial, en tanto que *P. leucopus* y *P. yucatanicus* cuentan con médula espatular escalonada multiserial.

En el Orden Lagomorpha la identificación es a nivel de género ya que tanto *S. brasiliensis* como *S. floridanus* cuentan con médula continua con médula escalonada multiserial. La técnica realizada sólo permite el reconocimiento de las estructuras internas. Se sugiere realizar técnicas adicionales para describir las escamas cuticulares porque éstas podrían proporcionar información adicional que permita la identificación a nivel de especie (Bowyer y Curry, 1983; Quadros y Monteiro-Filho, 2006; Short, 1978). Las guías y colecciones de referencia son especialmente útiles en aquellos trabajos en los cuales es preciso identificar mamíferos con base en una muestra de su pelo, como el caso de los análisis de hábitos alimentarios de animales carnívoros por medio de excretas y/o contenidos estomacales (Grajales-Tam *et al.*, 2003; Guerrero *et al.*, 2002; Guerrero *et al.*, 2004; Romero, 1993; Spaulding *et al.*, 2000; Villa-Meza *et al.*, 2002; Wallace y Diller, 1990).

Relación con otros estudios

Las características de los pelos descritas en el presente estudio son, en su mayoría, consistentes con las reportadas en otras regiones de México y el mundo. De todas las especies aquí evaluadas, existen reportes previos en México para 32 de ellas (Baca y Sánchez-Cordero, 2004; Monroy-Vilchis *et al.*, 2005), encontrando variaciones en la configuración de la médula solamente en 8 especies, lo cual puede deberse no sólo al bajo tamaño de muestra del presente estudio ($n = 3$), sino que también puede indicar que existe un efecto de la distribución geográfica en la configuración de la médula de los pelos pero que dicho efecto no es generalizado.

Esta variación geográfica en la configuración de la médula es más notoria en especies de amplia distribución, ya que la médula encontrada en *Canis latrans* en este estudio coincide con la reportada para la misma especie en algunos sitios de México (Baca y Sánchez-Cordero, 2004) y Norteamérica (Moore *et al.*, 1974); sin embargo difiere de lo registrado para la especie y familia en otras partes de México (Monroy-Vilchis *et al.*, 2005) y del mundo (Chakraborty y De, 2001).

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Laboratorio de Biología de la FMVZ-UADY por su ayuda en la preparación de las muestras y por facilitarnos sus instalaciones. A C. MacSwiney y S. Hernández-Betancourt por la revisión de versiones previas del manuscrito. La colección de referencia y las fotografías pueden ser consultadas en la COZORE-UADY.

LITERATURACITADA

- Amman, B., R. Owen y R. Bradley. 2002. Utility of hair structure for taxonomic discrimination in bats, with an example from the bats of Colorado. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 216:1-14.
- Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Ed. Instituto de Ecología A.C., Veracruz, México.
- Arita, H. 1985. *Identificación de los pelos de guardia dorsales de los mamíferos silvestres del Valle de México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Arita, H. y M. Aranda. 1987. Técnicas para el estudio y clasificación de los pelos. *Cuadernos de Divulgación, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos*, 32:1-21.
- Baca, I. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 75:383-437.
- Barrera, A., J. Bastarrachea, W. Brito, R. Vermont y D. Dzul. 1980. Diccionario maya Cordemex: maya-español, español-maya. Ed. Cordemex. México.
- Bowyer, R.T. y K.D. Curry. 1983. Use of a roller press to obtain cuticular impressions of guard hairs on acetate strips. *Journal of Mammalogy*, 64:531-532.
- Brisbin, Jr, I.L. y M.S. Lenarz. 1984. Morphological comparisons of insular and mainland populations of southeastern white-tailed deer. *Journal of Mammalogy*, 65: 44-50.
- Carroll, D.S. y R.D. Bradley. 2005. Systematics of the genus *Sigmodon*: DNA sequences from beta-fibrinogen and cytochrome b. *The Southwestern Naturalist*, 50:342-349.
- Castro-Arellano, I.; C. Madrid-Luna; T.E. Lacher y L. León-Paniagua. 2008. Hair-trap efficacy for detecting mammalian carnivores in the tropics. *Journal of Wildlife Management*, 72:1405-1412.
- Chakraborty, R. y J. De. 2001. Identification of dorsal guard hairs of five Indian species of the family Canidae (Carnivora-Mammalia). *Mammalia*, 64:483-493.
- Chehébar, C. y S. Martín. 1989. Guía para el reconocimiento microscópico de los pelos de los mamíferos de la Patagonia. *Doñana, Acta Vertebrata*, 16:247-291.
- Chernova, O.F. 2001. Architectonics of the medulla of guard hair and its importance for identification of taxa. *Doklady Biological Sciences*, 376:81-85.
- De Marinis, A.M. y A. Asprea. 2006. Hair identification key of wild and domestic ungulates from southern Europe. *Wildlife Biology*, 12:305-320.
- Faliu, L., Y. Lignereux y J. Barrat. 1980. Identification des poils des mammifères Pyréneens. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1:125-212.
- Fernández, G. y S. Rossi. 1998. Medullar type and cuticular scale patterns of hair of rodents and small marsupials from the Monte Scrubland (San Luis Province, Argentine). *Mastozoología Neotropical*, 5:109-116.
- Genoways, H. y J. Jones. 1975. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. IV. Carnivora, Sirenia, Perissodactyla, Artiodactyla. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 26:1-22.
- Goodway, M. 2000. Fiber identification in practice. *Journal of the American Institute for Conservation*, 26:27-44.

-
- Grajales-Tam, K., R. Rodríguez-Estrella y J. Cancino-Hernández. 2003. Dieta estacional del coyote *Canis latrans* durante el periodo 1996-1997 en el desierto de vizcaíno, Baja California sur, México. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie*, 89:17-28.
- Guerrero, S., M.H. Badii, S. Zalapa y J.A. Arce. 2004. Variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la costa norte de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie*, 20:145-157.
- Guerrero, S., M.H. Badii, S.S. Zalapa y A.E. Flores. 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del Estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie*, 86:119-137.
- Hall-Aspland, S. y T. Rogers. 2007. Identification of hairs found in leopard seal (*Hydrurga leptonyx*) scats. *Polar Biology*, 30:581-585.
- Jones, J., H. Genoways y J. Smith. 1974a. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. III. Marsupialia, Insectivora, Primates, Edentata, Lagomorpha. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 23:1-11.
- Jones, J., H. Genoways y T. Lawler. 1974b. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. II. Rodentia. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 22:1-23.
- Keogh, H. 1985. A photographic reference system based on the cuticular scale patterns and groove of the hair of 44 species of southern African Cricetidae and Muridae. *South African Journal of Wildlife Resource*, 15:109-159
- Mayer, W. 1952. The hair of California mammals with keys to the dorsal guard hairs of California mammals. *American Midland Naturalist*, 48:480-512.
- Monroy-Vilchis, O. y R. Rubio-Rodríguez. 1999. *Identificación de mamíferos de la Sierra de Nanchititla a través del pelo*. Cuadernos de Investigación, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Edo. de México.
- Monroy-Vilchis, O. y R. Rubio-Rodríguez. 2003. *Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Edo. de México.
- Monroy-Vilchis, O., C. García-Morales, R. Rubio-Rodríguez, A. Hernández-Saint Martín, J.P. Castro-Medina, U. Aguilera-Reyes y A. Ortiz-García. 2005. Variación intraespecífica e individual de los pelos de mamíferos del estado de México: implicaciones en la identificación interespecífica. *Ciencia Ergo Sum*, 12:264-270.
- Moore, T., L. Spence y E. Dugnonle. 1974. Identification of the dorsal guard hairs of some mammals of Wyoming. Wyoming Game and Fish Dept. Bull., No. 4, Cheyenne.
- Oli, M. K. 1993. A key for the identification of the hairs of mammals of a snow leopard (*Panthera uncia*) habitat in Nepal. *Journal of Zoology*, 231:71-93
- Quadros, J y E.L. Monteiro-Filho. 1998. Effects of digestion, putrefaction, and taxidermy processes on *Didelphis albiventris* hair morphology. *Journal of Zoology*, 244:331-334.
- Quadros, J. y E. Monteiro-Filho. 2006. Coleta e preparação de pêlos de mamíferos para identificação em microscopia óptica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23:274-278.
- Rivero, J. 2002. *Método fácil para leer, escribir y hablar la lengua maya*. Ed. EDISAL, S.A. de C.V.

-
- Romero, F. 1993. Análisis de la alimentación del lince (*Lynx rufus escuinape*) en el centro de México. Pp. 217-230, en: *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R. A. Medellín y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.
- Sacks, B.N. y J.C. Neale. 2002. Foraging strategy of a generalist predator toward a special prey: coyote predation on sheep. *Ecological Applications*, 12:299-306
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación México. 1-85 p.
- Short, H. 1978. Analysis of cuticular scales on hairs using the scanning electron microscope. *Journal of Mammalogy*, 59:261-268.
- Sosa-Escalante, J., S. Hernández, A. Segovia y V. Sánchez-Cordero. 1997. First record of the coyote, *Canis latrans* (Carnivora: Canidae), in the Yucatan, Peninsula, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 42:494-495.
- Sovada, M., J. Roaldson y A. Sargeant. 1999. Foods of American badgers in west-central Minnesota and southeastern North Dakota during the duck nesting season. *American Midland Naturalist*, 142:410-414.
- Spaulding, R., P.R. Krausman y W. Ballard. 2000. Observer bias and analysis of gray wolf diets from scats. *Wildlife Society Bulletin*, 28:947-950.
- Tóth, M. 2002. Identification of hungarian mustelidae and other small carnivores using guard hair analysis. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 48:237-250.
- Tumilson, R. 1993. An annotated key to the dorsal guard hairs of Arkansas game mammals and furbearers. *The Southwestern Naturalist*, 28:315-323.
- De Villa-Meza, A., E. Martínez-Meyer y C. López-González. 2002. Ocelot (*Leopardus pardalis*) food habits in a tropical deciduous forest of Jalisco, Mexico. *American Midland Naturalist*, 148:146-154.
- Wallace, R.L. y L.V. Diller. 1990. Feeding ecology of the rattlesnake, *Crotalus viridis oreganus*, in Northern Idaho. *Journal of Herpetology*, 24:246-253.
- Wasserman, D. y D.J. Nash. 1979. Variation in body size, hair length, and hair density in the deer mouse *Peromyscus maniculatus* along an altitudinal gradient. *Holarctic Ecology*, 2:115-118.
- Wilson, D.E. y D.M. Reeder. 2005. *Mammal Species of the World*. A Taxonomic and Geographic Reference. 3rd ed. Johns Hopkins University Press.

IDENTIFICACIÓN INDIVIDUAL DE TEPEZCUINTLE (*Cuniculus paca*) MEDIANTE EL USO DE HUELLAS

RUSBY GUADALUPE CONTRERAS-DÍAZ¹, ANTONIO SANTOS-MORENO¹,
ANA MARÍA ALFARO² Y MARTÍN PÉREZ-LUSTRE¹

¹Laboratorio de Ecología Animal. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN. Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C. P. 71230, MÉXICO.

²Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca, Escuela de Ciencias. Avenida Universidad S/N, Ex-Hacienda de Cinco Señores, Oaxaca, Oaxaca. C. P. 68120. MÉXICO.

correo electrónico: rusby83@hotmail.com

Resumen: El presente estudio tuvo como objetivo diseñar un método para la identificación entre individuos de tepezcuintle (*Cuniculus paca*), mediante las características de sus huellas, así como probar su eficiencia en campo. Se obtuvieron moldes de yeso de las huellas de 11 individuos en cautiverio a los cuales se les tomaron diferentes medidas (seis lineales y un ángulo). Para determinar si existe dimorfismo sexual secundario en cada una de las variables, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se realizó una estandarización de los datos para así emplear un Análisis de Componentes Principales (ACP) con matriz de varianza-covarianza. Para llevar a cabo el método en campo se obtuvieron moldes de huellas en un transecto (1 km) establecido en los márgenes del río Soyolapan, en San Martín Soyolapan, Oaxaca, durante dos periodos de colecta de cinco días cada uno en los meses de diciembre de 2006 y enero de 2007. No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre las huellas de machos y hembras, por lo que se concluye que no hay dimorfismo sexual secundario en las huellas de tepezcuintle. Mediante el ACP es posible llegar a identificar el 61 % de los individuos, utilizando los dos primeros Componentes Principales (CP1 y CP2). Al aplicar el método en San Martín Soyolapan se estimó una abundancia de cinco individuos.

Palabras clave: Identificación individual, tepezcuintle, huellas, Oaxaca.

Abstract: The present study had as an objective to design a method to identify individual pacas (*Cuniculus paca*) using their track characteristics and to apply it in the field. Plaster casts were obtained from the tracks of captive individual pacas, and six linear measures and one angle were taken. To determine if secondary sexual dimorphism exists, a Wilcoxon test was applied to each variable. A Principal Component Analysis (PCA) was applied over a covariance matrix of standardized data. For the application of the method in the field, plaster casts were obtained in a 1 km transect established at the edge of the Soyolapan river, in San Martín Soyolapan, Santiago Comaltepec, Oaxaca, during two periods of five days each, in December 2006 and

January 2007. We found no differences between male and female tracks, so we concluded that secondary sexual dimorphism in paca tracks does not exist. By means of PCA it was possible to identify 61 % of the individuals analyzed. When applying this method an abundance of five individuals was estimated for the San Martín Soyolapan site.

Key words: Individual identification, paca, tracks, Oaxaca.

INTRODUCCIÓN

El manejo y conservación de los mamíferos silvestres depende de métodos confiables de monitoreo de las tendencias de poblaciones para determinar su viabilidad. Para ello se requiere a su vez de poder distinguir individuos (Grigione *et al.*, 1999; Jewell *et al.*, 2001; Stander, 1998).

Diversos estudios han explorado métodos directos e indirectos de evaluación de densidades de poblaciones, como aquellos que se basan en el estudio de rastros como huellas y excretas. Estos métodos tienen las ventajas de no ser invasivos, rápidos y no involucran costos altos (Grigione *et al.*, 1999; Jewell *et al.*, 2001; Lewison *et al.*, 2001; Simonetti y Huareco, 1999; Smallwood y Fitzhugh, 1995; Stander, 1998).

El uso de huellas es especialmente útil cuando las especies de interés son nocturnas, crípticas o difíciles de capturar. Sin embargo, presenta un inconveniente: no es posible identificar individuos a partir de ellas (Wemmer *et al.*, 1996). Ocasionalmente se encuentran individuos que tienen algún rasgo particular en sus huellas (deformaciones o diferencias evidentes en su tamaño y contorno) pero estos rasgos no son comunes (Aranda, 2000; Smallwood y Fitzhugh, 1993). La identificación de individuos por medio de huellas permitiría una evaluación rápida y económicamente accesible, además de no afectar el comportamiento de la especie.

El uso de huellas se ha usado, entre otros estudios, para evaluar estructura de edades y proporción de sexos en oso negro (Piekielek y Burton, 1975) y elefantes (Western *et al.*, 1983) e identificación de coyotes (Andelt y Gipson, 1980; Henshaw, 1981) y lince (Winegarner, 1985). Smallwood y Fitzhugh (1993), Lewison *et al.* (2001) y Grigione *et al.* (1999) identificaron individuos de puma mediante huellas a partir de un análisis de funciones discriminantes. Gore *et al.* (1993) y Karanth (1995) diferenciaron el sexo de tigres usando las medidas de sus huellas y, finalmente, Jewell *et al.* (2001) aplicaron análisis canónicos para discriminar entre "individuos" de rinocerontes negro.

El tepezcuintle (*Cuniculus paca*) es una especie que destaca entre las comunidades rurales en México por ser fuente importante de alimento, cuya carne es muy apreciada (Villa y Cervantes, 2003). Debido a su importancia cinegética es de relevancia la evaluación de sus poblaciones mediante técnicas rápidas y confiables. En este trabajo se evaluó la identificación de individuos de tepezcuintle utilizando

huellas mediante un método rápido y económicamente accesible, lo que puede contribuir al correcto aprovechamiento y conservación de la especie.

MÉTODOS

Se visitaron dos Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMA) de tepezcuintle: "Xmatkuil" en Mérida, Yucatán y "Rancho Viveros" en Xalapa, Veracruz, con la finalidad de obtener huellas de 11 individuos adultos cuya identidad era conocida. Para la obtención de las huellas, se colocó una trampa en cada uno de los encierros. Para su elaboración se utilizó una superficie de cartón (50 x 50 cm) con tierra tamizada y húmeda para una buena impresión de huella, con una profundidad de 2 cm aproximadamente (Orjuela y Jiménez, 2004).

Las huellas fueron fotografiadas (cámara digital HP PhotoSmart R607 V01.00 con 21x de zoom) a lado de una moneda de un peso (21 mm de diámetro) como referencia de tamaño, con una etiqueta señalando el número de muestra del que se trata y el individuo correspondiente del rastro. De igual manera se tomaron las medidas convencionales usadas para la identificación de huellas (ancho y largo de huella) y, por último, se elaboraron moldes de yeso odontológico siguiendo la técnica recomendada por Aranda (2000) con la información correspondiente de cada muestra al reverso.

Análisis de los datos

En base a los moldes de yeso se diseñó una propuesta de medición derivada de las características morfológicas que se encuentren constantes en la impresión de las huellas de tepezcuintle. Se descartaron las huellas de las manos, porque las patas se superponen a ellas. Las garras se evitaron debido al desgaste que presentan con el tiempo. No se contempló el ancho convencional de huella debido a que puede variar en un mismo individuo con un cambio de posición en el apoyo de la pata en el animal, porque se trata de una especie de dedos largos. Se midieron siete variables; seis longitudes y un ángulo α (Figura 1), el cual, se encuentra en función de dos características presentes en las huellas que son el ancho del cojinete y la longitud del dedo medio. Aunque dos individuos presenten un mismo ancho de huella el ángulo se ve afectado por la longitud del dedo, entre más largo sea este, el ángulo se vuelve más agudo.

Se midieron las diferentes variables para cada uno de los moldes de yeso de las huellas utilizando un vernier digital con una precisión de 0.01 mm, mientras que el ángulo α se midió con ayuda del software tpsDig versión 2.04 (Rohlf, 2005) utilizando fotografías digitales de los moldes.

Con la finalidad de determinar si existe dimorfismo sexual secundario (diferencias que no son físicamente necesarias para el transporte de los gametos) en cada una de las variables, se les aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se eligió esta prueba debido a los tamaños muestrales pequeños ($N=11$). El análisis se realizó mediante el programa NCSS 2004 and PASS 2002 (Hintze, 2004).

Para analizar las diferencias existentes entre las huellas de los diferentes individuos se estandarizaron los datos para su posterior análisis ya que, dentro de las medidas realizadas a las huellas se encuentra un ángulo (α) por lo que fue necesario este reajuste a la misma escala mediante la obtención de valores z , es decir, nuevas variables con media cero y desviación estándar igual a uno (Zavala Hurtado, 1986).

Una vez realizada la estandarización de los datos se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) usando la matriz de varianza-covarianza extraída de los datos estandarizados. Este método reduce las dimensiones de un grupo de variables correlacionadas produciendo un pequeño número de variables no correlacionadas (Componentes Principales) que retienen un porcentaje alto de la información de los datos, conteniendo la mayor cantidad de dicha información en los dos primeros componentes (Zavala Hurtado, 1986; James y McCulloch, 1990), el cual permite conocer las variables con mayor importancia en la identificación de individuos de tepezcuintle en función de las medidas de los diferentes aspectos de sus huellas.

Identificación de individuos en campo

Se obtuvieron moldes de yeso de huellas de tepezcuintle a lo largo de un transecto de una longitud de 1 km establecido en los márgenes del río Soyolapan, en la porción correspondiente a la comunidad de San Martín Soyolapan, Oaxaca. Se muestreo en dos periodos, en diciembre de 2006 y enero de 2007, con una duración de cinco días cada uno. Se obtuvo una acumulación de huellas de cuatro días. El primer día se borran las huellas en el transecto cuyo tiempo de acumulación se desconocía para obtener las huellas de los individuos que en ese momento se desplazaban en el área en los días específicos del muestreo.

Finalmente, se tomaron los valores de los Eigenvectores de los Componentes 1 y 2 obtenidos en cautiverio como coeficientes, y se multiplicaron por los valores de las variables estandarizadas pertenecientes a cada una de las huellas obtenidas en campo para posteriormente realizar la sumatoria de los productos y, de esta manera, generar coordenadas para los datos de campo para que puedan ser apreciadas dentro de un espacio bidimensional.

Posteriormente, con estos valores se construyeron los límites inferiores y superiores para cada huella en base su error estándar (EE) (i.e., el valor menos EE para el límite inferior y el valor más EE el límite superior). Estos intervalos fueron construidos

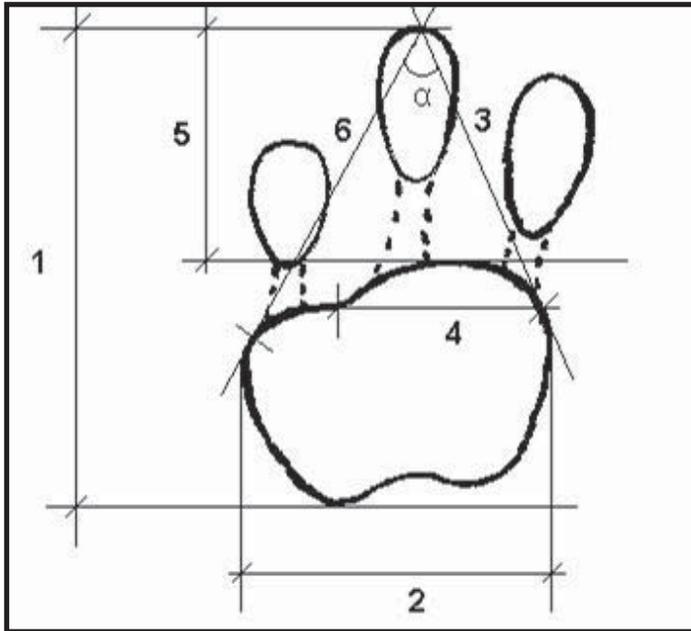


Figura 1. Medidas propuestas para la identificación individual de tepezcuintle mediante huellas. 1, longitud total de huella (LTH); 2, ancho de cojinete (AC); 3, longitud derecha del dedo medio al cojinete (LDDC); 4, línea media de la parte superior del cojinete (LMPSC); 5, longitud de la parte superior del cojinete al dedo medio (LCDM); 6, longitud izquierda del dedo medio al cojinete (LIDC); y α , ángulo formado por el dedo medio y los extremos del cojinete.

con la finalidad de ubicar sobrelapamientos entre los mismos, es decir, si dos intervalos coinciden se trata de huellas que pertenecen a un mismo individuo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dimorfismo sexual secundario a partir de huellas

Se encontró que estadísticamente no existen diferencias significativas entre las huellas pertenecientes a ambos sexos, por lo que no resultaría posible discriminar entre

machos y hembras haciendo uso de huellas (Cuadro 1). Esto coincide con la literatura ya que anatómicamente no presentan un dimorfismo sexual marcado y las diferencias entre sexos son básicamente en la constitución del cráneo (Pérez, 1992; Ortega-R. y Arita, 2005).

Identificación de individuos a partir del Análisis de Componentes Principales

En el ACP, dentro de los Eigenvalores se utilizaron solo los dos primeros Componentes Principales, ya que presentan los mayores porcentajes de varianza explicada (Cuadro 2). En el Componente Principal 1 (CP1) las variables más importantes fueron las medidas AC, LMPSC y LIDC, y para el Componente Principal 2 (CP2) el ángulo α es la variable más importante debido a que presentaron los valores absolutos más altos (Cuadro 3). En la Figura 2 se ilustra la distribución de los individuos de tepezcuintle en cautiverio en el espacio bidimensional constituido por los dos primeros Componentes Principales y, de acuerdo al CP1, se pueden diferenciar claramente en base a las medidas de huellas 7 individuos y de acuerdo al CP2 es posible diferenciar 9, excepto los individuos 4 y 8, por lo que el método de ACP identificaría con un 63.64% de exactitud los individuos de tepezcuintle mediante huellas utilizando los dos primeros Componentes Principales.

Identificación de individuos en campo

De acuerdo a los Eigenvalores el CP1 es el que posee la mayor cantidad de información de la varianza (73.7 %) seguido del CP2 (15 %; Cuadro 2), explicando juntos un 88.8 % de la varianza, por lo que para el análisis de los datos obtenidos en San Martín Soyolapan se utilizaron ambos Componentes para diferenciar individuos mediante las huellas.

Se colectaron 270 huellas, de las cuales, solamente 17 tenían las características adecuadas para su análisis y, en base a estas, se identificaron 5 individuos de tepezcuintle por medio de los intervalos generados a partir del CP1 y tres en el CP2 (Cuadro 4), lo cual es alto comparado con otros estudios como el de Alfaro Espinosa (2006) quien identificó 3 individuos por hectárea en la misma zona y Parroquín *et al.* (2002) con 0.02 y 0.214 tepezcuintles por hectárea en la región del Uxpanapa en Veracruz, probablemente porque el transecto fue colocado al margen del río y cultivos de frutales, lo cual explica la aparente alta abundancia, ya que el tepezcuintle depende de la presencia de cuerpos de agua, debido a que la mayor parte de sus actividades son realizadas en la misma, incluidas la reproducción y la defecación, además sus hábitos herbívoros, por lo que la presencia de frutos, en esa época había una alta abundancia de naranjas, explica su concurrencia en el área (Reid, 1997; Aranda, 2000; Villa y Cervantes, 2003; Ortega-R. y Arita, 2005).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante el Análisis de Componentes Principales es posible llegar a la correcta identificación del 61 % de los individuos en cautiverio. Los dos primeros Componentes Principales y las variables con mayor importancia estadística para el reconocimiento son AC, LMPSC y LIDC dentro del CP1 y el ángulo α para el CP2.

Dentro de la comunidad de San Martín Soyolapan se estimó una abundancia absoluta de cinco individuos, con los intervalos generados del CP1 y CP2, en un área de aproximadamente una hectárea, lo cual resulta alta en comparación con lo observado

Cuadro 1. Valores de z y p obtenidos a partir de la prueba de Wilcoxon. N es el tamaño muestral, \bar{x} es el valor de la media, z es el estadístico de prueba, p es el nivel de significancia. Variables: ver abreviaturas en la Figura 1. Sexo: H, hembras; M, machos.

Variable	Sexo	N	\bar{x}	z	p
LTH	H	6	41.12	-1.5519	0.1206
	M	5	38.03		
AC	H	6	29.90	-0.4564	0.6480
	M	5	28.32		
LDDC	H	6	34.23	-0.0913	0.9272
	M	5	34.81		
LMPSC	H	6	20.83	0.0913	1.0000
	M	5	21.08		
LCDM	H	6	19.61	-0.0913	0.9272
	M	5	19.43		
LIDC	H	6	38.28	-1.0042	0.3153
	M	5	36.65		
α	H	6	47.80	-1.0042	0.3153
	M	5	45.56		

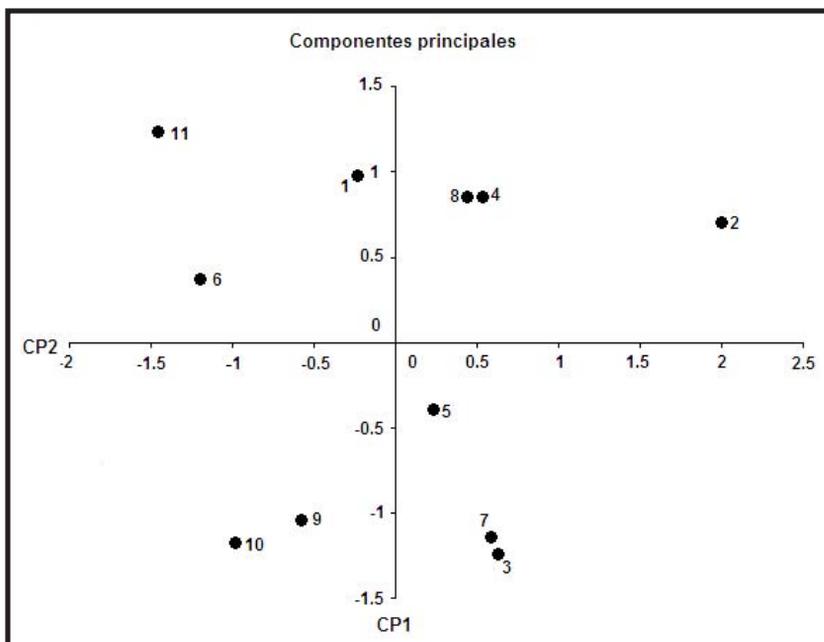


Figura 2. Ubicación de huellas de los 11 tepezcuintles en cautiverio dentro del espacio bidimensional del CP1 vs. CP2.

Cuadro 2. Eigenvalores derivados del Análisis de Componentes Principales. Los mayores porcentajes de varianza explicada son señalados con "*".

Componente	Eigenvalor	Porcentaje de varianza explicada	Porcentaje de varianza explicada acumulado
1	5.1642	73.78*	73.78
2	1.0536	15.05*	88.83
3	0.4659	6.66	95.48
4	0.1479	2.11	97.60
5	0.0986	1.41	99.01
6	0.0583	0.83	99.84
7	0.0111	0.16	100.00

Cuadro 3. Eigenvectores derivados del Análisis de Componentes Principales. Los mayores porcentajes de varianza explicada son señalados con "*". Variables: ver abreviaturas en la Figura 1.

Variable	CP1	CP2
LTH	-0.353880	0.003043
AC	-0.406795*	0.306392
LDDC	-0.372255	-0.359109
LMPSC	-0.424309*	0.045594
LCDM	-0.395048	-0.352038
LIDC	-0.415514*	-0.165784
EE	-0.248918	0.789722*

Cuadro 4. Límites superiores e inferiores de las huellas observadas en campo, contruidos en base a su error estándar. CP1 es la sumatoria de las variables dentro del Componente Principal 1. CP2 es la sumatoria de las variables dentro del Componente Principal 2. Li es el límite inferior. Ls es el límite superior. EE es el error estándar.

Huella	CP1	Li	Ls	CP2	Li	Ls
1	-2.6181	-3.0057	-2.2304	-2.1926	-2.5030	-1.8050
2	-2.5370	-2.9246	-2.1493	-1.7228	-2.0332	-1.3352
3	-1.6955	-2.0832	-1.3079	-1.2466	-1.5571	-0.8590
4	-0.8585	-1.2461	-0.4709	-0.7707	-1.0811	-0.3831
5	-0.8000	-1.1876	-0.4123	-0.6893	-0.9997	-0.3016
6	-0.7642	-1.1518	-0.3766	-0.5776	-0.8880	-0.1900
7	-0.5144	-0.9020	-0.1267	-0.4339	-0.7443	-0.0463
8	-0.3747	-0.7623	0.0130	-0.4090	-0.7194	-0.0214
9	0.0681	-0.3195	0.4558	-0.3012	-0.6117	0.0864
10	0.0689	-0.3188	0.4565	0.0446	-0.2658	0.4323
11	0.1184	-0.2693	0.5060	0.1640	-0.1464	0.5516
12	0.1472	-0.2405	0.5348	0.5651	0.2547	0.9527
13	1.0876	0.7000	1.4753	0.8143	0.5039	1.2019
14	1.3912	1.0036	1.7789	0.8785	0.5681	1.2661
15	1.9108	1.5232	2.2984	1.2464	0.9359	1.6340
16	1.9413	1.5537	2.3290	1.6182	1.3078	2.0058
17	3.4287	3.0411	3.8164	3.0127	2.7023	3.4004
EE	0.3876			0.3104		

en otros estudios, probablemente debido a la ubicación del transecto en el margen del río de la comunidad, así como a la presencia de árboles frutales que podrían actuar como una fuente importante de alimento para la especie.

Este método brinda la posibilidad de identificar individuos de tepezcuintle mediante huellas permitiendo así la evaluación rápida de sus poblaciones sin involucrar altos costos y tecnologías sofisticadas (i.e. fototrampeo), haciéndola especialmente útil en el diseño de prácticas de manejo y aprovechamiento de la especie ante pocos recursos tanto económicos y logísticos. Sin embargo, se recomienda un incremento en el tamaño de muestra, tanto de individuos de diferentes edades como de huellas, para aumentar la confiabilidad del método y encontrar diferencias relacionadas con la edad de los organismos, así como el uso del método de captura-recaptura para estimaciones poblacionales.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional, y el Proyecto de conservación de la biodiversidad por comunidades e indígenas de los estados de Oaxaca, Michoacán y Guerrero (COINBIO) por su apoyo económico para la realización de este estudio. A todas las personas que trabajan en las UMAs "Xmatkuil" y "Rancho Viveros". A los amigos y colegas que participaron en la colecta de la información. Agradecemos el trabajo de dos revisores anónimos que contribuyeron grandemente a la construcción del presente documento.

LITERATURA CITADA

- Alfaro Espinosa, A.M. 2006. *Patrones de diversidad de mamíferos terrestres del Municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca, México*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca.
- Andelt, W.F. y P.S. Gipson. 1980. Toe-clipping coyotes for individual identification. *Journal of Wildlife Management*, 44:293-294.
- Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- Gore, A.P., S.A. Paranjpe, G. Rajgopalan, A.V. Kharshikar, N.V. Joshi, M.G. Watve y M.G. Gogate. 1993. Tigre census: role of quantification. *Current Science*, 64:711-714.
- Grigione, M.M., P. Burman, V.C. Bleich y B.M. Pierce. 1999. Identifying individual mountain lions *Felis concolor* by their tracks: refinement of an innovative technique. *Biological Conservation*, 88:25-32.
- Henshaw, R.E. 1981. Toe-clipping coyotes for individual identification: a critique. *Journal of Wildlife Management*, 45:1005-1007.

- Hintze, J. 2004. *NCSS and PASS*. Number Cruncher Statistical Systems. Kaysville, Utah.
- James, F.C. y C.E. McCulloch. 1990. Multivariate Analysis in ecology and Systematics: Panacea or Pandora's Box? *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21:129-166.
- Jewell, Z.C., S.K. Alibhai y P.R. Law. 2001. Censusing and monitoring black rhino (*Diceros bicornis*) using an objective spoor (footprint) identification technique. *Journal of Zoology*, 254:1-16.
- Karanth, K.U. 1995. Estimating tiger (*Panthera tigris*) populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation*, 71:333-338.
- Lewis, R., E.L. Fitzhugh y S.P. Galentine. 2001. Validation of a rigorous track classification technique: identifying individual mountain lions. *Biological Conservation*, 99:313-321.
- Orjuela C., O.J. y G. Jiménez. 2004. Estudio de la abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, finca Hacienda Cristales, Área Cerritos – La Virginia, Municipio de Pereira, Departamento de risaralda – Colombia. *Universitas Scientiarum, Revista de la Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana*, 9:87-96.
- Ortega-R., J. y H.T. Arita. 2005. *Cuniculus paca* (Linnaeus, 1776). Tepezcuintle. Pp. 815-816, en: *Los mamíferos silvestres de México*. (Ceballos, G. y G. Oliva, coords.) 1ª edición. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.
- Parroquín J, Gallina S. y G. Aguirre. 2002. *Densidad del tepezcuintle Agouti paca en el Ejido Loma de Oro Municipio de Uxpanapa, Ver.* Conferencia del VI Congreso Nacional de Mastozoología; 21 al 25 de octubre. Oaxaca, México. Asociación Mexicana de Mastozoología.
- Pérez, E.M. 1992. *Agouti paca*. *Mammalian Species*, 404:1-7.
- Piekielek, W. y T.S. Burton. 1975. A black bear population study in northern California. *California Fish and Game*, 61:4-25.
- Reid, F.A. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico*. Oxford University Press. New York.
- Rohlf, F.J. 2005. *tpsDig, digitize landmarks and outlines*. Version 2.04. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Simonetti, J.A. y I. Huareco. 1999. Uso de huellas para estimar diversidad y abundancia relativa de los mamíferos de la Reserva de la Biosfera - Estación Biológica del Beni, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 6:139-144.
- Smallwood, K.S. y E.L. Fitzhugh. 1995. A track count for estimating mountain lion *Felis concolor californica* population trend. *Biological Conservation*, 71:251-259.
- Stander, P.E. 1998. Spoor counts as indices of large carnivore populations: the relationship between spoor frequency, sampling effort and true density. *Journal of Applied Ecology*, 35:378-385.
- StatSoft. 1996. *Statistica*. Version 5.1. StatSoft, Inc. San Francisco.
- Villa, B. y F.A. Cervantes. 2003. *Los mamíferos de México*. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F.
- Wemmer, C., T.H. Kunz, G. Lundie-Jenkins y W.J. McShea. 1996. Mammalian sign. Pp. 157 – 176, en: *Measuring and monitoring Biological Diversity* (Wilson, D.E., F.R. Cole, J.D.

-
- Nichols, R. Rudran y M.S. Foster, eds.). Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Winegarner, M. 1985. Pugmarks and the biology of the bobcat, *Lynx rufus*. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 50:166-174.
- Zavala Hurtado, J.A. 1986. *Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación*. Cuadernos de divulgación INIREB no. 26. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz.

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL HÁBITAT DEL JAGUAR Y ÁREAS DE CONFLICTO HUMANO-JAGUAR EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

CUAUHTÉMOC CHÁVEZ Y HELIOT ZARZA

*Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología, 3er Circuito exterior s/n
Ciudad Universitaria, México, D. F. 04510
correo electronico: cchavez@ecologia.unam.mx*

Resumen: Las Selvas Mayas de la Península de Yucatán, México, mantienen una de las poblaciones más importantes de jaguar (*Panthera onca*) al norte de su distribución. Sin embargo, la región está sujeta a grandes cambios en su cobertura forestal debido al desarrollo humano y agropecuario de los últimos años. Esto ha ocasionado una reducción en el hábitat del jaguar y por consiguiente un incremento en la incidencia de ataques al ganado doméstico por jaguares, debido a ello es necesario contar con información sólida sobre las áreas de conflicto humano-jaguar para ser consideradas durante los planes de manejo y conservación a nivel regional. Nuestro análisis se basó en un grupo de variables (vegetación, uso de suelo, precipitación y clima) y una base de datos georeferenciados tanto de presencia de jaguares como de depredación de ganado domestico en la Península de Yucatán. Nosotros demostramos la posibilidad de modelar la distribución potencial de los sitios de conflicto humano-jaguar usando el método de máxima entropía (MaxEnt). Entre las variables usadas la vegetación demostró ser la variable que mejor explica la distribución potencial del jaguar. En cambio, el modelo de conflictos humano-jaguar muestra que el mayor número de casos de depredación se presenta alrededor de los asentamientos humanos, en ambientes dominados por actividades humanas. Modelar la distribución potencial de las áreas de conflicto humano-jaguar ofrece una gran oportunidad a los biólogos de la conservación y tomadores de decisiones para poder diseñar estrategias regionales para mitigar el conflicto con los depredadores con base en la distribución espacial potencial de los ataques.

Palabras clave: Hábitat potencial, jaguar, depredación, Yucatán.

Abstract: The Mayan Forest of the Yucatan Peninsula, Mexico, maintain an of the most important populations of jaguar (*Panthera onca*) north of his distribution. However, the region is subject to big changes in this forest coverage because of the human and agriculture-livestock development of the last years. This has caused a reduction in the habitat of the jaguar and therefore an increase in the incidence of attacks to the domestic livestock by jaguars, because of this is necessary to have solid information on the areas of human-jaguar conflict to be considered during the management plans and conservation to regional level. Our analysis based in a group of variable (vegetation, use of soil, precipitation and climate) and a base of georeference data so much of presence of jaguars and of livestock depredation in the Yucatan Peninsula. We showed the possibility of model the potential distribution of the places of human-jaguar conflict using the method of maximum entropy (MaxEnt). Between the variables

used the vegetation showed to be the variable than better explains the potential distribution of the jaguar. Instead, the model of human conflicts-jaguar show that the main number of cases of depredation present around the human settlements, in landscape dominated by human activities. Modeling the potential distribution of the areas of human-jaguar conflict- offers a big opportunity to the biologists of the conservation and decisions-makers to can design regional strategies to mitigate the conflict with the predatory with base in the spatial distribution potential of the attacks.

Key words: Potencial habitat, jaguar, predation, Yucatán.

INTRODUCCION

Las poblaciones de grandes carnívoros han declinado globalmente desde el siglo pasado debido a la expansión de las actividades humanas y/o a los conflictos con el hombre en todas las regiones donde ambos coexisten (Woodroffe, 2000). Entre los conflictos humano-carnívoro, la depredación del ganado doméstico se ha convertido en un serio problema que amenaza la conservación de los grandes felinos (Treves y Karanth, 2003), como es el caso del león (*Panthera leo*), tigre (*Panthera tigris*), pantera de las nieves (*Uncia uncia*), puma (*Puma concolor*) y jaguar (*Panthera onca*; Kurten y Anderson, 1980; Ceballos *et al.*, 2007). En la mayoría de los casos, la solución inmediata al problema es eliminar al depredador, ante la falta de otras posibles soluciones (Patterson *et al.*, 2004).

México mantiene numerosas poblaciones de jaguar en el sureste del país, siendo la más importante la localizada en las Selvas Mayas de la Península de Yucatán, región considerada de alta prioridad de conservación para la especie (Sanderson *et al.*, 2002; Chávez y Ceballos, 2006) y un "hotspot" por su alta biodiversidad (Myers *et al.*, 2000). Sin embargo, esta región, históricamente ha estado sometida a una intensa actividad humana y transformación de su paisaje a lo largo de su historia y especialmente en el último siglo, provocando grandes cambios en el uso del suelo de la región (Boege, 1995; Roy Chowdhury, 2006; Vester *et al.*, 2007).

El número creciente de quejas sobre la depredación de ganado y la alta mortalidad de jaguares, requiere de soluciones inmediatas. Para ello se necesita identificar los sitios que potencialmente son más susceptibles a sufrir ataques de depredación de ganado por parte de los jaguares y con ello dirigir esfuerzos y recursos para mitigar la depredación de ganado en esta región. Para cumplir con este objetivo, fue necesario determinar la distribución potencial del jaguar e identificar las áreas con mayor potencialidad a presentar conflicto humano-jaguar y finalmente evaluar el papel de las áreas protegidas como estrategia de conservación del jaguar en la región en la Península de Yucatán.

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la Península de Yucatán, que comprende los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Se delimitó con las siguientes coordenadas geográficas $21^{\circ} 12'$ a $17^{\circ} 49'$ N y $91^{\circ} 00'$ a $86^{\circ} 40'$ O; cubre una superficie aproximada de 128,000 km² (Figura 1). La Península de Yucatán es prácticamente plana y con una topografía uniforme (0 a 400 m.s.n.m); la principal serranía es el Sierrita de Ticul al sur de Yucatán. Los suelos dominantes de la región son las rendizcas, vertisoles y litosoles. El clima es tropical subhúmedo, la temperatura media anual es de 24.6° C, con una marcada estacionalidad concentrándose las lluvias en el verano (junio-noviembre). La Península de Yucatán se caracteriza por la ausencia casi total de ríos o arroyos permanentes. El tipo de vegetación dominante es la selva alta y mediana subperennifolia, seguida de la selva mediana caducifolia. En la línea costera, el manglar y las sabanas son la vegetación predominante (SEMARNAP, 2000).

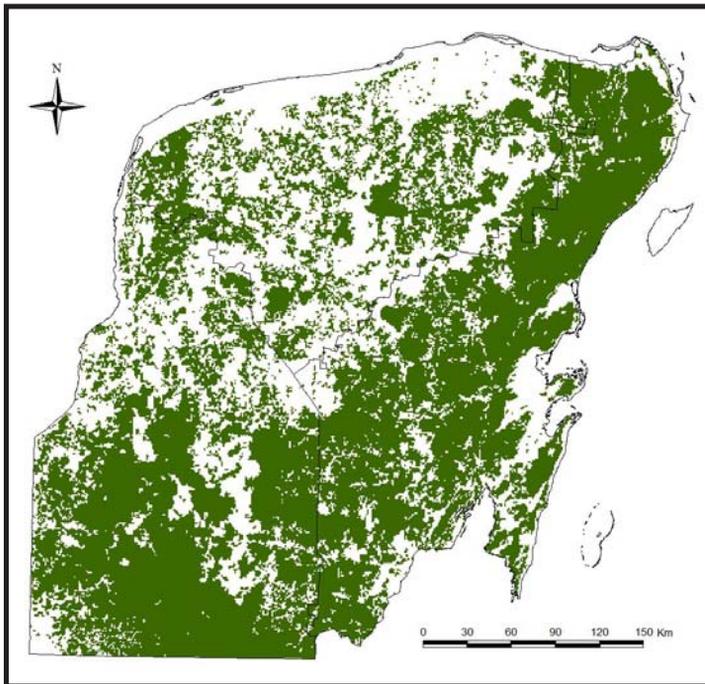


Figura 1. Hábitat potencial del jaguar en la Península de Yucatán generado por Maxent.

Los ambientes modificados son todos aquellos que han perdido parcialmente su cobertura vegetal natural y/o que presentan vegetación secundaria. Estos tipos de hábitats se encuentran asociados a los campos agrícolas, pastizales inducidos y por lo general se localizan alrededor de los asentamientos humanos. Los asentamientos humanos y las áreas agropecuarias ocupan aproximadamente el 24% de la superficie de la Península. La actividad pecuaria asciende a 898,393 cabezas de ganado bovino, de las cuales más del 60% de las existencias están dentro del sistema de producción de libre pastoreo (INEGI, 2009).

MÉTODOS

Composición del paisaje

Se determinó la identidad de los principales tipos de vegetación, superficie y número de fragmentos por cada tipo de vegetación, así como el grado de fragmentación de cada uno de ellos, a partir del Inventario Nacional Forestal 2000-2001 (SEMARNAP *et al.*, 2000), utilizando el programa Arcview 3.2 (ESRI, 1996; Cuadro 1).

Cuadro 1. Tipos de vegetación y uso de suelo presente en la Península de Yucatán.

Tipos de vegetación y uso de suelo	Superficie (ha)	Número de Parches
Selva Alta y Mediana	3,870,554	272
Selva Alta y Mediana con vegetación secundaria	884,018	511
Selva Mediana Caducifolia	1,116,698	155
Selva Mediana Caducifolia con vegetación secundaria	1,184,302	378
Selva Baja Subperennifolia	726,242	506
Selva Baja Subperennifolia con vegetación secundaria	211,131	247
Selva Baja Caducifolia	198,293	45
Selva Baja Caducifolia con vegetación secundaria	645,960	108
Popal-tular	321,570	233
Manglar	311,003	193
Otros tipos de vegetación	74,689	107
Pastizal	1,674,941	1,479
Área urbana	77,101	377
Área sin vegetación aparente	36,058	61

Datos de ocurrencia

Se generó una base de datos con todos los registros de presencia verificada de jaguar a partir de 1990 en la región ($n = 25$) y otra con los registros verificados de ataque de jaguar a ganado domésticos ($n = 45$) entre 1998 al 2004, estos datos provienen de distintas fuentes (Apéndice). En el caso de la base de datos de ataques se usaron solamente 23 registros ya que se descartaron aquellas localidades imprecisas (e.g., Hunucmá).

Variables ambientales

Se emplearon tres coberturas ambientales para la construcción del modelo de distribución potencial del jaguar y de las posibles áreas de conflicto. La cobertura de vegetación y uso de suelo proviene del Inventario Nacional Forestal 2000-2001, a una escala de 1:250,000 (SEMARNAP *et al.*, 2000). Las coberturas de precipitación y edafología provienen de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), escala de 1:1,000,000. Todos los datos y coberturas se transformaron a formato *raster* con una resolución de 1 km².

Modelación

Se usó el método de Máxima Entropía - MaxEnt versión 2.3 (Phillips *et al.*, 2006, software libre disponible en www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent), porque tiene un mejor comportamiento en la modelación de la distribución del hábitat potencial (Ortega-Huerta y Peterson 2008) y es robusto a pesar de tamaños de muestra pequeños (Benito *et al.*, 2009). Maxent es un programa que estima la distribución de probabilidad de ocurrencia de las especies a partir de las limitantes medioambientales (Phillips *et al.*, 2006).

Para correr los modelos distribución potencial del jaguar y las áreas de conflicto humano-jaguar en la Península de Yucatán, se emplearon los valores preestablecidos del programa con un umbral ("threshold") de 10^{-5} y 500 iteraciones. El valor de regularización empleado fué de 0.25 y se utilizó la opción del tipo de distribución Lineal Cuadrática (Feature types: Linear Quadratic) dado que el tamaño de muestra fue pequeño (Phillips *et al.*, 2006).

Para la validación y adecuación del modelo se utilizó el área bajo la curva (AUC), donde se ve el desempeño y ajuste del modelo para predecir las presencias contenidas en la muestra de los datos. Para determinar las variables más importantes en el modelo, se corrió una prueba de jackknife para medir la importancia de cada una de ellas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición del paisaje

La vegetación natural conservada se distribuye en gran parte de la Península de Yucatán (46%), y aún se conservan numerosos fragmentos mayores a 100 ha (<10ha = 646; >10 <100ha = 280; >100ha = 52). La vegetación natural con vegetación secundaria ocupa el 23% de la superficie de la Península (1,244 parches). En comparación, los ambientes modificados representan el 25% del área total y a diferencia de la vegetación natural presenta una mayor fragmentación (2,898 parches, <10ha = 928; >10 <100ha = 188; >100ha = 17, Cuadro 1). El uso de suelo dominante en los ambientes modificados es el pecuario (13%) y agrícola (11%).

Los resultados indican que la región todavía mantiene una gran superficie de vegetación natural, en comparación con las estimaciones para Mesoamérica, donde cerca del 80% de la cobertura forestal se ha perdido o modificado a una tasa de deforestación de 1.4 a 2.5% anual (CEPF, 2001).

Distribución potencial del hábitat del jaguar

El modelo predice una gran extensión de hábitat potencial para el jaguar (> 54 mil km²) para la Península de Yucatán, compuesta por selvas altas y medianas, con una precipitación anual promedio de 1,200-1,500 mm y predominantemente en suelo del tipo cambisol y vertisol.

El modelo obtenido indica que la distribución potencial del jaguar en la Península de Yucatán no es aleatoria (área bajo la curva AUC= 0.94, Intervalo de confianza 95%; porcentaje de presencias correctamente clasificadas %PCC = 86%). El análisis de Jackknife sugiere que la variable que contribuye más al modelo es la vegetación.

El 42% de la superficie de la Península de Yucatán son áreas con una alta probabilidad de condiciones adecuadas para la presencia de jaguar. A nivel estatal, Quintana Roo presenta la mayor superficie (57%) y en promedio los parches de mayor tamaño (Cuadro 2). Sin embargo, estas áreas enfrentan diversos escenarios. Por ejemplo, la parte norte de Quintana Roo, afronta serios problemas de conectividad con la parte sur principalmente por la creación, ampliación de infraestructura para el desarrollo turístico (Faller *et al.*, 2007; Navarro *et al.*, 2007). Mientras que la parte sur, enfrenta un avance de la frontera pecuaria y agrícola (Chávez *et al.*, 2007; Zarza *et al.*, 2007).

Más del 60% de la distribución potencial del jaguar predicha está conformada por parches menores a 10 km² (Cuadro 2). Existen algunos parches >100 ha que

facilitan la conectividad, en los cuales deben promoverse estrategias de conservación, como el pago de servicios ambientales (i.e. captura de carbono, mantenimiento de la Biodiversidad) o el desarrollo de proyectos productivos compatibles con la conservación de los recursos naturales (i.e. áreas forestales certificadas, apicultura, artesanías), mitigando el impacto del cambio en el uso del suelo en la región (Zarza, 2008). La viabilidad de la población de jaguar en la región, dependerá de su adaptación a los patrones y procesos de fragmentación de su hábitat (Morrison *et al.*, 1992). Sin embargo, estos aún no han podido ser determinados con detalle, por lo que es una prioridad conocer hasta que punto los jaguares pueden sobrevivir en un paisaje dominado por actividades humanas.

Distribución potencial del Conflicto Humano-Jaguar

Las áreas identificadas con mayor probabilidad de conflicto humano-jaguar en la Península de Yucatán son aquellas cercanas a los asentamientos humanos y cuerpos de agua, caracterizadas por una precipitación promedio anual de 1,000-1,200 mm y suelos cambisoles y luvisoles (Figura 2).

El modelo identificó áreas importantes de conflicto ganadero en la Península (AUC=0.94; IC=0.95%; %PCC= 88%). En el estado de Quintana Roo, se identificaron dos áreas importantes, una al norte cerca de Cancún y la otra al noroeste de Felipe Carrillo Puerto; para Yucatán, se localiza en la zona de influencia de la Ciudad de Mérida, una segunda área al sureste de Tekax y Peto, y una tercera en la región sur de Ría Largartos; finalmente Campeche, presenta varios puntos de conflicto alrededor de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, y de las áreas protegidas Balam kin y Balam ku, otro punto potencial de conflicto es la parte centro del estado, a la altura de Pustunich, Etzna y Pizayal.

Las áreas identificadas como de conflicto humano-jaguar ocupan el 14 % de la superficie total de la Península de Yucatán. El estado con la mayor área potencial de ataques de jaguar es Yucatán, seguido de Campeche (Cuadro 2). Históricamente, la principal actividad económica del estado de Yucatán era la agrícola, actualmente es uno de los estados con mayor producción porcina y bovina del país (Sánchez y Rebollar, 1999). A pesar del gran cambio ambiental en esta región, aún se mantienen grandes extensiones forestales de propiedad ejidal que permanecen en buen estado de conservación (SEMARNAP, 2000).

A pesar de lo anterior, el cambio en la cobertura forestal, provocada por una mayor demanda en espacio y recursos naturales por la población humana, aumenta las posibilidades de contacto con la fauna silvestre y con ello el conflicto con los carnívoros (i.e. jaguar y puma). Debido a ello existe la necesidad de tener un protocolo estandarizado para evaluar el conflicto ganadero-carnívoros para las condiciones existentes en México (Chávez y Ceballos, 2006).

Cuadro 2. Hábitat potencial y ataques de jaguar en la Península de Yucatán por estado. Datos generados por el programa Maxent. El promedio se refiere al tamaño promedio de los parches de hábitat. La superficie total (Km²) es la del hábitat potencial o la de los ataques de jaguar según sea el caso.

Tamaño del parche (Km ²)	Hábitat potencial				Ataques		
	Yucatán	Quintana Roo	Campeche	Yucatán	Quintana Roo	Campeche	
menos 1	128	57	80	113	209	250	
1 a 10	311	237	376	302	537	885	
10 a 100	57	28	57	25	85	99	
mas de 100	16	5	5	8	7	4	
No. de Parches	512	327	518	448	838	1238	
Promedio	15.26	74.65	43.95	16.65	6.46	4.88	
Superficie total	7814.01	24409.18	22763.84	7459.21	5417.33	6035.47	

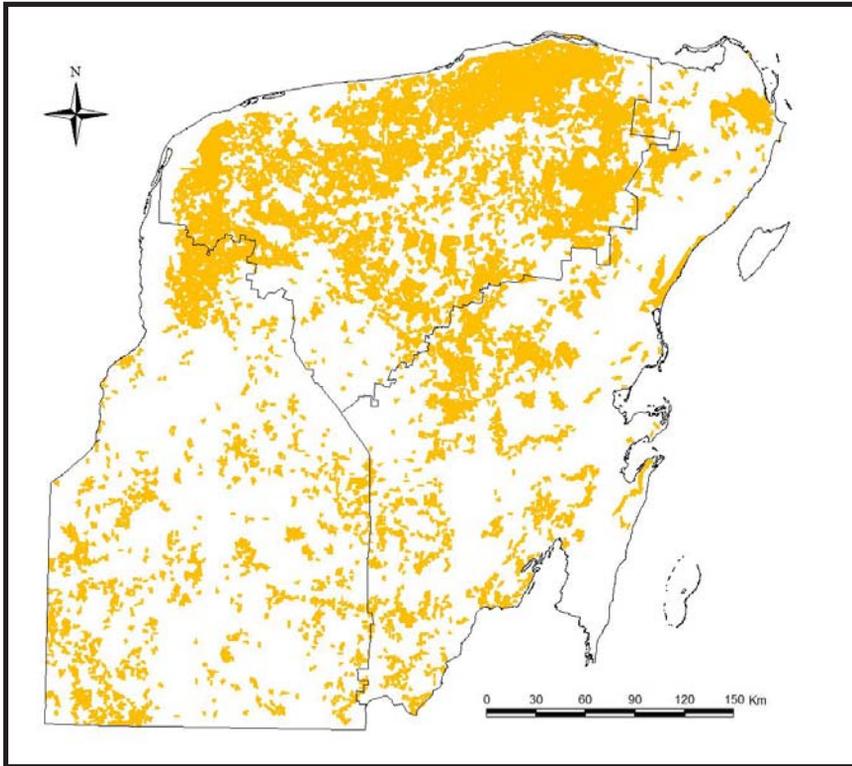


Figura 2. Ataques potenciales del jaguar en la Península de Yucatán generado por Maxent.

Existe un protocolo de acción para evaluar la depredación del ganado doméstico (Hoogeistijn, 2003; www.wcs.org), el cual no refleja las condiciones existentes en muchos lugares de México. Se implementó un programa a nivel estatal por Gobierno del Estado de Yucatán, cual fue dirigido específicamente a los rancheros, para compensarlos económicamente si sufrían pérdidas en su ganado doméstico a consecuencia de la depredación por jaguar el cual no tuvo éxito, debido a la falta de asesoría, recursos económicos y humanos (C. Alcerreca y A. González-Terrazas, com. pers.). En Quintana Roo, se realizó un programa piloto de compensación por depredación de ganado en el Ejido Caoba, Municipio de Othón P. Blanco, implementado por Unidos para la Conservación, Sierra Madre, Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México y Ecosafari, donde se elaboró un

protocolo para determinar el origen del ataque, además del personal calificado para la evaluación de los daños (Chávez *et al.*, obs. no publicados).

Traslape de la distribución espacial del jaguar y conflicto humano-jaguar

Al trasladar el mapa de hábitat potencial de jaguar y de conflicto humano-jaguar se observa que una parte del hábitat potencial se encuentra en las áreas naturales protegidas, y algunas de ellas están en vías de aislamiento por las actividades humanas, lo que potencia el riesgo de conflicto humano-jaguar en la zona de amortiguamiento y borde de dichas áreas protegidas. Esto es lo que sucede con la Reserva de la Biosfera Calakmul la cual mantiene el mayor hábitat disponible para jaguar (5,146 km²); sin embargo en su periferia y área de amortiguamiento se identifican sitios potenciales de conflicto humano-jaguar (893 km², Cuadro 3). Por otra parte, la mayor parte (casi el 80%) del hábitat potencial del jaguar se encuentra fuera de las ANP's, se ubica en tierras ejidales, de ahí resalta la importancia de los ejidos forestales del centro y oeste del sur de la Península de Yucatán, que permiten la conexión entre las grandes reservas de la región (Reserva de la Biosfera de Calakmul y Sian ka'an, Figura 3). Estas reservas y los grandes fragmentos representan en total un área de hábitat base para la conservación del jaguar en la Península de Yucatán (Ceballos *et al.*, 2002; Chávez, 2006; Chávez *et al.*, 2007; Zarza *et al.*, 2007).

Los esfuerzos de conservación deberán ser dirigidos aquellas áreas que puedan complementar el papel de las ANP's existentes, sin excluir a los dueños de la tierra. Será muy importante la generación de mecanismos e incentivos económicos para la conservación de los recursos naturales en general, y en particular para el hábitat del jaguar. Sin embargo, la incertidumbre en la toma de decisiones entre los diferentes niveles de gobierno, pueden hacer que los planes de conservación no se concreten. Adicionalmente, el desarrollo turístico de algunos lugares lleva a la creación de infraestructura y asentamientos humanos, que si no existe una buena planeación disminuirá de manera importante el hábitat del jaguar (Conde *et al.*, 2007). Sin embargo, el gran reto que enfrenta la conservación a este nivel es que se incentiven aquellas áreas fuera de las ANP's, que mantienen una buena proporción de hábitat del jaguar, así como el mantenimiento de procesos ecológicos y de servicios ambientales para un beneficio común de la población humana.

Este estudio muestra que existe la necesidad de desarrollar un plan regional para la conservación de la fauna silvestre en las áreas de hábitat para jaguar identificadas en la Península de Yucatán, involucrando la colaboración de los diversos actores como poseedores de tierra (grupos individuales), inversionistas y desarrolladores, académicos e instancias del gobiernos, lo cual refuerza las estrategias propuestas en el Plan Ecoregional de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca (Secaira y Maldonado, 2006).

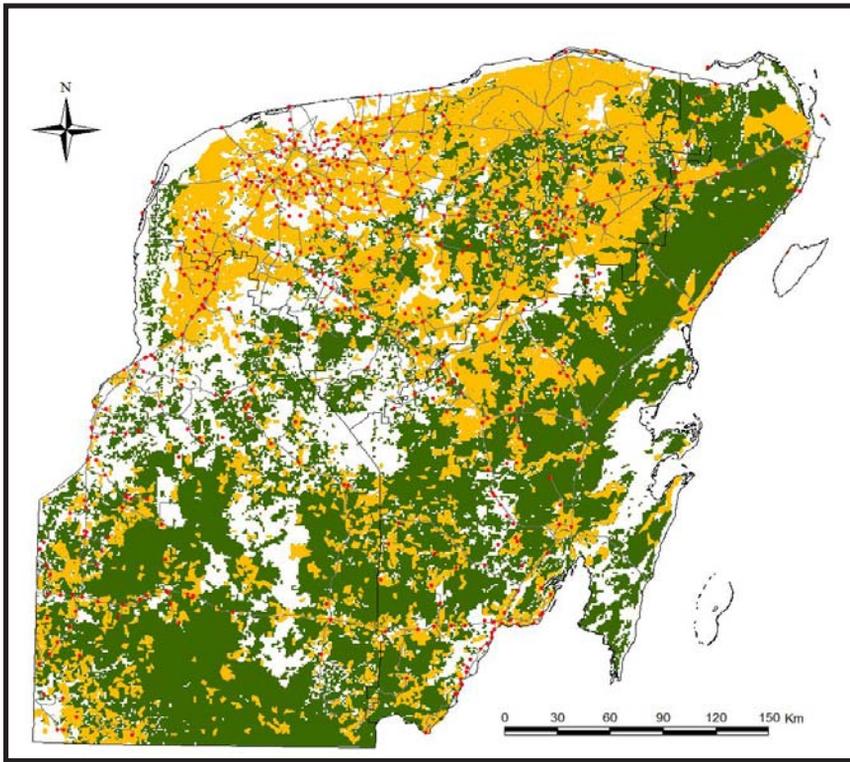


Figura 3. Combinación del hábitat y ataques potenciales del jaguar generado por Maxent en la Península de Yucatán. Los puntos indican los poblados mayores de 200 habitantes.

Además de evaluar, las condiciones del paisaje para el jaguar hacia una comprensión mejor de patrones regionales de la biodiversidad y de planes de colaboración para la conservación entre terratenientes (e.g., ganaderos) en la Península de Yucatán. Algunas instituciones y personas están elaborando el protocolo para actuar en casos de depredación de ganado en México. De hecho, recientemente se aprobó un proyecto para tratar de generar un diagnóstico en seis áreas prioritarias para evaluar el conflicto ganadero (O. Ramírez y D. Azuara, com. pers.).

Cuadro 3. Hábitat potencial y ataques de jaguar en las áreas naturales protegidas en Península de Yucatán. Datos generados por el programa Maxent. Todas las áreas están en Km². Entre paréntesis esta puesto el porcentaje que cubre cada uno de la superficie total de la Reserva.

Nombre de la Reserva	Superficie	Hábitat potencial	Ataques
YUM BALAM	1539.54	81.27 (5.28)	2.34 (0.15)
RIA LAGARTOS	603.73	9.87 (1.63)	128.74 (21.32)
PUNTA NIZUC	25.54	0.00	0.21 (0.82)
A. DE PUERTO MORELOS	3340.17	0.01 (0.00)	0.21 (0.01)
RIA CELESTUN	597.06	0.00	2.00 (0.33)
LOS PETENES	2832.05	0.23 (0.01)	2.78 (0.10)
SIAN KAAAN	5279.76	1385.04 (26.23)	301.82 (5.72)
UAYMIL	890.75	570.62 (64.06)	90.58 (10.17)
CALAKMUL	7227.33	5146.29 (71.21)	893.82 (12.37)
BALAM KU	4085.48	3143.13 (76.93)	442.07 (10.82)
BALAM KIN	996.06	376.55 (37.80)	58.07 (5.83)
BALAM KA'AX	1288.12	632.43 (49.10)	78.57 (6.10)
Total	28705.58	11345.43 (6.97)	2001.21 (39.52)

Es importante notar que dos terceras partes de estas áreas protegen menos de 10.000 hectáreas; únicamente 38 áreas protegen más de 50.000 hectáreas.

CONCLUSIONES

Modelar la distribución del hábitat del jaguar puede generar mapas de detalle fino que contribuyan en la toma de decisiones de conservación y manejo de la biodiversidad,

así como dirigir incentivos en las áreas identificadas de conflicto humano-jaguar. Los mapas de distribución de especies pueden ayudar a identificar nuevas áreas que por limitaciones en campo son poco estudiadas y permite implementar alguna estrategia local de conservación. Sin embargo, siempre será necesario la validación en campo a escala local, para no subestimar la información.

Encontrar alternativas de manejo que puedan reducir el conflicto humano-jaguar es imperativo para la conservación del jaguar y especialmente en los ambientes modificados. Una medida relativamente simple como puede ser el manejo ganadero puede reducir sustancialmente la depredación del ganado (Crawshaw, 2004; Sáenz y Carrillo, 2002; Zimmermann *et al.*, 2005). Por ejemplo, evitar el libre pastoreo en el interior de los fragmentos de selva (Azevedo y Murray, 2007).

"las soluciones que no involucren los intereses de la comunidad serán inútiles, ya que sólo la gente local tiene la posibilidad de mejorar la citación ambiental a través de cambios en su comportamiento o el de los carnívoros"

Claudio Sillero

AGRADECIMIENTOS

A las comunidades locales que se encuentran en la Península de Yucatán. En especial al Dr. Ceballos por su apoyo en las distintas fases de este proyecto. Al Instituto de Ecología de la UNAM, a la CONANP. A la Fundación Banco Bilbao Vizcaya por su apoyo financiero. Antonio Rivera, Francisco Zavala, Melissa López, Marcela Araiza por su ayuda en el trabajo de campo. A las siguientes organizaciones Biocenosis A. C., Reserva Ecológica El Edén A. C., Pronatura Península de Yucatán por facilitarnos información, a Luis Pereyra, Carlos Alcerreca, Alejandro González-Terrazas, Marco Lazcano, y Juan Carlos Faller. A los dos revisores del artículo que con sus comentarios lo enriquecieron. Y en especial el apoyo de Osiris Gaona y Jesús Pacheco.

LITERATURA CITADA

- Azevedo, F.C.C., y Murray, D.L. 2007. Evaluation of potential factors predisposing livestock to predation by jaguars. *Journal of Wildlife Management*, 71:2379-2386.
- Benito, B.M., Martínez-Ortega, M.M, Muñoz, L.M., Lorite, J., y J. Peñas. 2009. Assessing extinction-risk of endangered plants using species distribution models: a case study of habitat depletion caused by the spread of greenhouses. *Biodiversity and Conservation*, 18:2509–2520
- Boege, E. 1995. *The Calakmul Biosphere Reserve (Mexico)*. Working Paper No. 13. UNESCO (South-South Cooperation. Programme). Paris, Francia.
- Ceballos G., Chávez, C., Rivera, A., Manterola, C. y W. Wall. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. Pp

- 403-418, en: *El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación*. (Medellín, R.A., C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society, México D.F.
- Ceballos, G., Chávez, C., List, R. y H. Zarza. 2007. *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. Conabio - Alianza WWF- Telcel – Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. "Curvas de nivel para la República Mexicana". Escala 1:250 000. Extraído del Modelo Digital del Terreno. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEG). México D.F.
- CEPF. 2001. *Ecosistema forestal de Vilcabamba-Amoró del área prioritaria de conservación de la biodiversidad en los Andes tropicales Perú y Bolivia*. 38 pp.
http://www.cepf.net/ImageCache/cepf/content/pdfs/final_2spanish_2mesoamerica_2esouthernmesoamerica_2eep_2epdf/vl/final.spanish.mesoamerica.southernmesoamerica.ep.pdf
- Chávez, C. 2006. Ecología poblacional y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biósfera de Calakmul. Campeche. Maestría en Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chávez, C. y G. Ceballos (eds). 2006. El jaguar mexicano en el Siglo XXI: situación actual y manejo. CONABIO – UNAM – Alianza WWF Telcel. México D. F.
- Chávez, C., Amín, M. y G. Ceballos. 2007. Ecología poblacional del jaguar y sus implicaciones para la conservación en la Península de Yucatán. Pp. 91 -100, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds). Conabio - Alianza WWF- Telcel – Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Chávez, C., Araiza, M., Rivera, A., Manterola , C. y G. Ceballos. 2002. *Protocolo de captura y manejo de grandes felinos del "Programa para la Conservación y Manejo del jaguar y puma en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche y ejidos forestales del estado de Quintana Roo"*. Manuscrito inédito.
- García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. "Climas" (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1 000 000. México.
- García, E. – CONABIO, 1998. "Precipitación total anual". Escala 1: 1 000 000. México.
- Conde, D., I. Burgues, L.C. Fleck, C. Monterola, yJ. Reid. 2007. Análisis ambiental y económico de proyectos carreteros en la Selva Maya, un estudio regional. Serie Técnica #10, Conservation Strategy Fund, Arcata, California.
- Crawshaw, J. 2004. Depredation of domestic animals by large cats in Brazil. *Human Dimensions of Wildlife*, 9:329-330.
- Environmental Systems Research Institute. 1996. *ArcView GIS*. Redlands, CA.
- Faller, J.C., Chávez, C. Johnson, S. y G. Ceballos. 2007. Densidad y tamaño de la población de jaguar en el noreste de la Península de Yucatán. Pp. 111-122, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H.

- Zarza, eds). Conabio - Alianza WWF- Telcel – Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. *Censo Agropecuario 2007*. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1995. "Edafología". Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México D.F.
- Kurtén B y E. Anderson 1980. Jaguar, *Panthera onca*. Studer's Cheetah, *Acinonyx studeri*. American Cheetah, *Acinonyx trumani*. Lake Cat, *Felis lacustris*. Ocelot, *Felis pardalis*. River Cat, *Felis amnicola*. Jaguarundi, *Felis yagouaroundi*. Pp. 192-195, en: *Pleistocene Mammals of North America*. New York: Columbia University Press.
- Martínez, M., y C. Galindo-Leal. 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: Clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica*, 71:7-32.
- Morrison, M.L., B.G., Marcot y R.W, Mannan. 1992. *Wildlife-habitat relationships: concepts and applications*. The University of Wisconsin Press, Madison.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, G. d.F. y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-854.
- Navarro, C.J., Remolina J.F. y J.J. Pérez. 2007. El jaguar en Yum Balam y el Norte de Quintana Roo. Pp. 123-132, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio - Alianza WWF-Telcel – Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Ortega-Huerta, M.A. y A.T. Peterson. 2008. Modeling ecological niches and predicting geographic distributions: A test of six presence-only methods. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*, 79:205-216.
- Patterson, B.D. , S.M. Kasiki, E. Selempo y R.W. Kays. 2004. Livestock depredation by lions (*Panthera leo*) and other carnivores on ranches neighboring Tsavo National Parks, Kenya. *Biological Conservation*, 119:507–516.
- Phillips, S. J., R.P. Anderson, y R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190:231–259.
- Roy Chowdhury, R. 2006. Landscape change in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modeling the driving forces of smallholder deforestation in land parcels. *Applied Geography*, 26:129-152.
- Sáenz, J. y E. Carrillo. 2002. Jaguares depredadores en ganado en Costa Rica: ¿un problema sin solución? Pp. 127-137, en: *El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación* (R.A. Medellín, C. Equihua, C.L.B. Chetkiewicz, P.G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E.W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D.F.
- Sánchez R.L. y S. Rebollar. 1999. Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar. *Maderas y Bosques*, 5:3-17.
- Sanderson, E.W., K.H. Redford, C. Chetkiewicz, R.A. Medellín, A.R. Rabinowitz, J.G. Robinson y A.B. Taber. 2002. Planning to save a species: the case for the jaguar, *Panthera onca*. *Conservation Biology*, 16:58-72.

-
- Secaira, F. y O. Maldonado (eds.). 2006. *Una agenda para hoy: las acciones que debemos emprender: Plan Ecorregional de las selvas Maya, Zoque y Olmeca*. The Nature Conservancy (TNC), San José, Costa Rica.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología. México D.F.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)-Subsecretaría de Recursos Naturales, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)-Dirección General de Geografía (eds.) y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Instituto de Geografía (comp.). 2000. Inventario Forestal Nacional 2000-2001. Escala 1:250 000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Distrito Federal, México.
- Treves, A. y K.U. Karanth. 2003. Human-Carnivore conflict and perspectives on Carnivore management worldwide. *Conservation Biology*, 17:1491-1499.
- Vester, H.F.M., D. Lawrence, J.R. Eastman, B.L. Turner II, S. Calme, R. Dickson, C. Pozo y F. Sangerman. 2007. Land change in the Southern Yucatán and Calakmul Biosphere Reserve: effects on habitat and biodiversity. *Ecological Applications*, 17:989-1003.
- Woodroffe, R. 2000. Predators and people using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation*, 3:165-173.
- Zarza, H. 2008. *Uso de hábitat del jaguar (Panthera onca) en un paisaje influenciado por actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán*. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Zarza, H., C. Chávez y G. Ceballos. 2007. Uso de hábitat del jaguar a escala regional en un paisaje con actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán. Pp. 101-110, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio - Alianza WWF- Telcel - Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Zimmermann, A., M.J. Walpole y N. Leader-William. 2005. Cattle rancher's attitudes to conflicts with jaguar *Panthera onca* in the Pantanal of Brasil. *Oryx*, 39:406-412.

APÉNDICE

Registros de Depredación en la Península de Yucatán, se consideraron todos los registros verificados de ataque, por los autores, por las autoridades del gobierno (e.g. PROFEPA), personal autorizado de las organizaciones no gubernamentales, Biocenosis A.C. y Amavisi A.C., en el estado de Yucatán, y comunicación personal de informantes con experiencia sobre depredación de carnívoros en la región.

No disponible, cercanías de la Reserva Estatal "Bocas de Dzilam" 21°25' N, 88° 40' W; 2. Mano Poderosa, Ejido Presidente Kennedy, Mpio de Panabá, 21°28'56.6'' N, 88° 29'51.5'' W; 3. San Antonio, Mpio de Hunucmá, 21°06'10.5'' N, 90°01'13.3'' W; 4. Rancho La Monedita de Oro, Mpio. de Celestún, 20°52'29'' N, 90°14'58'' W; 5. Oxpehool, Km77 Carretera Mérida-Celestún, Mpio. de Hunucmá, 20°49'11'' N, 90°13'58'' W; 6 y 7. Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, sitio de anidación enfrente del Petén Hu de la Reserva de Ría Lagartos, 20°29'55'' N, 87°38'23'' W, 20°50'47'' N, 87°38'53'' W; 8. Chunchucum, 11.9 Km. al Norte del poblado de Hunucmá, Mpio de Hunucmá, 21°01' N, 89°51'30'' W; 9. Celestún, Km 74, Mpio de Celestún, 20°15' N, 90°24'54'' W; 10. Kinchil-Hunucmá, Reserva de la Biosfera Ría Celestún, 21°09' N, 90°24' W; 11. Becanchen, a 75 Km de Tekax, 20°03' N, 89°13'17'' W; 12. Rancho Yaxkel, carretera a Uxmal, desviación a Unidad López portillo, a 8 Km de la unidad Xmatuy, Mpio de Muna, 20°27'34'' N, 89°49'25'' W; 13. Rancho San Isidro, carretera Panabá Yalsihon, Mpio Dzilam de Bravo, 21°24'17.2'' N, 88°27'56.6'' W; 14 y 15. San Lorenzo, Km. 7 carretera Uxmal San Simón, Mpio de Muna, 20°18'12'' N, 89°48'6'' W; 20°19'5.2'' N, 89°48'11'' W; 16. Nuevo Tezoco, Mpio de Tizimin, 21°14'45.4'' N, 87°32'15'' W; 17. Rancho Santa Clara, Reserva de Dzilam de Bravo, 21°31' N, 88°19' W; 18. Rancho Cuatro Hermanos, Km 67 carretera Mérida - Celestún a 4 km al Sur de la Carretera, 20°49'11.3'' N, 90°13'59'' W; 19. Rancho Xcanageler, Oxcutzcab, tomando la carretera a Xul, 20°07'32'' N, 89°29'07'' W; 20. Hunucmá, aprox. en el Km 10 de la carretera de Hunucma a Sisal, 20°12'39'' N, 89°57' W; 21. Kinchil, 20°52'49'' N, 90°08'58'' W; 22. Aproximadamente a 4 km de Chunchucmil, 20°40'22'' N, 90°13'53'' W; 23. Rancho Cenote Sábalo, Mpio. de Tizimin, 21°25'4.3'' N, 89°35'48.3'' W; 24. CAMPECHE: Ejido El Refugio, Mpio. de Calakmul, 18°48'12'' N, 89°22'39'' W; 25. Al pie de la carretera Dzibalchen-Xpujil, Mpio de Calakmul, 19°04'52'' N, 89°19'69'' W.

MADRIGUERAS DE *Liomys pictus* EN DOS SELVAS TROPICALES DEL PACÍFICO MEXICANO

YOLANDA DOMÍNGUEZ-CASTELLANOS, BEATRIZ HERNÁNDEZ-MEZA,
ÁNGELES MENDOZA D. Y GERARDO CEBALLOS G.

*Instituto de Ecología, UNAM. Ciudad Universitaria, Apdo. Postal 70-275, 04510
México, D.F.*

Resumen: Se determinó la estructura y el contenido de las madrigueras de *Liomys pictus* por tipo de vegetación y temporada del año, en dos selvas tropicales del Pacífico Mexicano. Se encontraron 24 madrigueras: en la selva baja la mayoría son complejas, mientras que en la selva mediana son lineales, por consiguiente y de acuerdo a la clasificación de las madrigueras, en selva baja se presentaron madrigueras múltiples y en selva mediana madrigueras simples. De acuerdo al contenido, las de selva baja tienen en promedio una mayor cantidad de materiales en comparación a las de selva mediana. Se catalogaron un total de 248 especies de plantas de estas 50 se comparten en ambos sitios, del total de las especies se llegaron a identificar sólo 77. Las familias más representativas fueron Leguminosae, Euphorbiaceae y Convolvulaceae. La estructura de las madrigueras no está determinada por la temporalidad, sin embargo el contenido está determinado con la cantidad de material almacenado aunque la producción de semillas está definido por el patrón de fructificación que está dado a lo largo del año.

Palabras clave: Madrigueras, estructura, contenido, *Liomys pictus*, Jalisco, México.

Abstract: We determined the structure and contents of burrows of *Liomys pictus* by vegetation type and season in two tropical forests of the Mexican Pacific. 24 burrows were found in the tropical dry forest and most complex, in the semi deciduous forest is linear, and therefore according to the classification of the burrows in the tropical dry forest are more numerous and simple in the semi deciduous forest. According to the content, of the tropical dry forest have on average a greater amount of material compared to the semi deciduous forest. Were categorized a total of 248 plant species of these 50 sites are shared in both the total number of species is to determine 77. The most representative families were Leguminosae, Euphorbiaceae and Convolvulaceae. The structure of the burrows is not affected by the timing, but the content is determined with the amount of stored material but seed production is defined by the pattern of fruit that is given throughout the year.

Key words: Burrows, structure, food hoarding, *Liomys pictus*, Jalisco, Mexico.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los mamíferos utilizan madrigueras que pueden ser oquedades naturales (ej. cuevas, huecos de árboles) o estructuras construidas en el suelo y en lechos de los ríos (Meadows, 1991). Su tamaño y complejidad dependerá de varios factores como: el tamaño corporal de la especie que la habita (Meadows, 1991; Hansell, 1993), el uso que le da el habitante (Huntly y Reichman, 1994; Rado *et al.*, 1992), el tipo de suelo y la vegetación (Laundré y Reynolds, 1993), la época del año (Andersen, 1987; Williams y Cameron, 1990), la temperatura ambiental (Kenagy, 1973) y la precipitación (Bandoli, 1981).

La construcción y el mantenimiento de madrigueras construidas en el suelo influyen en el ambiente, principalmente modificando sus características, por ejemplo, en los alrededores de las madrigueras puede encontrarse una mayor cantidad de materia orgánica debido a la acumulación de desechos en el exterior (Laundré y Reynolds, 1993); se favorece la remoción del suelo; se incrementa la porosidad; se facilita la infiltración del agua al subsuelo y se contribuye a aumentar la fertilidad (Meadows, 1991; Laundré y Reynolds, 1993).

La estructura y el contenido de las madrigueras de una especie, permite conocer cómo son utilizadas y aporta información sobre su historia natural. Por ejemplo, en *Microtus ochrogaster*, sus madrigueras son más grandes cuando son utilizadas por grupos familiares que cuando son utilizadas por parejas (Mankin y Getz, 1994).

Existe una relación entre la estructura y la función de las madrigueras. Las que son orificios superficiales y sólo son utilizadas en situaciones de peligro como refugios temporales. Otras con estructuras más complejas formadas por túneles, cámaras y uno o más accesos funcionando como refugios permanentes (Hansell, 1993; Meadows, 1991; Reichman y Smith, 1990). Cada sección o parte de la madriguera presentan diversos fines, los túneles conectan a las cámaras y nidos entre sí, y a la madriguera con el exterior. Las cámaras pueden servir como almacén de alimento, letrinas, sitios de descanso o para el cuidado de las crías (Davis y Kalisz, 1992; Harper y Batzli, 1996; Mankin y Getz, 1994; Post *et al.*, 1993; Schmid-Holmes *et al.*, 2001).

Algunos autores como Harper y Batzli (1996) clasificaron a las madrigueras en cuatro tipos de acuerdo a su estructura y a su función. Orificios de escape: túnel de dimensiones pequeñas utilizados como refugios temporales en situaciones de peligro; Madrigueras de escape: túneles largos utilizados como refugio o almacén de alimento temporal; Madrigueras simples: formadas por túneles, cámaras y un nido, usadas como sitio de almacén o de descanso, y finalmente, Madrigueras múltiples: sistema complejo de túneles, cámaras y dos o más nidos, que se destinan al almacén de alimento, sitio del mantenimiento de las crías y de descanso.

Muchas especies de roedores, entre ellos los heterómidos, se caracterizan por construir madrigueras y almacenar alimento, principalmente semillas, las que varían de acuerdo con la temporada del año, la disponibilidad y el tipo de vegetación (Jenkins y Breck, 1998; Longland y Clements, 1995; Murray y Dickman, 1997; Price *et al.*, 2000). Los estudios de la estructura y el contenido de las madrigueras se han realizado con especies de zonas áridas o semiáridas (Price, 1994; Vander Wall, 1990; Vázquez, 1999) y la información disponible para las especies tropicales es escasa y la mayoría se han llevado a cabo en laboratorio (Brown y Harney, 1993; Fleming, 1974; Fleming y Brown, 1975).

La especie de heterómido de la región tropical *Liomys pictus*, construye sus madrigueras que utiliza para almacenar diversos materiales (Ceballos, 1990; McGhee y Genoways, 1978; Mendoza, 1997; Romero, 1993). Se menciona que pueden compartirlas con varios individuos de ambos sexos durante la temporada reproductiva aunque durante la temporada de reproducción las hembras sexualmente activas viven solas (Wagner, 1963 cit. en Jones, 1993). Su alimentación se basa en semillas, principalmente de árboles y lianas, y con su actividad de dispersión y depredación de semillas contribuye al mantenimiento de la estructura de la vegetación (Fleming y Brown, 1975; Janzen, 1982; Matson y Christian, 1977; Mendoza, 1997; Sánchez-Cordero y Fleming, 1993; Sánchez-Rojas *et al.*, 2003).

El objetivo es determinar si la estructura y el contenido de las madrigueras de *L. pictus* están definidas por el tipo de vegetación y la temporada del año. Esperando así encontrar madrigueras más complejas y con mayor proporción de materiales almacenados en una selva baja, debido a que en este tipo de vegetación la temporalidad en la disponibilidad de recursos es más evidente a diferencia de una selva mediana. Mientras que por temporadas, se esperaría que durante secas haya una mayor cantidad de semillas almacenadas.

MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Estación de Biología Chamela, que forma parte de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, en el Estado de Jalisco, México (Figura 1). La estación se ubica en las coordenadas 19° 30' N y 105° 03' W (Bullock, 1986; Ceballos y Miranda, 2000). La altitud varía de 20 a 500 m y la topografía consiste de laderas y cursos de agua temporales. El clima (Awo(x')i) es cálido-húmedo y se caracteriza por una marcada estacionalidad con dos épocas bien diferenciadas, la época de secas que va de diciembre a mayo y la de lluvias de junio a noviembre (García, 1973; Ceballos *et al.*, 1999). La temperatura promedio es de 24.9 °C y la precipitación promedio mensual es de 748 mm (Bullock, 1988).

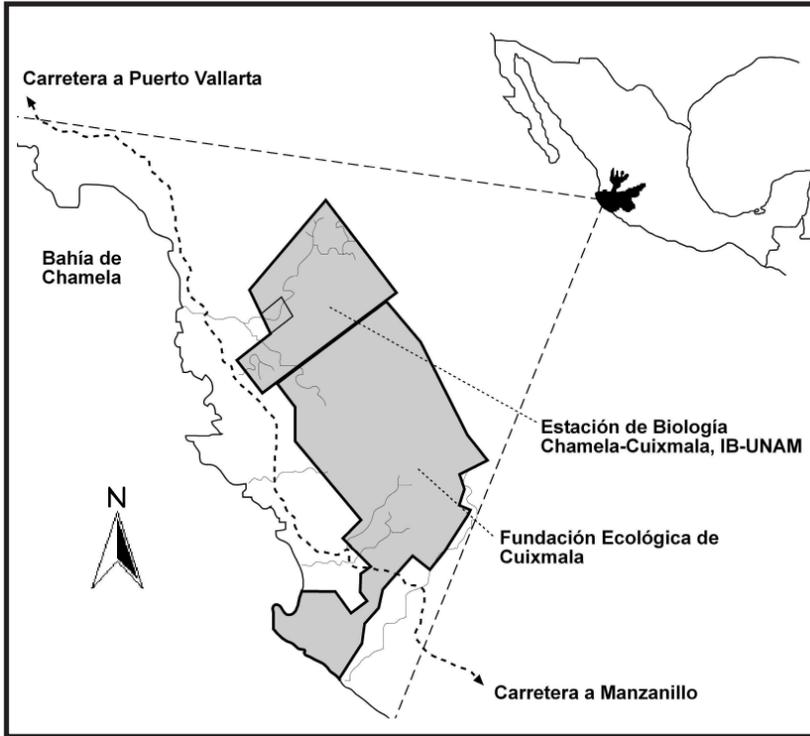


Figura 1. Estación de Biología Chamela, Jalisco en la Reserva de la Biosfera Chamela, Cuixmala.

La vegetación predominante es la selva baja caducifolia, que se encuentra distribuida en los lomeríos, tiene un estrato arbóreo que alcanza alturas entre los 4 y 15 m; el estrato arbustivo y el herbáceo se desarrollan solamente durante la temporada de lluvias. En la temporada de secas, el 90% de las plantas pierden el follaje. La selva mediana subperennifolia, se encuentra en las cercanías de los arroyos permanentes y de temporal, presenta dos estratos arbóreos: uno hasta 15 m y otro entre 25 y 40 m, en secas, del 50 al 75% de la vegetación pierden sus hojas (Lott *et al.*, 1987). Ambos tipos de selvas están sometidos a las mismas condiciones climatológicas pero difieren en fenología, edafología y composición florística (Ceballos, 1989; Filip *et al.*, 1995; Rzedowski, 1986).

Localización de madrigueras

En el periodo de septiembre de 1997 a mayo de 1998 se excavaron 24 madrigueras de *L. pictus*: 12 en la temporada de secas (diciembre a mayo) y 12 en la temporada de lluvias (junio a noviembre). Para localizar las madrigueras se capturaron individuos de *Liomys pictus* en cuatro cuadrantes de 0.5 hectárea, dos cuadrantes en selva baja y dos cuadrantes en selva mediana. En cada cuadrante se colocaron 64 trampas en un arreglo espacial de 8 columnas por 8 filas, con 8 metros de separación. A los individuos capturados se les determinó sexo y condición reproductiva. Posteriormente a la liberación del individuo, se le siguió visualmente para localizar el acceso de la madriguera.

Estructura de las madrigueras

Una vez localizadas las madrigueras, fueron excavadas siguiendo la trayectoria de los túneles y las cámaras, realizándose un dibujo a escala 1:10 cm por cada madriguera. Para cada madriguera se consideraron las siguientes dimensiones (Mankin y Getz, 1994): número de accesos y diámetro de cada uno, número y longitud de los túneles, diámetro promedio de los túneles: medido en 3 puntos diferentes (inicio, intermedio, final), número y dimensiones (alto, ancho, largo) de cámaras, profundidad: distancia del nivel del suelo hasta el piso de las cámaras y de los túneles, longitud total (suma de las longitudes de cámaras, túneles y nidos), volumen de cámaras y túneles (cm³):

$$V = \frac{3}{4} \pi (abc)/2$$

donde:

a = ancho,

b = largo,

c = alto,

volumen de los túneles (cm³):

$$V = r^2 (h)$$

donde:

r = radio,

h = longitud,

volumen total de la madriguera (cm³): suma de los volúmenes de cada sección, pendiente: inclinación del terreno donde se excavó la madriguera, que se determinó con un clinómetro.

Adicionalmente se calculó el índice de linearidad (IL):

$$IL = L/LT$$

donde:

L = distancia entre los dos puntos más distantes de la madriguera,

LT = longitud total de la madriguera.

El rango del índice varía de 0 - 1, disminuye la complejidad de la madriguera al aumentar el valor del índice. De este modo, una madriguera cuyas secciones se ubican a lo largo de una línea recta será menos compleja que una donde las secciones se encuentran dispersas en un área circular (Cameron *et al.*, 1988). Este índice se ha asociado con la densidad poblacional de la especie y con la productividad primaria del sitio, de acuerdo a esto se esperaría que en la selva baja se encuentren las madrigueras más complejas, debido a que en este tipo de vegetación se registran las densidades poblacionales más altas y una productividad primaria menor contrario al de la selva mediana.

Tipos de madrigueras

Para clasificar a las madrigueras se utilizaron los criterios de Harper y Batzli (1996), considerando tres tipos de madrigueras: de escape, simple y múltiple. Por las características de los sitios de estudio esperaríamos que en la selva baja se encontrara la mayor proporción de madrigueras múltiples, ya que la estacionalidad es más marcada y los recursos son limitados, a diferencia de la selva mediana que la disponibilidad de recursos es en todo el año.

Contenido de madrigueras

Durante la excavación de las madrigueras se extrajo el contenido de las cámaras. A partir del contenido se clasificaron las cámaras en tres tipos: cámaras (usadas para almacenaje, letrinas y vacías) y nidos, estos últimos contenían en su mayoría hojas (Davis y Kalisz, 1992, Kenagy, 1973).

Las muestras obtenidas fueron transportadas al laboratorio en bolsas de plástico etiquetadas con los siguientes datos: fecha de colecta, ubicación dentro de la madriguera y número de madriguera, tipo de selva y temporada. Las muestras se tamizaron y se separaron de forma manual, los materiales encontrados fueron pesados, en una balanza analítica, y se asignaron a una de las seis categorías: hojas, troncos (pequeños troncos y cortezas), insectos, restos orgánicos (excretas, huesos, pelo, cascarnes), caracoles y semillas. Las semillas se determinaron hasta el nivel taxonómico posible comparándolas con material de herbario, catálogos de semillas y

consulta a especialistas. Para determinar si existió una preferencia en el almacenamiento de alguna especie se consideraron las frecuencias de ocurrencias de las semillas en las madrigueras.

Análisis estadísticos

En todos los análisis estadísticos se tomó un nivel de significancia $\alpha < 0.05$. Se aplicó una correlación de Pearson entre las variables de estructura y contenido de las madrigueras para determinar si había una relación lineal entre ellas. Se realizó un análisis de varianza en la que se comparó la longitud total, volumen total, número de cámaras, de nidos y de túneles entre los tipos de madrigueras. También se realizó una prueba de t entre la longitud total, volumen total, el número de cámaras, de nidos y de túneles entre los dos hábitats (selva baja vs selva mediana).

En cuanto al contenido, se realizó un análisis de varianza de una vía para comparar las categorías almacenadas por secciones (cámaras, nidos y túneles). Se utilizó la prueba de t , para comparar la cantidad de materiales almacenados por hábitats y por temporadas (secas vs lluvias). Todos los análisis se realizaron en el programa Statistica 6.0 (1984-1998).

RESULTADOS

Estructura

Se excavaron 24 madrigueras utilizadas por 10 hembras y 14 machos. Existe una variación muy amplia en la estructura, el número de accesos varió de 1 a 5, las cámaras de 0 a 23, los nidos de 0 a 3, al igual que los túneles de 1 a 7. La longitud total varió de 50 cm a 884 cm, el volumen total presentó un mínimo de 585 cm³ y un máximo de 56,410 cm³. También la profundidad varió de 17 cm a 75 cm y el índice de linealidad fue de 0.25 a 0.97.

Se encontró que las madrigueras más complejas de acuerdo al índice de linealidad están en la selva baja mientras que en la selva mediana son más lineales ($t = -2.798$, d.f. 22, $P = 0.010$). Entre hábitats se encontraron diferencias significativas en el número de nidos ($t = 1.163$, d.f. 22, $P = 0.026$) y no se encontraron diferencias significativas en la longitud total, el volumen total, la profundidad, el número de túneles y el número de cámaras.

Con respecto al análisis de correlación se encontró que varias de las características de las madrigueras presentan una relación lineal significativa entre sí. Se observa que la longitud está altamente correlacionada con el volumen ($r = 0.756$, d.f. 24, $P = 0.000$) y con el número de cámaras ($r = 0.714$, d.f. 24, $P = 0.000$). Al igual que el volumen total con las cámaras ($r = 0.714$, d.f. 24, $P = 0.000$), nidos ($r = 0.728$, d.f. 24, $P =$

0.000), contenido total ($r=0.830$, d.f. 24, $P=0.000$) y las semillas ($r=0.704$, d.f. 24, $P=0.000$). También se encontraron otras relaciones por ejemplo, el número de nidos con las cámaras ($r=0.661$, d.f. 24, $P=0.000$), el contenido total con las cámaras ($r=0.877$, d.f. 24, $P=0.000$) y finalmente, las semillas con las cámaras ($r=0.746$, d.f. 24, $P=0.000$) y con el contenido total ($r=0.891$, d.f. 24, $P=0.000$).

Tipos de madrigueras

De acuerdo a la clasificación modificada de Harper y Batzli (1996), las madrigueras excavadas en selva baja fueron una de escape, siete simples y cuatro múltiples, a diferencia de selva mediana que fueron dos de escape, nueve simples y una múltiple (Figura 2). Las madrigueras de escape presentaron un sólo acceso y un túnel de pequeñas dimensiones; las simples presentaron de 1 a 5 accesos, un túnel con ramificaciones con una mayor longitud y volumen. Finalmente, las múltiples, presentaron de 1 a 2 accesos y una mayor longitud y volumen que las simples. Se encontraron diferencias significativas al comparar por tipo de madrigueras la longitud total ($t=6.053$, d.f. 21, $P=0.008$), el volumen total ($t=8.615$, d.f. 21, $P=0.001$), el número de cámaras ($t=12.777$, d.f. 21, $P=0.000$) y el número de nidos ($t=28.783$, d.f. 21, $P=0.008$).

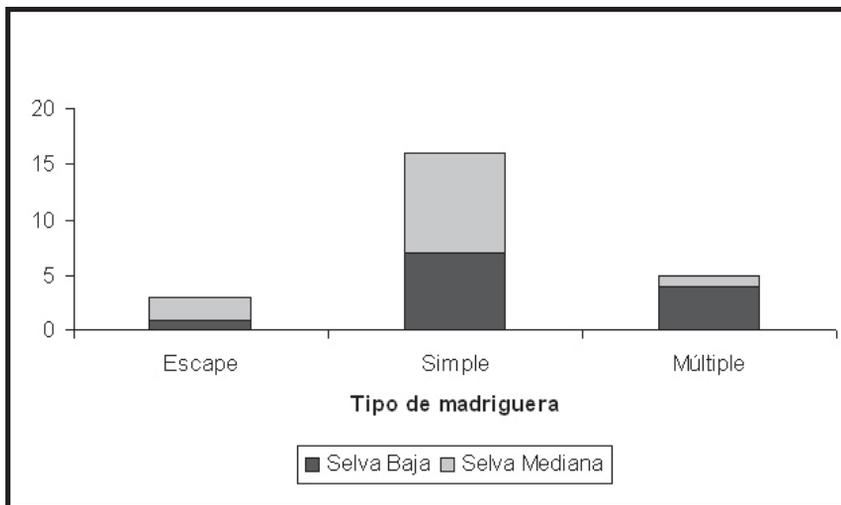


Figura 2. Tipos de madrigueras por hábitat.

Al comparar las categorías de materiales almacenados, por tipos de madrigueras, sólo se encontraron diferencias significativas en las hojas ($f=6.63$, d.f.=21, $P=0.005$) y en el contenido total ($f=3.53$, d.f.=21, $P=0.047$).

Contenido

De las 24 madrigueras excavadas en 22 de ellas se colectó algún tipo de material en su interior. La mayoría de los materiales se encontraron en las cámaras, seguidas de los nidos y finalmente los túneles. La cantidad de materiales variaron ampliamente de < 1 g hasta 453 g. Por hábitat, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de materiales almacenados por madriguera ($t=1.38$, d.f.=22, $P=0.179$), sin embargo, en la selva baja, las madrigueras tienen en promedio una mayor cantidad de materiales en comparación de la selva mediana (43.8 vs 8.3 g, respectivamente). Al comparar las categorías por hábitat no se encontraron diferencias significativas.

La proporción de materiales de cada categoría, con respecto al total, varió entre madrigueras, en todos los casos los insectos fueron los menos representados (<3%), seguidos de los caracoles (<20%), los troncos y cortezas llegaron a representar hasta el 60%, aunque se presenta una amplia variación. En cuanto a los restos orgánicos, que incluyen: excretas, pelo, materiales en descomposición y huesos, alcanzaron hasta el 60% de los materiales. Las hojas, llegaron a representar más del 80%.

Por secciones, encontramos diferencias significativas en el almacenamiento de hojas ($f=129$, d.f.=146, $P=0.000$), que se encontraron en mayor proporción en los nidos, y en los troncos ($f=6.78$, d.f.=146, $P=0.001$), en el resto de las categorías no se encontraron diferencias significativas (insectos $f=1.33$, d.f.=146, $P=0.26$; semillas $f=0.73$, d.f.=146, $P=0.48$; restos orgánicos $f=2.72$, d.f.=146, $P=0.068$; caracoles $f=0.19$, d.f.=146, $P=0.82$).

Por temporadas, no se encontraron diferencias significativas en el almacenaje por madriguera ($t=0.35$, d.f.=22, $P=0.72$) y tampoco para ninguna de las categorías, troncos ($t=0.02$, d.f.=22, $P>0.98$), insectos ($t=-1.22$, d.f.=22, $P=0.23$), caracoles ($t=-0.83$, d.f.=22, $P=0.41$) y hojas ($t=-0.21$, d.f.=22, $P=0.83$).

Semillas

En total se catalogaron semillas de 248 especies de plantas, de éstas 50 especies se compartieron en los dos tipos de selvas. Del total se identificaron 77 hasta algún nivel taxonómico.

En la selva baja se registraron semillas de 158 especies almacenadas, las que predominaron fueron *Spondias purpurea* (204 g), *Jatropha* sp. (153.44 g), *Cordia* sp. (50 g) y *Serjania brachycarpa* (24 g) en conjunto acumularon el 83% en peso. En selva

mediana se encontraron semillas de 140 especies y las más abundantes fueron *Couepia polyandra* (34 g), *Sideroxylon capiri* (16 g), Sp 31 (16 g) y *Brosimum alicastrum* (5 g) que en conjunto representaron el 72% del total (Figura 3). El número de especies por madriguera fue variable en ambos tipos de selva: en selva baja desde 5 hasta 77, al igual el peso desde 0.06 g a 285 g, mientras que en mediana fue de 16 a 52 especies y de 0.19 g a 48.31 g. No se encontraron diferencias significativas en la cantidad de semillas por hábitat ($t=0.49$, d.f.=22, $P>0.14$).

Las familias mejor representadas fueron la Leguminosae y Euphorbiaceae con 23 y 22 especies, respectivamente, les siguió la Convolvulaceae con 11 especies y 22 familias solo estuvieron representadas por menos de 2 especies cada una.

En cuanto a las frecuencias de ocurrencia en madrigueras, encontramos que en ambas selvas la mayor proporción de especies se presenta en una o dos madrigueras (57% en selva baja y 75% en mediana), en selva baja más de 30 especies se presentan en más de cinco madrigueras (entre ellas *Recchia mexicana*, *Croton* sp. 4, *Croton* sp. 2, *Jatropha standleyi*, *Serjania brachycarpa*, *Jacaratia mexicana*), mientras que en selva mediana solo son 12 especies (entre ellas *Recchia mexicana*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Panicum* sp, *Rivina humilis*, *Paulinia* sp, *Ficus cotinifolia*).

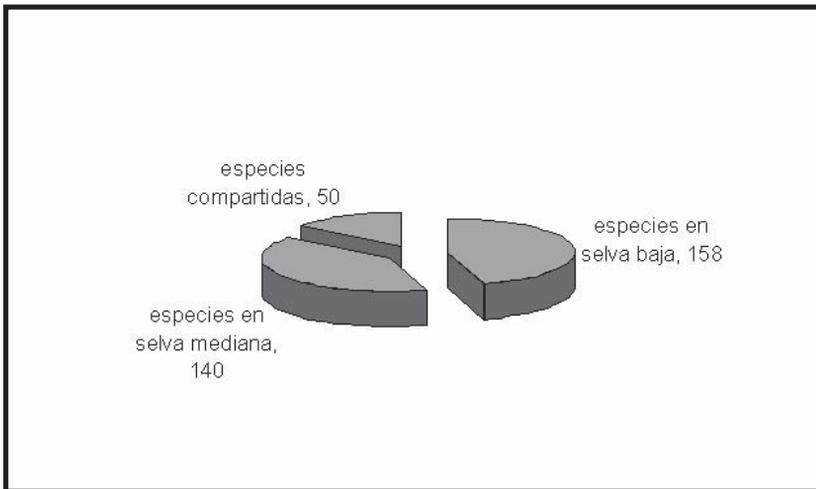


Figura 3. Especies de semillas en madrigueras de *Liomys pictus*, por hábitat y compartidas entre hábitat.

No se encontraron diferencias significativas en la cantidad de semillas almacenadas por épocas ($t = 0.52$, d.f.= 22, $P > 0.60$), pero en ambas selvas, durante secas fue donde se registraron en promedio una mayor cantidad (g) y especies de semillas.

DISCUSIÓN

Estructura

Las madrigueras que construye *L. pictus* en selva baja y selva mediana no difirieron en su estructura general, es decir, constaron de los mismos elementos: túneles, cámaras y nidos. Existió una relación positiva entre la mayoría de los elementos en las madrigueras tanto en longitudes y en volúmenes máximos presentando una mayor cantidad de elementos (túneles, cámaras y nidos). La correlación positiva entre el volumen y la longitud con el contenido total y la cantidad de semillas nos indicó que las madrigueras más grandes permitían almacenar una mayor cantidad de materiales. El volumen total de las madrigueras es el espacio potencial para ser ocupado como almacén, lo que puede ser una ventaja para los individuos que habitan en sitios donde los recursos son escasos en alguna temporada del año (Huntly y Reichman, 1994, Reichman *et al.*, 1982; Romañach *et al.*, 2005). Es así que *L. pictus* en selva baja podía acumular una mayor cantidad de materiales durante la temporada seca. Cabe aclarar que la construcción de cada madriguera y lo que esta contiene es resultado del uso que le da el individuo que la habita y por lo tanto esto va a variar de acuerdo a la disponibilidad de recurso (alimento) a lo largo de año (Evans, 2008).

El índice de linearidad nos indica que las madrigueras de selva baja fueron en promedio sistemas más complejos y ramificados que las de selva mediana. En algunos estudios se sugiere que factores como la productividad primaria neta (PPN) del sitio (Cameron *et al.*, 1988), y la densidad poblacional de la especie de estudio (Airoidi, 1976; cit. en Reichman y Smith, 1990; Romañach *et al.*, 2005) pueden determinar la variación de este índice. En sitios con productividad primaria baja, como es el caso de la selva baja (PPN = 714 g/m²/año) se tienen madrigueras más ramificadas y menos lineales que las ubicadas en selva mediana donde la PPN es mayor (PPN = 1,074 g/m²/año; Vizcaíno, 1983; Wilkins y Roberts, 2007).

En cuanto a la densidad poblacional, en un estudio con *Arvicola terrestris* (Airoidi, 1976; cit. en Reichman y Smith, 1990) se menciona que la relación es inversa, así que en sitios con bajas densidades habrá madrigueras más lineales y viceversa. Nuestros resultados son consistentes con esta idea, la selva mediana tiene en promedio densidades poblacionales más bajas (25 ind/ha; Ceballos, 1989) y se encontraron madrigueras más lineales en comparación con la selva baja que tiene densidades promedio más altas (32 ind/ha, Ceballos, 1989; Mendoza, 1997) y se presentaron madrigueras más complejas y ramificadas.

Aunque no existieron diferencias significativas en la profundidad de la madriguera, en la selva baja éstas fueron más profundas que en la selva mediana (41.7 vs 33.4 cm). Una de las razones de la poca profundidad de las madrigueras en la selva mediana es que durante la temporada de lluvias al ocurrir inundaciones ocasionales hace posible que se inunden las madrigueras y los ratones no concluyan la construcción de la madriguera.

El tipo de suelo es una variable importante a considerar en futuras investigaciones, porque es uno de los factores que más influyen en la estructura de las madrigueras, ya que de acuerdo a sus características (textura, estructura, grado de compactación, nivel de tabla de agua, etc.) puede influir en su construcción (Laundré y Reynolds, 1993; Vleck, 1981). En Chamela los suelos de la selva baja tienen una estructura muy dura o sólida con muy poca materia orgánica llegando a pocos centímetros a la roca, en cambio en la selva mediana la materia orgánica es mayor y los suelos presentan una textura suave (com. per.).

Tipos de Madrigueras

De acuerdo a la clasificación modificada de Harper y Batzli (1996), *L. pictus* construyó tres tipos de madrigueras: de escape, simples y múltiples.

Las madrigueras de escape sólo presentaron un pequeño túnel y en un sólo caso se encontró contenido pero las proporciones de este fueron mínimas. Se sabe que las funciones que presentan estas madrigueras son de refugios temporales para escapar de los depredadores (Reichman y Smith, 1999). En otras especies de roedores se ha encontrado que también las construyen, por ejemplo, *Microtus ochrogaster* construye las de escape con un solo túnel y dos accesos o pocos túneles y con una cámara, que en algunos casos es el inicio de una madriguera múltiple (Harper y Batzli, 1996).

De las 24 madrigueras analizadas en este trabajo, 16 fueron madrigueras simples y de estas, la mayoría se encontraron en la selva mediana. La función que presentaron fue de almacén y de estancia temporal (Harper y Batzli, 1996; Thomas, 1974) y pueden ser consideradas una etapa intermedia entre las madrigueras de escape y las múltiples. Se ha visto que los jóvenes de *Spalax erhenbergi* construyen sus madrigueras a partir de uno de los túneles de la madriguera de la madre y hasta tener un área considerable bloquean la conexión con la madriguera principal (Rado *et al.*, 1992) creando así una madriguera simple.

Las madrigueras múltiples, se encontraron más en la selva baja (4 vs 1). También fueron las más grandes y complejas, presentando las funciones de almacén de alimento y de otros materiales para la construcción de los nidos y refugios permanentes; se ha visto que en algunos casos son utilizados por parejas o por

grupos familiares (Harper y Batzli, 1996), en el caso de *L. pictus* se ha observado que habitan en parejas solo en la etapa reproductiva (Wagner, 1963 cit. en Jones, 1993). En otros casos, algunas madrigueras complejas pueden ser heredadas a las siguientes generaciones aunque se desconoce que *L. pictus* herede sus madrigueras, sin embargo, no se descarta la posibilidad ya que en otras especies de heterómidos como *Dipodomys spectabilis*, construye su madriguera y puede ser utilizada por las siguientes generaciones (Brown y Harney, 1993).

Secciones

Los túneles fueron la sección predominante en las madrigueras, como ocurre en el caso de otras especies, topos y tuzas (Huntly y Reichman, 1994; Wilkins y Roberts, 2007) o en el caso de los wombats (Evans, 2008). En selva mediana, se observó que varios de los túneles iban paralelos a raíces de las plantas, sugiriendo que estas les proporcionan soporte (Andersen, 1987; Vázquez, 1999). En general se encontró un túnel principal con pocas ramificaciones, las cámaras y nidos se ubicaban generalmente de forma lateral con respecto al túnel principal, sirviendo como conexión entre las cámaras y los nidos.

En cuanto a las cámaras, éstas presentaron forma semicircular, el máximo encontrado fue de 23, no hay reportes de un número similar en heterómidos, sin embargo, especies de lagomorfos como *Ochotona pallasi* se han reportado hasta 20 cámaras por madriguera (Okunev y Zonob, 1980, cit. en Vander Wall, 1990). En la mayoría de los casos, se ubicaron de forma lateral con respecto al túnel y tenían una sola entrada. Aunque algunas se ubicaron en la intersección de dos túneles y presentaban más de una entrada.

Los nidos no estuvieron presentes en todas las madrigueras, lo que nos indica que solo algunas madrigueras son utilizadas para el mantenimiento de las crías durante la época de crianza (Schmid-Holmes *et al.*, 2001). Son los sitios más importantes dentro de la madriguera ya que ahí es donde se mantienen a las crías durante algún tiempo antes del destete (Hansell, 1993) También son utilizados como sitios para descansar y dormir (Hoogland, 1995).

Físicamente, los nidos presentaban una cubierta de hojas en el piso, la mayoría de las ocasiones se localizaban al final del túnel y en promedio fueron la sección más profunda. Se menciona que el estado del material y de suelo de los nidos puede ser indicativo de si estaba o no activo en el momento de la excavación, de acuerdo a esto todos los nidos encontrados en las madrigueras estaban activos por que las hojas estaban aún verdes, y no estaban colapsados, es decir con las paredes dañadas o con el material cubierto de tierra (Davis y Kalisz, 1992).

Contenido

Las madrigueras que construye *L. pictus* fueron usadas para almacenar diversos materiales y su cantidad fue variable, al igual que lo reportado para otras especies de heterómidos que almacenan desde pequeñas cantidades (*Chaetodipus baileyi*; Vázquez, 1999) hasta varios kilos de material (*Dipodomys spectabilis*; Vander Wall, 1990).

Por categorías, los insectos fueron el material menos representado en las madrigueras, se ha sugerido que tanto la vegetación fresca como los insectos pueden ser consumidos en el exterior, por lo tanto su transporte en los abazones y almacenamiento en las madrigueras es escaso (Mendoza, 1997). Algunos insectos pueden entrar accidentalmente en las madrigueras y ser depredados por los ratones, por otro lado algunos autores mencionan que varios especies pueden utilizar una madriguera al mismo tiempo establecer algún tipo de relación entre sus habitantes (Meadows, 1991; Shetts *et al.*, 1971; Vázquez, 1999). En el caso de *L. pictus* mantiene asociaciones foréticas con palomillas y/o simbióticas con pseudoescorpiones (Mendoza, 1997).

En lo que respecta a los troncos y cortezas, se encontraron en la mayoría de las madrigueras, sin embargo, no sabemos como los utilizan los ratones; en otras especies como *Neotoma mexicana* (Álvarez *et al.*, 1988) utilizan pequeños troncos para la construcción de los nidos. Los caracoles se encontraron presentes en pequeñas proporciones, algunos mostraban indicios de haber sido consumidos parcialmente por los ratones, se observó que también se ha encontrado en abazones (Mendoza, 1997), lo que indica que forman parte de su dieta habitual aunque en pequeña proporción en relación a las semillas.

Los restos orgánicos fueron en su mayoría excretas y en menor proporción cascarones de huevo, fragmentos de piel de serpiente, huesos y material en descomposición. Hubo cámaras que se caracterizaron por contener sólo este tipo de material y se consideraron como letrinas, en general se encontraban en sitios alejados del resto de las secciones, y los materiales tenían una cubierta de tierra. En varias especies de roedores como en los perritos de las praderas y algunas tuzas, se ha reportado la existencia de letrinas dentro de las madrigueras (Cameron *et al.*, 1988, Sheets *et al.*, 1971). Es importante destacar que en los nidos, la cantidad de excretas u otro tipo de desechos fueron prácticamente nulos, lo que coincide con lo encontrado en *Dipodomys microps* y *D. merriami* (Kenagy 1973), este comportamiento sugiere una conducta de limpieza por parte de los ratones.

Las hojas, como ya se mencionó se encontraron principalmente en los nidos, y en general se encontraron sin indicios de ser consumidas. Algunos autores sugieren que la vegetación fresca contribuye a disminuir las variaciones en temperatura y

humedad, principalmente en sitios con condiciones climáticas extremas (Hansell, 1993; Hickman, 1983; Kinlaw, 1998; Reichman y Smith, 1990).

Semillas

En lo que respecta a las semillas, en este trabajo se registraron 248 especies almacenadas en ambos tipos de vegetación. En trabajos previos con semillas transportadas en los abazones de *L. pictus* se han registrado 140 especies (Mendoza, 1997). Lo que nos indica que *L. pictus* utiliza una gran cantidad de semillas ya sea para consumo inmediato o para su almacenaje (Ceballos y Miranda, 2000; Mendoza, 1997; Domínguez y Ceballos, 2005; Sánchez-Rojas *et al.*, 2004). En otros heterómidos se ha registrado que el consumo y el almacenaje son eventos independientes, por lo tanto pueden ser diferentes las especies que transportan a las que almacenan (Reichman, 1975). Las semillas almacenadas tanto en madrigueras y como en las selvas debería de estar relacionada con la composición florística del área de estudio, sin embargo esto no sucedió ya que las semillas almacenadas podrían haber sido de otra temporada del año o de otros años y no al momento en que se excavo la madriguera.

Diversas son las especies por las que se ha visto que *L. pictus* muestra preferencia, ya sea para transportar, consumir o almacenar y estas diferencias se pueden deber por un lado a la disponibilidad de las semillas en el tiempo. En Chamela existe variación en la producción de semillas, no todas las especies producen cada año, además de características propias de la semilla como: tamaño, latencia, olor, palatabilidad y presencia de compuestos tóxicos, además de la competencia que pueda existir por recursos con otros granívoros como las aves o las hormigas (Briones, 1996; Reichman y Price, 1993; Vander Wall, 1990).

El predominio de la familia Leguminosae, en las semillas almacenadas puede tener algunas explicaciones, ya que es una de las familias con más especies en Chamela (Lott *et al.*, 1987) y que son un importante almacén de nitrógeno por lo que tienen un alto valor energético, y en algunos trabajos se hace referencia a que son de los alimentos preferidos por los organismos fosoriales (Huntly y Reichman, 1994).

Aunque no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de semillas almacenadas en cada hábitat, en promedio las madrigueras de selva baja presentaron una mayor cantidad de estas. La hipótesis inicial predecía que una mayor cantidad de materiales, en particular semillas en selva baja, sin embargo, la amplia variación en la cantidad almacenada puede que cubra las diferencias, lo que sugiere que para posteriores estudios se considere un mayor número de madrigueras analizadas para así disminuir dicho factor.

En algunos heterómidos de zonas áridas se han reportado diferencias temporales en el contenido de las madrigueras (Monson, 1943; Monson y Kessler, 1940; Shaw, 1934; Vorhies y Taylor, 1922), en este caso no se observó esta diferencia,

lo que podría atribuirse a las diferencias en los patrones de producción de semillas. En las zonas áridas los patrones de fructificación se concentran en un periodo muy restringido del año y esto se ve reflejado en los contenidos de las madrigueras, en cambio en Chamela aunque presenta dos temporadas bien marcadas, climáticamente hablando, la fructificación tiene un patrón disperso a lo largo del año (Bullock y Solís-Magallanes, 1990).

CONCLUSIONES

Liomys pictus construye al igual que otras especies de roedores tres tipos de madrigueras (de escape, simples y complejas). Las madrigueras simples se encontraron en selva mediana y las complejas en selva baja, esto, debido a que en la selva mediana los ratones tienen más recursos disponibles en el ambiente y no requieren almacenar una gran cantidad de materiales, sin embargo, en la selva baja es al contrario, la disponibilidad de recursos es temporal en secas y el alimento está en mayor cantidad disponible que en lluvias. Como se sabe *L. pictus* es una especie granívora que almacena, consume, transporta y dispersa una gran cantidad de semillas lo que a largo plazo puede contribuir a modificar tanto la estructura del suelo como a la vegetación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los que de alguna manera colaboraron en la realización de este trabajo como a la Dra. María de los Ángeles Mendoza Durán, por permitirnos ser sus primeras alumnas, el apoyo económico de parte de CONACYT y Fundación UNAM.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, T.J., C. López-Vidal y O.J. Polaco. 1988. Estudio de las madrigueras de la rata magueyera, *Neotoma mexicana* (Rodentia), en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Zoología, 32:131-154.
- Andersen, D.C. 1987. *Geomys bursarius* burrowing patterns: influence of season and food patch structure. *Ecology*, 68:1306-1318.
- Bandoli, J.H. 1981. Factors influencing seasonal burrowing activity in the pocket gopher, *Thomomys bottae*. *Journal of Mammalogy*, 62:293-303.
- Briones-Salas, M.A. 1996. Estudio sobre la remoción y postdispersión de frutos y semillas por mamíferos en un bosque tropical caducifolio. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.

-
- Brown, J.H. y B.A. Harney. 1993. Population and community ecology of heteromyid rodents in temperate habitats. Pp: 618-651, en: *Biology of the Heteromyidae*. (Genoways, H.H. y J. H. Brown, Eds.). The American Society of Mammalogists, Special Publications USA
- Bullock, S.H. 1986. Climate of the Chamela Jalisco and trends in south coastal region of Mexico. *Arch. Met. Geoph. Biocl. Ser. B.*, 36:297-316.
- Bullock, S.H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela. *Folia Entomológica Mexicana*, 77:6-17.
- Bullock, S.H. y J. Solis-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*, 22:22-35.
- Cameron, G.N., S.R. Spencer, B.D. Eshelman, L.R. Williams, y M.J. Gregory. 1988. Activity and burrow structure of Attwater's pocket gopher (*Geomys attwateri*). *Journal of Mammalogy*, 69:667-677.
- Ceballos, G. 1989. *Population and community ecology of small mammal from tropical deciduous and arroyo forest in western Mexico*. Unpublished Ph. D. Thesis. University of Arizona, Tucson, Arizona.
- Ceballos, G. 1990. Comparative natural history of small mammals from tropical forest in western Mexico. *Journal of Mammalogy*, 71:263-266.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. *Guía de campo de los Mamíferos de la Costa de Jalisco, México*. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. Instituto de Ecología e Instituto de Biología, UNAM. México.
- Ceballos, G., A. Zsekeli, A. García, P. Rodríguez y F. Noguera. 1999. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala*. Instituto de Ecología, SEMARNAP, México, D. F.
- Davis, W.H. y P.J. Kalisz. 1992. Burrow systems of the prairie vole, *Microtus ochrogaster*, in Central Kentucky. *Journal of Mammalogy*, 73:582-585.
- Domínguez Castellanos Y. y G. Ceballos. 2005. *Liomys pictus*. Pp. 629-630, en: *Los Mamíferos Silvestres de México*, (eds., Ceballos G. G., Oliva V. G.). Fondo de Cultura Económica-CONABIO.
- Evans, M.C. 2008. Home range, burrows-use and activity patterns in common wombats (*Vombatus ursinus*). *Wildlife Research*, 35:455-462.
- Fleming, T.H. 1974. The population ecology of two species of Costa Rican heteromyid rodents. *Ecology*, 55:493-510.
- Fleming, T.H. y G.J. Brown. 1975. An experimental analysis of seed hoarding and burrowing behavior in two species of Costa Rican heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy*, 56:301-315.
- Filip, V., R. Dirzo, J.M. Maass y J. Sarukhán. 1995. Within- and Among- year variation in the levels of herbivory on the foliage of trees from a Mexican Tropical Deciduous Forest. *Biotropica*, 27:78-86
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM.
- Hansell, M.H. 1993. The ecological impact of animal nests and burrows. *Functional Ecology*, 7:5-12.

-
- Harper, S.J. y G.O., Batzli. 1996. Effects of predators on structure of burrows of voles. *Journal of Mammalogy*, 77:1114-1121.
- Hickman, G.C. 1983. Burrows, surface movement, and swimming of *Tachyoryctes splendens* (Rodentia, Rhizomyidae) during flood conditions in Kenya. *Journal of Zoology*, 200:71-82.
- Hoogland, J.L. 1995. *The black-tailed prairie dog, social life of a burrowing mammal*. University of Chicago Press.
- Huntly, N. y O.J. Reichman. 1994. Effects of subterranean mammalian herbivores on vegetation. *Journal of Mammalogy*, 75:852-859.
- Janzen, D.H. 1982. Seed removal from fallen Guanacaste fruits (*Enterolobium cyclocarpum*) by spiny pocket mice (*Liomys salvini*). *Brenesia*, 19:425-429.
- Jenkins, S. H. y S. W. Breck. 1998. Differences in food hoarding among six species of heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy*, 79:1221-1233.
- Jones, W.T. 1993. The social systems of heteromyid rodents. Pp: 575- 595, en: *Biology of the Heteromyidae*. (Genoways, H.H. y J. H. Brown, Eds.). The American Society of Mammalogists, Special Publications USA, No. 10.
- Kenagy, G.J. 1973. Daily and seasonal patterns of activity and energetics in a heteromyid rodent community. *Ecology*, 54:1201-1219.
- Kinlaw, A. 1999. A review of burrowing by semi-fossorial vertebrates in arid environments. *Journal of Arid Environments*, 41:127-145.
- Laundré, J.W. y T.D. Reynolds. 1993. Effects of soil structure on burrow characteristics of five small mammal species. *Great Basin Naturalist*, 53:358-366.
- Longland W.S. y C. Clements. 1995. Use of fluorescent pigments in studies of seed caching by rodents. *Journal of Mammalogy*, 76:1260-1266.
- Lott, E.J., S.H. Bullock y A. Solis-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests of Coastal Jalisco. *Biotropica*, 19:228-235.
- Mankin, P.C. y L.L. Getz. 1994. Burrow morphology as related to social organization of *Microtus ochrogaster*. *Journal of Mammalogy*, 75:492-499.
- Matson, J.O. y D.P. Christian. 1977. A laboratory study of seed caching in two species of *Liomys* (Heteromyidae). *Journal of Mammalogy*, 58:670-671.
- McGhee, M.E. y H.H. Genoways. 1978. *Liomys pictus*. *Mammalian Species*, 83:1-5.
- Meadows, A. 1991. Burrows and burrowing animals: an overview. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, 63:1-13.
- Meadows, P.S. 1991. The environmental impact of burrows and burrowing animals-conclusions and a model. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, 63:327-338.
- Mendoza D., M.A. 1997. *Efecto de la adición de alimento en la dinámica poblacional y estructura de comunidades de pequeños roedores en un bosque tropical caducifolio*. Tesis de Maestría (Ecología y Ciencias Ambientales). Facultad de Ciencias. UNAM, México, D.F.
- Murray, B.R. y C.R. Dickman. 1997. Factors affecting selection of native seeds in two species of Australian desert rodents. *Journal of Arid Environments*, 35:517-525.
- Post, D.M., O.J. Reichman y D.E. Wooster. 1993. Characteristics and significance of the caches of eastern woodrats (*Neotoma floridiana*). *Journal of Mammalogy*, 74:688-692.

-
- Price, M.V., P.A. Kelly y R.L. Goldingay. 1994. Distances moved by Stephens' kangaroo rat (*Dipodomys stephensi* Merriam) and implications for conservation. *Journal of Mammalogy*, 75:929-939.
- Price, M.V., N.M. Waser y S. McDonald. 2000. Seed caching by heteromyid rodents from two communities: implications for coexistence. *Journal of Mammalogy*, 81:97-106.
- Rado, R., Z. Wollberg y J. Terkel. 1992. Dispersal of young mole rats (*Spalax ehrenbergi*) from the natal burrow. *Journal of Mammalogy*, 73:885-890.
- Reichman, O.J. y M.V. Price. 1993. Ecological aspects of heteromyid foraging. Pp. 539-573, en: *Biology of the Heteromyidae*. (Genoways, H.H. y J.H. Browns, eds.) The American Society of Mammalogists, Special publications USA
- Reichman, O.J. y S.C. Smith. 1990. Burrows and burrowing behavior by mammals. *Current Mammalogy*, 2:197-244.
- Reichman, O.J., T. G. Whitham, y G.A. Ruffner. 1982. Adaptive geometry of burrow spacing in two pocket gopher populations. *Ecology*, 63:687-695.
- Rzedowsky, J. 1986. *Vegetación de México*. Limusa. México.
- Romañach, S.S., E.W. Seabloom, O.J. Reichman, W.E. Rogers y G.N. Cameron. 2005. Effects of specie, sex, age, and habitat on geometry of pocket gopher foraging tunnels. *Journal of Mammalogy*, 86:750-756.
- Romero-Almaraz, M. de L. 1993. *Biología de Liomys pictus*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Sánchez- C., V. y T.H. Fleming. 1993. Ecology of tropical heteromids. Pp: 596-617, en: *Biology of the Heteromyidae*. (Genoways, H.H. y J. H. Brown, Eds.). The American Society of Mammalogists, Special Publications USA, No. 10.
- Sánchez-Rojas, G., V. Sánchez-Cordero y M. Briones. 2004. Effect of plant species, fruit density and habitat on post-dispersal fruit and seed removal by spiny pocket mice (*Liomys pictus*, Heteromyidae) in a tropical dry forest in Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 39:1-6.
- Schmid-Holmes, S., L.C. Drickamer, A.S. Robinson y L.L. Gillie. 2001. Burrows and burrows-cleaning behavior of the house mice (*Mus musculus domesticus*). *The American Midland Naturalist*, 146:53-62.
- Sheets, R. G., R. L. Linder y R. B. Dahlgren. 1971. Burrow systems of prairie dogs in South Dakota. *Journal of Mammalogy*, 52:451-453.
- Thomas, K. R. 1974. Burrow systems of the eastern chipmunk (*Tamias striatus pipilans lowery*) in Louisiana. *Journal of Mammalogy*, 55:454-459.
- Vander Wall, S. B. 1990. *Food hoarding in animals*. University of Chicago Press, Chicago.
- Vázquez, M. M. R. 1999. Estudio sobre la arquitectura de las madrigueras de *Chaetodipus baylei* (Rodentia: Heteromyidae) en la zona norte de la Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura, UNAM. Campus Iztacala.
- Vleck, D. 1981. Burrow structure and foraging costs in the fossorial rodent, *Thomomys bottae*. *Oecologia*, 49:391-396.
- Williams, L. R. y G. N. Cameron, 1990. Dynamics of burrows of Attwater's pocket gopher (*Geomys attwateri*). *Journal of Mammalogy*, 71:433-438.
- Wilkins, K.T. y H.R. Roberts. 2007. Comparative analysis of burrows of seven species of pocket gophers (Rodentia: Geomyidae). *The Southwestern Naturalist*, 52:83-88.

DEPREDADORES DE MURCIÉLAGOS EN LA CUEVA DE LOS LAGUITOS, CHIAPAS, MÉXICO

MATÍAS MARTÍNEZ-CORONEL, XAZMÍN MORALES-MEDINA Y CAROLINA MÜDESPACHER-ZIEHL.

Laboratorio de Citogenética Animal, Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Purísima, Iztapalapa, D. F. correo electrónico: marti17@hotmail.com

Resumen: La cueva de "Los Laguitos", localizada cerca de Tuxtla Gutierrez, Chiapas, es por sus condiciones ambientales esta clasificada como una cueva de calor y es habitada por nueve especies de murciélagos, que mantienen una población de más de 100 000 individuos en cualquier época del año. La cueva fue visitada 225 veces durante 14 años, tiempo durante el cual registramos la presencia de seis vertebrados silvestres y uno doméstico, considerados depredadores de murciélagos. Los depredadores que fueron observados siempre fueron *Trimorphodon biscutatus* y *Glaucidium brasilianum*, seguidos de *Didelphis marsupialis*, *Felis catus*, *Boa constrictor*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Geococcyx velox*. De las nueve especies de murciélagos que habitan la cueva, solamente *Mormoops megallophylla*, *Pteronotus davyi*, *P. parnellii*, *Artibeus jamaicensis*, *Leptonycteris yerbabuena* y *Natalus mexicanus* fueron depredadas, mientras que *Balantiopteryx plicata*, *P. personatus* y *Glossophaga soricina* no lo fueron. De los siete depredadores registrados en la cueva, el gato doméstico puede ser el más dañino para esta comunidad.

Palabras clave: depredación, murciélagos, serpientes, aves, mamíferos.

Abstract: "Los Laguitos" is a hot cave located near of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. The cave is used as refuge by nine species of bats, with a population greater than 100 000 individuals at any time of year. Seven vertebrate predators that feed on bats were registered in the cave in 225 visits along 14 years. The lyre snake, *Trimorphodon biscutatus*, and the ferruginous pygmy-owl, *Glaucidium brasilianum*, were encountered all times. The common opossum, *Didelphis marsupialis* was the next most observed species followed by, the domestic cat (*Felis catus*), the boa constrictor (*Boa constrictor*), gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*) and lesser roadrunner (*Geococcyx velox*). *Mormoops megallophylla*, *Pteronotus davyi*, *P. parnellii*, *Artibeus jamaicensis*, *Leptonycteris yerbabuena* and *Natalus mexicanus* were the bat species captured by these predators, while *Balantiopteryx plicata*, *P. personatus* and *Glossophaga soricina* don't were detected in the carcasses. From the seven vertebrate predators registered in the cave, we consider the domestic cat as the more dangerous for this community to .

Key words: predation, bats, snakes, birds, mammals.

INTRODUCCIÓN

Los murciélagos son depredados por una variedad de organismos que van desde arañas y ciempiés gigantes hasta reptiles, aves y mamíferos (Gillette y Kimbrough, 1970; Molinari *et al.*, 2005). Usamos la palabra depredación para referirnos al tipo de interacción donde el depredador representa al organismo que caza y mata a su presa para consumirla (Begon *et al.*, 2005). Entre los reptiles, las serpientes parecen ser las únicas que depredan murciélagos. En la región neotropical las especies que principalmente capturan murciélagos son colúbridos y boídos y en menor proporción los vipéridos (Esbérard y Vrcibradic, 2007). En México se tiene evidencia de la mazacuata (*Boa constrictor*) y la falsa nauyaca (*Trimorphodon biscutatus*) como depredadores de estos organismos (Sánchez-Hernández y Ramírez-Bautista, 1992). Dentro de las aves depredadoras de murciélagos sobresalen las rapaces diurnas, como halcones y cernícalos, y nocturnas como búhos y lechuzas, que los capturan cuando salen de sus refugios o cuando están buscando alimento (Chacón-Madrigal y Barrantes, 2004; Fenton *et al.*, 1994; Fortuna *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2007; Twente, 1954). Los mamíferos que más frecuentemente capturan murciélagos son el gato doméstico, el gato montés y el tlacuache (Gillette y Kimbrough, 1970; Wroe y Wroe, 1982). Los gatos y tlacuaches los cazan principalmente en la entrada de las cuevas o bien alrededor de los cuerpos de agua cuando bajan a tomar.

La depredación y las condiciones microclimáticas son considerados los factores más importantes en la selección del refugio por parte de los murciélagos (Kunz, 1982; Tuttle y Stevenson, 1982). De todos los refugios empleados por los murciélagos, las cuevas son los sitios más seguros contra los depredadores y los cambios bruscos del ambiente, razón por la cual estos se congregan en las mismas. Sin embargo, grandes congregaciones de murciélagos representan islas de recursos para depredadores (Esbérard y Vrcibradic, 2007; Gillette y Kimbrough, 1970; Hammer y Arlettaz, 1998; Kunz, 1982; Molinari *et al.*, 2005; Rodríguez y Reagan, 1984; Thomas, 1974; Twente, 1954; Wroe y Wroe, 1982).

Debido a que existe poca información sobre depredadores de murciélagos en México, el objetivo del presente trabajo es dar a conocer información sobre vertebrados que depredan o potencialmente pueden depredar murciélagos en la cueva de los Laguitos, Chiapas. En especial como depredador en esta cueva, queremos enfatizar la presencia del gato doméstico (*Felis catus*) y las posibles consecuencias que su presencia puede ocasionar a esta comunidad.

ÁREADE ESTUDIO

La cueva de Los Laguitos se encuentra ubicada al noroeste de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (16°46' 42" LN; 93°08' 55" LW), a una altitud de 781 msnm. Es una cavidad

horizontal con una sola entrada y una longitud total mayor a 600 m. Por sus condiciones ambientales se considera una cueva de calor, con valores promedio anuales de 32.3° de temperatura y 95.4% de humedad relativa (Martínez-Coronel *et al.*, en prensa). Las cuevas de calor son aquellas donde los valores de temperatura y HR son superiores a los valores promedio anuales del ambiente externo, y son más estables en comparación con otros tipos de cuevas (De la Cruz, 1992; Silva-Taboada, 1979). La vegetación que rodea a la cueva corresponde a una selva baja caducifolia (Miranda, 1998). En su interior coexisten nueve especies de murciélagos: *Balantiopteryx plicata*, *Mormoops megallophylla*, *Pteronus davyi*, *P. parnellii*, *P. personatus*, *Artibeus jamaicensis*, *Glossophaga soricina*, *Leptonycteris yerbabuena* y *Natalus mexicanus*. La población de murciélagos que existe en la cueva a lo largo del año es siempre mayor a 100 000 individuos, no obstante de las variaciones numéricas que experimentan algunas especies como *L. yerbabuena*, *M. megallophylla*, *P. davyi*, *P. parnellii* y *N. mexicanus* (Martínez-Coronel *et al.*, 1996; en prensa).

MÉTODOS

Como parte de otros estudios, la cueva fue visitada durante 225 días entre octubre de 1996 y julio de 2009, tiempo durante el cual fueron cubiertos todos los meses del año. La población de murciélagos fue estimada través de conteos directos en el caso de *Balantiopteryx plicata*, mientras que en las demás especies se hizo por conteos en áreas de superficie conocida y estos valores fueron extrapolados a toda el espacio que en ese momento ocupaba la colonia.

Durante las visitas en el día o antes del oscurecer, hacíamos una exploración visual en la entrada de la cueva para detectar la presencia de depredadores potenciales de murciélagos, el contacto visual iniciaba a una distancia de 30 m, aún protegidos por la vegetación. Durante la inspección nocturna de la entrada siempre utilizamos luz de lámparas de cacería. Una vez que estábamos en la entrada de la cueva, la inspección fue dirigida a las paredes, techo y piso, donde buscábamos huellas, restos de murciélagos o serpientes. En la parte interna de la cueva, la presencia de los depredadores fue detectada con la ayuda de la luz de las lámparas. En 151 visitas las observaciones iniciaron media hora antes de la puesta del sol y hasta seis horas después; en las 74 visitas restantes realizamos observaciones cada tres horas hasta completar un ciclo de 24 hrs. Cada vez que observamos un depredador potencial, determinamos la especie, la hora de observación e inspeccionamos si estaba cazando o alimentándose de algún murciélago. En ciertos casos fue posible determinar a través de los restos o por fotografía la especie del murciélago capturado.

RESULTADOS

Durante los 225 visitas a la cueva detectamos la presencia de seis vertebrados silvestres y un vertebrado doméstico (Cuadro 1). Por su frecuencia sobresalen la falsa nauyaca (*Trimorphodon biscutatus*) y el búho enano o tecolote bajo (*Glaucidium brasilianum*), que fueron observados en todas las visitas. La actividad de ambos depredadores ocurre al anochecer, justo cuando los murciélagos emergen de la cueva. En caso de la falsa nauyaca llegamos a contar un máximo de cinco individuos en un mismo día, y en una ocasión observamos que un individuo de aproximadamente 150 cm de longitud consumió cinco murciélagos en un lapso de dos horas. Estas serpientes se suspenden del techo o se posan sobre las paredes de la entrada y llegan a penetrar hasta 15 metros de profundidad y en ninguna ocasión detectamos que rebasaran éste límite. De todas las veces que observamos a las serpientes, en 31 ocasiones capturaron murciélagos: 16 individuos correspondieron a *L. yerbabuena*, 10 a *N. mexicanus*, 4 a *M. megalophylla*, 3 a *P. davyi* y 2 a *P. parnellii*. Todas las presas fueron consumidas, excepto cuando un individuo cayó al piso y regurgitó cinco *L. yerbabuena*. El comportamiento que mostró la serpiente una vez que atrapaba al murciélago, era de tolerancia a nuestra presencia cuando nos acercamos a determinar la especie de murciélago (Figura 1).

Al igual que la falsa nauyaca, el búho fue observado en los 225 días que visitamos la cueva. La mayoría de las veces fue un ejemplar, excepto en dos días de enero del 2009 que detectamos a dos individuos en el mismo árbol. Éste animal se posaba al atardecer en los árboles que rodean la entrada de la cueva y los cazaba cuando al anochecer. Debido a la oscuridad y a que una vez que capturaba a su presa se alejaba con ella, desconocemos que murciélagos fueron depredados por esta ave.

El tlacuache (*Didelphis marsupialis*) fue el tercer animal más observado en la cueva, y mostró actividad tanto en el día como en la noche. En noviembre de 1998 encontramos a una madre que llegó a vivir con tres crías a la cueva, y en noviembre del 2001 detectamos a otra madre con cuatro crías. En ambos años los animales fueron vistos tanto día como de noche y durante varios días, alimentarse de neonatos de *L. yerbabuena*. En junio del 2004 observamos a dos adultos depredando neonatos de *N. mexicanus* en el interior de la cueva.

Los depredadores silvestres con menos avistamientos fueron la mazacuata (*Boa constrictor*), el correcominos (*Geococcyx velox*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). En el caso de la primera, observamos un individuo en agosto del 2004, julio del 2005 y mayo del 2008, y que usó como sitio de caza una cornisa a cuatro metros del piso y a tres de profundidad respecto a la entrada. El correcominos fue observado salir de la cueva durante el día en noviembre de 1997, mientras que la zorra fue observada saliendo una noche en octubre de 1998.



Figura 1. Ejemplar de *Trimorphodon biscutatus* alimentándose de un individuo de *Leptonycteris yerbabuena* en la cueva de "Los Laguitos", Chiapas.

Cuadro 1. Vertebrados depredadores de murciélagos observados en la cueva de "Los Laguitos", Chiapas. El número total de visitas a la cueva fue de 225. En cada depredador se indica el número de veces que fue observado y el porcentaje que esto representa (entre paréntesis).

Grupo Vertebrado	Especie	Días observados
Reptiles	<i>Boa constrictor</i>	3
	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	225 (100%)
Aves	<i>Glaucidium brasilianum</i>	225 (100%)
	<i>Geococcyx velox</i>	1
Mamíferos	<i>Didelphis marsupialis</i>	36
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1
	<i>Felis catus</i>	4

El gato doméstico (*Felis catus*) fue detectado por primera vez en abril del 2004, cuando observamos a dos individuos salir de la cueva a medio día. El 17 de agosto del 2004 encontramos en la entrada de la cueva restos de 158 murciélagos (Cuadro 2) agrupados discretamente, hecho que llamo nuestra atención porque eran demasiados animales y a todos ellos les faltaba el cuerpo y la cabeza. Ese día recogimos todos los restos y dejamos limpio el piso de la entrada. El día 20 de agosto regresamos a la cueva y observamos a cinco metros de profundidad como dos gatos atrapaban murciélagos al vuelo, y una vez sometido el animal solo consumían el cuerpo y la cabeza, dejando los restos en un mismo sitio. Debido a que detectaron nuestra presencia, estos animales se internaron a la cueva, donde los observamos atrapar neonatos de *N. mexicanus*. Esa noche levantamos restos de 62 murciélagos, que suponemos fueron consumidos entre el día 18 y el 20 de agosto. Con base en lo observado concluimos que los gatos eran responsables del amontonamiento de alas levantadas el día 17 de agosto. Las especies de murciélagos más depredadas fueron *M. megallophylla*, *P. davyi*, *P. parnellii*, *A. jamaicensis*, *L. yerbabuena* y *N. mexicanus*.

Cuadro 2. Especies de murciélagos consumidos por gatos domésticos en la cueva de "Los Laguitos", Chiapas, en agosto del 2004.

Especie	17 agosto	20 agosto	Total
<i>Mormoops megallophylla</i>	55	0	55
<i>Pteronotus davyi</i>	4	7	11
<i>Pteronotus parnellii</i>	0	4	4
<i>Artibeus jamaicensis</i>	1	15	16
<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	0	2	2
<i>Natalus mexicanus</i>	98	34	132

DISCUSIÓN

De los siete vertebrados observados en la cueva de "Los Laguitos", el búho, el tlacuache, el gato doméstico y la falsa nauyaca, depredaron sobre diferentes especies de murciélagos, tanto de neonatos como de adultos. Los neonatos capturados fueron de las especies *L. yerbabuena* y *N. mexicanus*, especies que hemos observado dejan a los críos en sitios tan bajos como 70 cm del piso, mientras salen a forrajear por la noche. En cambio durante el día siempre los cargan; no obstante llegamos a observar al gato doméstico y al tlacuache llevar críos de estas especies en el hocico, por lo que suponemos que la madre fue sorprendida por el depredador mientras descansaban. En cambio los murciélagos adultos siempre fueron capturados en la entrada de la cueva durante el vuelo de emergencia. Este comportamiento es el más frecuentemente observado tanto en aves como en serpientes en otras cuevas (Fenton *et al.*, 1992; Herreid, 1972).

No todas las especies de murciélagos presentes en la cueva fueron identificadas como alimento de los depredadores, sino únicamente las que tienen poblaciones (mayores a 5000 individuos) a lo largo de todo el año o al menos durante la época reproductiva: *M. megallophylla*, *P. davyi*, *P. parnellii*, *A. jamaicensis*, *L. yerbabuena* y *N. mexicanus*. Las especies con poblaciones pequeñas como *B. plicata* (menor a 15 individuos), *Glossophaga soricina* (alrededor de 500 individuos) y *P. personatus* (alrededor de 4000 individuos durante la reproducción) no fueron detectadas (Martínez-Coronel *et al.*, en prensa). Esto es sin duda consecuencia de un fenómeno probabilístico, ya que por tener poblaciones más pequeñas los individuos de estas especies ven diluida su probabilidad a ser capturados, más no significa que no sean depredados (Begon *et al.*, 2005).

En relación con los vertebrados detectados en la cueva pero que no atraparon murciélagos, suponemos que sí llegan a ella es porque van en busca de estos organismos. Por ejemplo, la literatura registra que la boa se alimenta de *N. mexicanus* en Jalisco, *A. jamaicensis* en Colombia y *Noctilio albiventris* en Brazil (Esbérard y Vrcibradic, 2007; Thomas, 1974; Villa y López-Forment, 1966). En cuanto a la zorra gris y al correcominos tropical, ambos organismos incluyen en su dieta a pequeños vertebrados (Guerrero *et al.*, 2002), y si entraron a la cueva cuando los neonatos de *L. yerbabuena* eran abundantes, entonces es posible que los hayan consumido.

En la dinámica de una comunidad natural las consecuencias poblacionales de la interacción depredador-presa están reguladas (Begon *et al.*, 2005; Vandermeer y Goldberg, 2003); sin embargo, la presencia de un animal exótico como el gato doméstico puede tener un impacto negativo severo. Esto es, los depredadores silvestres cazan por regla un número de presas de acuerdo a sus necesidades energéticas, a la vez que sus poblaciones se encuentran de alguna manera regulada por la disponibilidad de alimento (Begon *et al.*, 2005). Los gatos domésticos, no obstante que se les alimente

como mascota, buscan y cazan por naturaleza organismos silvestres para satisfacer sus instintos, llegando en ocasiones a matar un número mayor de presas de las que pueden consumir (Christian, 1975; MacDonald *et al.*, 1984). Aunado a esto, los murciélagos son organismos con un potencial reproductivo bajo, ya que la mayoría de las especies solo se reproducen una vez al año y por norma tienen una cría. En consecuencia, si una comunidad como la que alberga la cueva de "Los Laguitos" se ve amenazada por depredadores tan dañinos como los gatos domésticos, es posible que se encuentre en riesgo de verse alterada de manera irreversible.

Los gatos son especialmente dañinos para la fauna silvestre, en especial de pequeños vertebrados de las zonas rurales o en los límites de las zonas urbanas, como resulta ser el caso de la cueva de Los Laguitos. Una ventaja que tienen los gatos sobre los depredadores silvestre es que se trata de organismos muy adaptables que pueden vivir en cualquier sitio (Apps, 1986). El efecto de la presencia de este depredador es más dramático en las islas, debido a que en algunas de ellas pueden ser los únicos depredadores y por lo tanto los responsables de la extinción de algunas especies (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2008; Vázquez-Domínguez *et al.*, 2004).

Las cuevas de calor, como lo es la cueva de "Los Laguitos" son especiales por sus condiciones ambientales, no son ambientes comunes y los organismos que las habitan tienen adaptaciones o requerimientos únicos para soportar la elevada temperatura y humedad atmosférica (De la Cruz, 1992; Silva-Taboada, 1979). Asimismo, es una cueva con una alta diversidad de especies de murciélagos, seis de las cuales están clasificadas como cavernícolas obligados (Arita, 1993; Martínez-Coronel *et al.*, en prensa). Por lo tanto consideramos que es necesario protegerla.

AGRADECIMIENTOS

A los dos revisores anónimos, cuyas críticas nos permitieron exponer las ideas de manera más clara. Agustín Torres Jiménez, Alma X. Hernández, Edmundo García Hernández, Humberto Posadas Rivera y Rogelio Bautista Trejo nos apoyaron en el trabajo de campo. La UAM-Iztapalapa aportó la mayor parte del apoyo económico para recabar esta información, a través de los diferentes proyectos que se han realizado bajo la dirección de la M. en C. Carolina Müdespacher. Marcelina Blas y familia nos han brindado su casa y amistad todo el tiempo que han durado nuestros proyectos en Tuxtla Gutiérrez.

LITERATURACITADA

Aguirre-Muñoz, A., D.A. Croll, C.J. Donlan, R.W. Henry, III, M.A. Hermsillo, G.R. Howald, B.S. Keitt, L. Luna-Mendoza, M. Rodríguez-Malagón, L.M. Salas-Flores, A. Samaniego-Herrera, J.A. Sánchez-Pacheco, J. Sheppard, B.R. Tershy, J. Toro-Benito, S.

- Wolf y B. Wood. 2008. High-impact conservation: Invasive mammal eradications from the islands of western México. *Ambio*, 37:101-107.
- Apps, P.J. 1986. Home ranges of feral cats on Dassen Island. *Journal of Mammalogy*, 67:199-200.
- Arita, H.T. 1993. Conservation biology of the cave bats of Mexico. *Journal of Mammalogy*, 74:693-702.
- Begon, M., C.A. Townsend y J.L. Harper. 2005. *Ecology: From individuals to ecosystems*. 4a. Ed. Wiley-Blackwell, New York.
- Chacón-Madrigal, E. y G. Barrantes. 2004. Blue-crowned motmot (*Momotus momota*) predation on a long-tongued bat (Glossophaginae). *The Wilson Bulletin*, 116:108-110.
- Christian, D.P. 1975. Vulnerability of meadow voles, *Microtus pennsylvanicus*, to predation by domestic cats. *American Midland Naturalist*, 93:498-502.
- de la Cruz, J. 1992. Bioecología de la cuevas de calor. *Mundos Subterráneos*, 3:7-21.
- Esbérard, C.E.L. y D. Vrcibradic. 2007. Snakes preying on bats: new records from Brazil and a review of recorded cases in the Neotropical Region. *Revista Brasileira de Zoología*, 24:848-853.
- Fenton, M.B., I.L. Rautenbach, S.E. Smith, C.M. Swanepoels, J. Grosell y J. Van Jaarsveld. 1994. Raptors and bats: threats and opportunities. *Animal Behavior*, 48:9-18.
- Fortuna, M.A., A.G. Popa-Lisseanu, C. Ibáñez y J. Bascompte. 2009. The roosting spatial network of a bird-predator bat. *Ecology*, 90:934-944.
- Gillette, D.D., y J.D. Kimbrough. 1970. Chiropteran mortality. Pp. 262-281, en: *About bats* (B.H. Slaughter y D.W. Walton, eds.). Dallas Southern Methodist University Press, Dallas.
- Guerrero, S., M.H. Badii, S.S. Zalapa y A.E. Flores. 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). 86:119-137.
- Hammer, M. y R. Arlettaz. 1998. A case of snake predation upon bats in northern Morocco: some implications for designing bat grilles. *Journal of Zoology, London*, 245:211-212.
- Hernández, D.L., J.J. Mell y M.D. Eaton. 2007. Aerial predation of a bat by an American crow. *The Wilson Journal of Ornithology*, 119:763-764.
- Herreid, C.F., II. 1972. Snakes as predators of bats. *Herpetologica*, 17:271-272.
- Kunz, T.H. 1982. Roosting ecology of bats. Pp. 1-55, en: *Ecology of bats*. (T.H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York.
- MacDonald, M.L., Q.R. Rogers y J.G. Morris. 1984. Nutrition of the domestic cat, a mammalian carnivore. *Annual Review of Nutrition*, 4:521-562.
- Martínez-Coronel, M., M. Pérez-Gutiérrez y J.R. Albores. 1996. Los murciélagos de la cueva de Los Laguitos: su importancia biológica y social. *Revista ICACH*, nueva época 2:10-18.
- Martínez-Coronel, M., E. García, C. Müdespacher-Zihel y A. Torres. en prensa. El microclima de la cueva de "Los Laguitos" y su relación con los murciélagos. *Mundos Subterráneos*.
- Miranda, F. 1998. *La vegetación de Chiapas*. Tercera Edición, Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutierrez.
- Molinari, J., E. Gutiérrez, A.A. de Ascensão, J.M. Nassar, A. Arends y R.J. Márquez. 2005. Predation by giant centipedes, *Scolopendra gigantea*, on three species of bats in a Venezuelan cave. *Caribbean Journal of Science*, 41:340-346.

-
- Rodríguez, G.A. y D.P. Reagan. 1984. Bat predation by the Puerto Rican boa, *Epicrates inornatus*. *Copeia*, 1984:219-220.
- Sánchez-Hernández, C. y A. Ramírez-Bautista. 1992. Life history notes. *Trimorphodon biscutatus*. Prey. *Herpetological Review*, 23:121.
- Silva-Taboada, G. 1979. Los murciélagos de Cuba. Editorial Academia, La Habana, Cuba.
- Thomas, M.E. 1974. Bats as a food source for *Boa constrictor*. *Journal of Herpetology*, 8:188.
- Tuttle, M.D. y Stevenson, D. 1982. Growth and survival of bats. Pp. 105-150, en: *Ecology of bats*. (T.H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York.
- Twente, J.W., Jr. 1954. Predation on bats by hawks and owls. *The Wilson Bulletin*, 66:135-136.
- Vandermeer, J.H. y D.E. Goldberg. 2003. *Population ecology: First principles*. Princeton University Press, New Jersey.
- Vázquez-Domínguez, E., G. Ceballos y J. Cruzado. 2004. Extirpation of an insular subspecies by a single introduced cat: the case of the endemic deer mouse *Peromyscus guardia* on Estanque Island, Mexico. *Oryx*, 38:347-350.
- Villa, B. y W. López-Forment. 1966. Cinco casos de depredación de pequeños vertebrados en murciélagos de México. *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, 37:187-193.
- Wroe, D.M. y S. Wroe. 1982. Observation of bobcat predation on bats. *Journal of Mammalogy*, 63:682-683.

EVALUACIÓN DE LA MORFOMETRÍA DE PELLETS COMO MÉTODO DE CATEGORIZACIÓN DE SEXOS Y EDADES EN VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus mexicanus*) EN PUEBLA, MÉXICO

ANGELA A. CAMARGO-SANABRIA¹ Y SALVADOR MANDUJANO²

¹ División de Posgrado, Instituto de Ecología, A. C. km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec No. 351, Congregación del Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México

² Red de Biodiversidad y Ecología Animal, Instituto de Ecología, A. C. km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec No. 351, Congregación del Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México, correo electrónico: angela.andrea.camargo@gmail.com

Resumen: Tanto desde una perspectiva ecológica como de manejo, es importante conocer la proporción de sexos y la estructura de edades de las poblaciones de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Sin embargo, en aquellos lugares donde no es posible ver directamente a los animales en vida libre, no es sencillo determinar su edad y sexo por lo que se han empleado métodos indirectos como el análisis morfométrico de los pellets. Con el fin de determinar si la variación entre pellets de individuos de diferentes edades y sexo permite su correcta categorización, se colectaron los grupos fecales de individuos conocidos en cautiverio en la UMA-Zoológico Flor del Bosque, Puebla. Se obtuvieron 180 muestras de las cuales 18 fueron de crías (< 1 año), 78 de juveniles (2-3 años) y 84 de adultos (> 3 años). Se comparó el promedio de todas las variables morfométricas entre grupos fecales de un mismo individuo y entre individuos de la misma clase de edad y sexo. Nuestros resultados sugieren que dada la alta variación presentada en las medidas morfométricas de los pellets de un mismo individuo en una misma época y entre épocas del año, y la baja variación mostrada entre grupos fecales de individuos de diferentes clases de edad y sexo, el análisis morfométrico de pellets es una metodología poco confiable para determinar la estructura de edad y sexo de una población de *O. v. mexicanus*. En consecuencia, la técnica de clasificación fuzzy no logra una categorización adecuada de la población en estudio pues sólo separa a los machos adultos de 5 y 6 años, mientras que los machos de menor edad y juveniles, así como hembras adultas y juveniles no son discriminados en clases separadas. Se sugiere realizar análisis similares a este con otras subespecies de venado que no exhiban un fuerte dimorfismo sexual como aquellas distribuidas hacia el centro y sur de México.

Palabras clave: estructura de edades, método indirecto, pellets, técnica fuzzy, *Odocoileus virginianus*.

Abstract: Both from an ecological perspective as management, it is important to know the sex ratio and age structure of populations of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). However, in places where you can not directly see the animals in the wild is not easy to determine their

age and sex so indirect methods have been used as a morphometric analysis of the pellets. To determine whether the variation between pellets of individuals of different age and sex allows proper categorization, fecal groups were collected from known individuals in captivity in the Zoo UMA-Flor del Bosque, Puebla. We obtained 180 samples of which 18 were young (<1 year), 78 juveniles (2-3 years) and 84 adults (> 3 years). We compared the average for all morphometric variables between groups fecal same individual and between individuals of the same age class and sex. Our results suggest that given the high variation shown in the body measures of the pellets from the same individual in the same season and between seasons, and low fecal variation shown between groups of individuals of different age classes and sex, analysis morphometry of pellets is an unreliable method to determine the age and sex structure of a population of *O. v. mexicanus*. Consequently, the fuzzy classification technique does not achieve appropriate categorization of the study population because only separates adult males of 5 and 6 years, while younger males and juveniles and adult females and juveniles are not discriminated against in separate classes. Similar analysis suggested this to other subspecies of deer that do not exhibit strong sexual dimorphism as those distributed to the central and southern Mexico.

Key words: Structure of ages, indirect method, pellets, technology fuzzy, *Odocoileus virginianus*.

INTRODUCCIÓN

El éxito del manejo de poblaciones silvestres de fauna depende del conocimiento de la estructura y de su dinámica poblacional (Ojasti, 2000). La dinámica de cualquier población es función de la variación en el tiempo y en el espacio en tasas vitales como la de natalidad y sobrevivencia lo que determina el crecimiento poblacional. Esto define la densidad poblacional, la estructura de edades, y la proporción de sexos. De éstos, el tamaño poblacional es quizá el aspecto más importante pues la finalidad y éxito de las acciones de manejo son frecuentemente expresadas en términos de este número (Lancia *et al.*, 1996). En los ungulados las tasas de sobrevivencia y mortalidad varían según las clases de sexo y edad (Clutton-Brock y Lonergan, 1994; Coulson *et al.*, 2001), por lo tanto, el conocimiento de la estructura poblacional juega un papel fundamental en su manejo. Para el venado cola blanca, la especie de fauna silvestre más importante desde el punto de vista económico y cinegético en México, el conocimiento de la proporción de sexos y estructura de edades de sus poblaciones resulta tan importante como el de su densidad (Villarreal, 1996).

Dado el frecuente conteo de grupos fecales como método de estimación de la densidad poblacional, es deseable que sirva para obtener estimaciones adecuadas de la estructura poblacional (MacCracken y van Ballenberghe, 1987; Sánchez-Rojas *et al.*, 2004). Así el análisis morfométrico de pellets ha evidenciado una relación entre el sexo y edad de los individuos y la morfología del pellet, demostrando su utilidad en ungulados como el venado cola blanca de Coues (*Odocoileus virginianus couesi*;

Ezcurra y Gallina, 1981), el alce (*Alces alces*; MacCracken y van Ballenberghe, 1987) y el venado bura (*O. hemionus*; Sánchez-Rojas *et al.*, 2004). Sin embargo, MacCracken y van Ballenberghe (1987) sugieren que la técnica de morfometría de pellets no sería útil en especies que no exhiben un fuerte dimorfismo sexual y en poblaciones donde los machos grandes son fuertemente cazados.

El creciente interés en el aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en el centro y sur del país, evidencia la necesidad de contar con métodos de estimación de la densidad y estructura poblacional que puedan ser utilizados en lugares con bajos niveles poblacionales de venado y donde se dificulta el uso de métodos directos. En el presente estudio se evaluó el análisis morfométrico de pellets como método de categorización de clases de edad y sexo en venado cola blanca de la subespecie *O. v. mexicanus* en Puebla.

MÉTODOS

Área de estudio

La colecta de los grupos fecales se hizo en el parque General Lázaro Cárdenas del Río "Flor del Bosque" perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado de Puebla, al suroeste del municipio de Amozoc. El parque cuenta con una superficie de 614 ha, su temperatura media anual es de 18 °C y posee una altitud que va de los 2200 hasta los 2470 msnm (Romero y Martínez-Romero, 1998). El parque incluye una UMA-Zoológico que para 2006 contaba con 35 venados cola blanca *O. v. mexicanus* en un cercado de 4 ha rodeado de malla ciclónica de 4 m de altura. El área cercada se caracterizó por vegetación secundaria, pastizales y eucaliptos (Romero y Martínez-Romero, 1998). La población de venados en cautiverio estaba conformada por 12 machos adultos (34%), 15 hembras adultas (43%) y 8 individuos de las clases juvenil y crías (23%; L. E. Martínez-Romero, com. pers.).

Fase de campo

En abril de 2006 colectamos los grupos fecales de algunos individuos de edad y sexo conocido. En este muestreo identificamos ocho animales que fueron utilizados como focales para seguir muestreándolos en los meses de agosto y diciembre del mismo año. Las muestras fueron procesadas y a cada grupo fecal se le tomaron fotos separando cada pellet. Este procedimiento permitió tener medidas del 100% de los pellets que conforman un grupo fecal. Esto difiere del procedimiento previamente empleado en otros estudios (e.g., Ezcurra y Gallina, 1981) donde solo se miden algunos pellets "característicos" del grupo fecal. Todas las fotos de los grupos fecales fueron analizadas con el programa de cómputo Image J (Rasband, 1997), para obtener las

medidas de área, longitud (L) y ancho (A) de cada pellet. A partir de las medidas de longitud y ancho, calculamos el volumen (V) y la proporción L/A. Se colectaron 189 grupos fecales pertenecientes a todas las clases de sexo y edad. Considerando la clasificación en tres categorías de edad, 60 grupos fecales (32%) fueron de juveniles, 74 (39%) de hembras adultas y 55 (29%) de machos adultos.

Análisis de datos

Obtuvimos las estadísticas descriptivas de las cinco variables morfométricas en el programa de cómputo R (R Development Core Team, 2006). Para comparar entre clases de edad y sexo aplicamos un análisis multivariado de varianza (MANOVA). Posteriormente, aplicamos análisis de varianza (ANOVA) a cada variable y una prueba de Tukey. Agrupamos los individuos en categorías de edad: crías y juveniles de 0 a 2 años de edad; hembras adultas de 2 a 5 años de edad; y, machos adultos de 2 a 6 años y realizamos un ANOVA por cada variable morfométrica. Analizamos la variación en las medidas morfométricas de los grupos fecales de animales focales, comparando el promedio de cada variable para todos los individuos focales entre periodos de muestreo con un modelo de efectos mixtos. Realizamos ANOVAs anidados para determinar si existen diferencias significativas en las medidas de los grupos fecales de un individuo dentro de épocas.

Evaluación del desempeño de la técnica de clasificación de conjuntos difusos

Utilizamos el programa de cómputo Fuzzy clustering tool (Equihua-Zamora, 2001) para categorizar los grupos fecales colectados en el primer muestreo y así, probar la exactitud de la técnica *k*-medias difusa, en adelante referida como "*fuzzy*" para asignar individuos a clases de edad y sexo conocida. Teniendo en cuenta la categorización de la población por sexos y edades, definimos tres conjuntos *fuzzy*: I: juveniles, II: hembras adultas, III: machos adultos. Realizamos tres ensayos de categorización: 1) usando todas las medidas morfométricas, 2) usando cada medida morfométrica por separado y 3) quitando los datos de machos adultos de 5 y 6 años. Este último ensayo se hizo considerando que los datos de machos de estas edades fueron separados en conjuntos aparte en los ensayos 1 y 2. Asignamos cada grupo fecal a uno de los tres conjuntos con base en la mayor membresía. Con los datos del primer muestreo de los animales focales, graficamos por cada animal el número de grupos que eran clasificados en cada conjunto; esperamos que todos los grupos fecales de un individuo sean asignados a un solo conjunto.

RESULTADOS

Comparación entre grupos fecales de individuos de distintas clases de edad y sexo

El MANOVA indicó que existe un efecto altamente significativo de los factores sexo (Wilks = 0.8, $gl = 1$, $p < 0.001$), edad (Wilks = 0.3, $gl = 5$, $p < 0.001$) y su interacción (Wilks = 0.7, $gl = 4$, $p < 0.001$) sobre las medidas morfométricas. Se encontraron diferencias significativas al comparar el área, el eje mayor, el eje menor y el volumen entre sexos, entre edades y en la interacción sexo:edad. La proporción L/A varió significativamente entre edades y en la interacción sexo:edad, pero no entre sexos (Cuadro 1). Los machos de 5 y 6 años siempre tuvieron los mayores valores promedio de las variables morfométricas, excepto para la proporción L/A. Las edades 1, 2, 3 y 4 de los machos y todas las edades de las hembras tuvieron promedios similares para todas las variables (Figura 1).

Al agrupar las edades en categorías (juveniles, hembras adultas y machos adultos), no se encontraron diferencias significativas entre ellas en la variable proporción L/A (ANOVA, $F = 0.24$, $gl = 2$ y 178 , $p = 0.78$) pero sí en el área (ANOVA, $F = 33.3$, $gl = 2$ y 178 , $p < 0.05$), eje mayor (ANOVA, $F = 18.8$, $gl = 2$ y 178 , $p < 0.05$), eje menor (ANOVA, $F = 23.4$, $gl = 2$ y 178 , $p < 0.05$) y volumen (ANOVA, $F = 35.3$, $gl = 2$ y 178 , $p < 0.05$).

Cuadro 1. Prueba de ANOVA para la comparación de las medidas morfométricas entre sexos (g.l. = 1, 169), edades (g.l. = 5, 169) y la interacción sexo:edad (g.l. = 4, 169).

Variable	Entre sexos	Entre edades	Sexo:Edad
Área	$F = 23.4$, $p < 0.05$	$F = 13.8$, $p < 0.05$	$F = 4.4$, $p < 0.05$
Eje mayor	$F = 19.3$, $p < 0.05$	$F = 9.1$, $p < 0.05$	$F = 6.0$, $p < 0.05$
Eje menor	$F = 23.0$, $p < 0.05$	$F = 17.8$, $p < 0.05$	$F = 3.5$, $p < 0.05$
Proporción L/A	$F = 0.006$, $p = 0.93$	$F = 4.9$, $p < 0.05$	$F = 3.8$, $p < 0.05$
Volumen	$F = 22.5$, $p < 0.05$	$F = 16.1$, $p < 0.05$	$F = 4.4$, $p < 0.05$

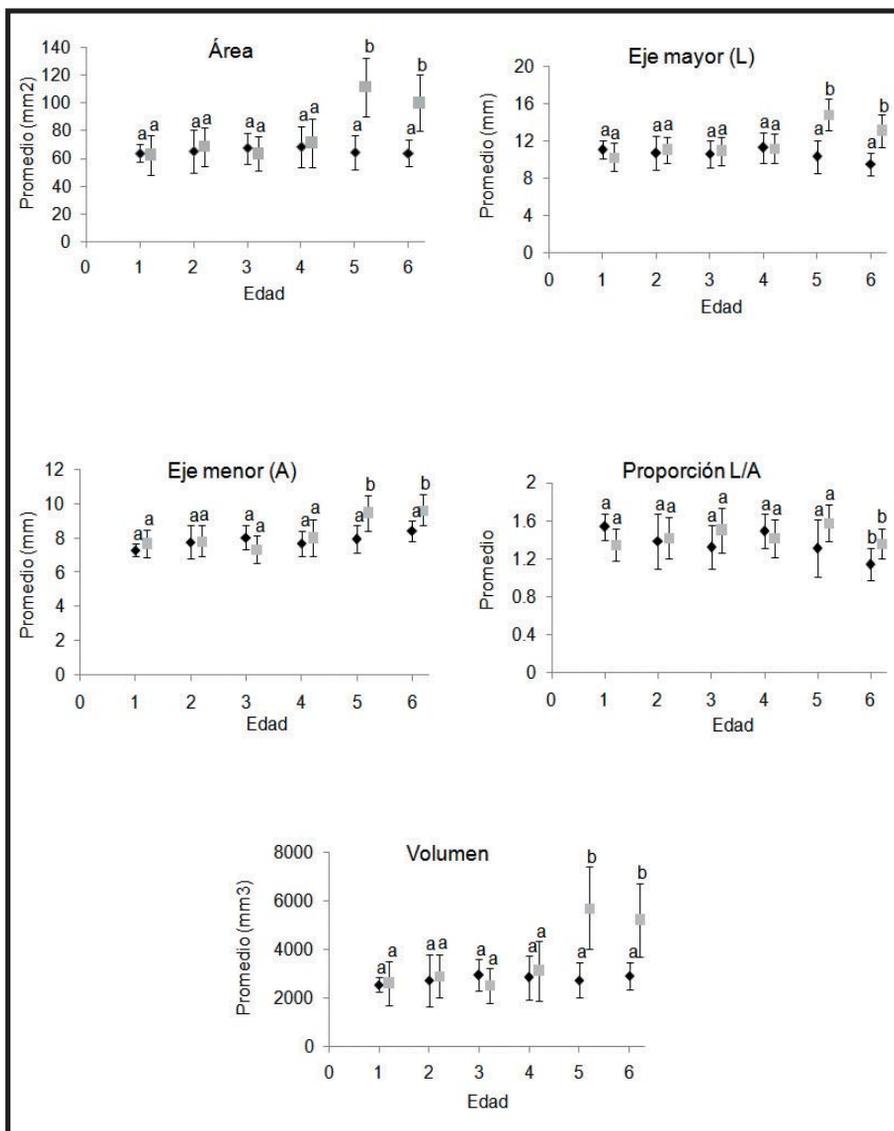


Figura 1. Valores promedio y desviación estándar para cada una de las medidas morfométricas, según sexo y edad, $n = 189$. Las letras indican la significancia del ANOVA, "aa" o "bb" = diferencias no significativas, combinación "ab" = diferencias significativas ($p < 0.05$). Machos (◆); Hembras (◻).

Variación morfométrica entre grupos fecales de un mismo individuo dentro y entre épocas

La comparación de las medidas morfométricas con el modelo de efectos mixtos mostró que existen diferencias significativas entre sexos y que el mayor porcentaje de la variación de los datos está explicado por las diferencias entre épocas. En la Figura 2 se presenta un ejemplo para la variable morfométrica eje mayor. Todas las variables, excepto la proporción L/A, presentaron los valores más altos en el periodo 2 que corresponde con la época de lluvias.

La comparación de las medidas morfométricas de los pellets dentro de cada época mostró que para seis de los ocho animales focales, los grupos fecales difirieron significativamente dentro de épocas en al menos una variable morfométrica. La proporción L/A y el eje mayor fueron las medidas morfométricas menos variables dentro de épocas para seis y cinco de los ocho animales focales, respectivamente. En la Figura 3 se presenta un ejemplo para un macho de 6 años que muestra la gran variabilidad que existe en las medidas de los pellets dentro y entre grupos fecales de un mismo periodo y entre grupos de diferentes periodos para un mismo individuo. Este mismo patrón se observó para todos los animales muestreados.

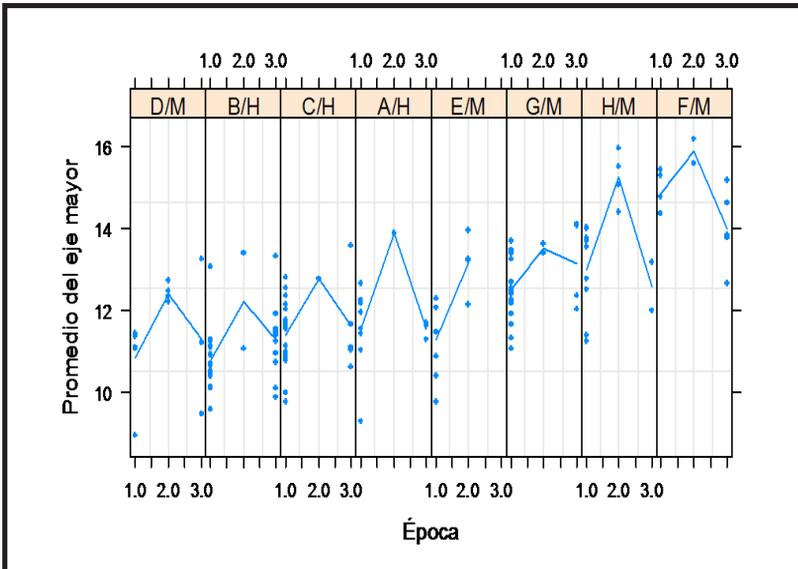


Figura 2. Variación en el eje mayor entre épocas dada la identidad de cada individuo focal. En el recuadro superior rosado la primera letra indica la identidad del animal, la segunda letra indica el sexo (H = Hembra, M = Macho). Los números en los bordes externos indican el periodo de muestreo.

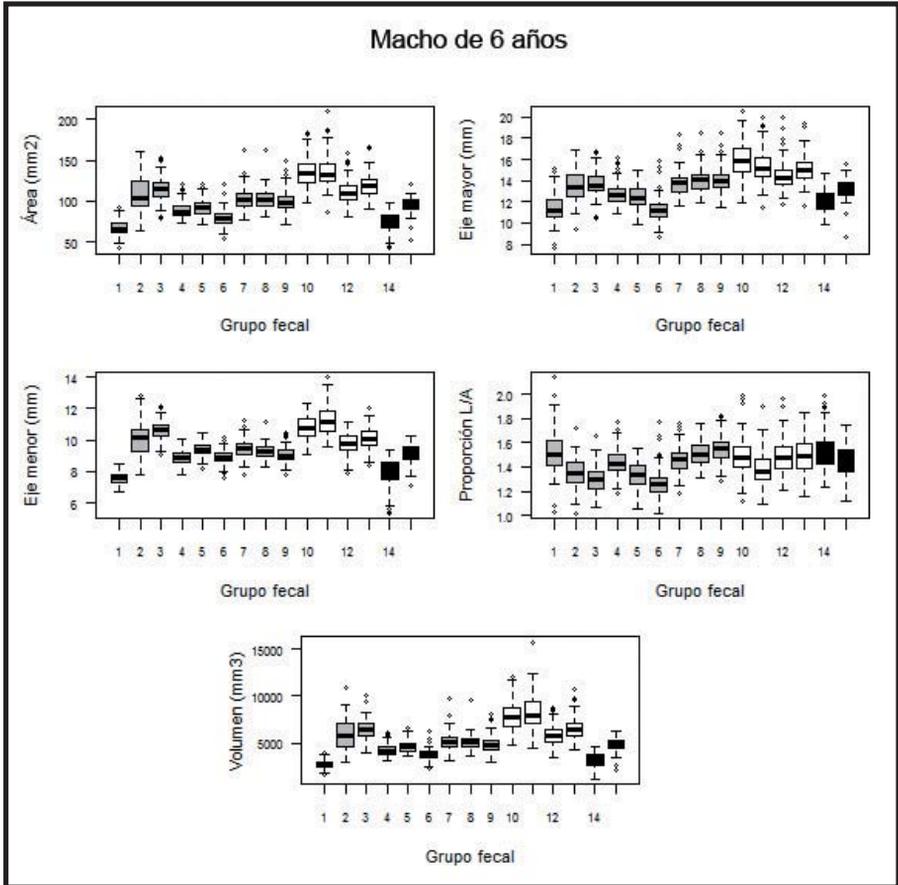


Figura 3. Ejemplo de la variación en las medidas morfométricas de los pellets durante los tres periodos de muestreo para un mismo individuo. Este ejemplo es ilustrativo de lo que se encontró en todos los individuos analizados.

Evaluación del desempeño de la técnica de clasificación *fuzzy*

Primer ensayo.—Usando todas las medidas morfométricas, la técnica *fuzzy* colocó al 56% de las muestras en el conjunto I, el 32% en el conjunto II y el 12% en el conjunto III (Cuadro 2). El conjunto I presentó los valores más bajos en todas las

variables, excepto en la proporción L/A, seguido por el conjunto II y finalmente el conjunto III. Con este análisis, en el conjunto I quedaron incluidos individuos de todas las edades, excepto los machos de 5 años, en el conjunto II todas las edades, excepto crías, hembras de 1 año y machos de 5 años, y en el conjunto III los machos adultos de 5 y 6 años.

Segundo ensayo.—Al utilizar cada una de las medidas morfométricas, se encontró que tanto la asignación a cada conjunto como el porcentaje de grupos fecales pertenecientes a cada uno varía (Cuadro 2). La clasificación obtenida utilizando solamente el volumen produjo los mismos resultados que la proporcionada por todas las variables.

Tercer ensayo.—Sin los datos de machos de 5 años, nuevamente en los conjuntos I y II quedan clasificados individuos de todas las edades y en el conjunto III los machos de 6 años (Cuadro 2). Sin los datos de machos de 5 y 6 años, la clasificación es poco discriminatoria, individuos de todas las edades quedan asignados a los tres conjuntos, a excepción del dato de la cría que no es incluida en los conjuntos II ni III y machos de 1 año que no son incluidos en el conjunto II.

Asignación de los grupos fecales de individuos focales a los conjuntos de fuzzy.—Los grupos fecales de todos los individuos, excepto los del macho de 2 años, son asignados a más de un conjunto (Figura 4). Los grupos fecales de hembras y machos de 1 a 4 años son clasificados en los conjuntos I y II, mientras que los de los machos adultos son asignados a los conjuntos II y III preferentemente.

Cuadro 2. Comparación de las estructuras poblacionales (%) generadas en cada ensayo con la estructura real del grupo en cautiverio.

Categoría de edad	Estructura real	Ensayo 1		Ensayo 2			Ensayo 3	
		Área	Eje mayor	Eje menor	Volumen	Sin M5	Sin M5 y M6	
J	23	56	50	32	39	56	58	42
H	43	32	37	52	47	32	32	40
M	34	12	13	16	14	12	10	18

J: Juveniles, H: Hembras adultas, M: Machos adultos

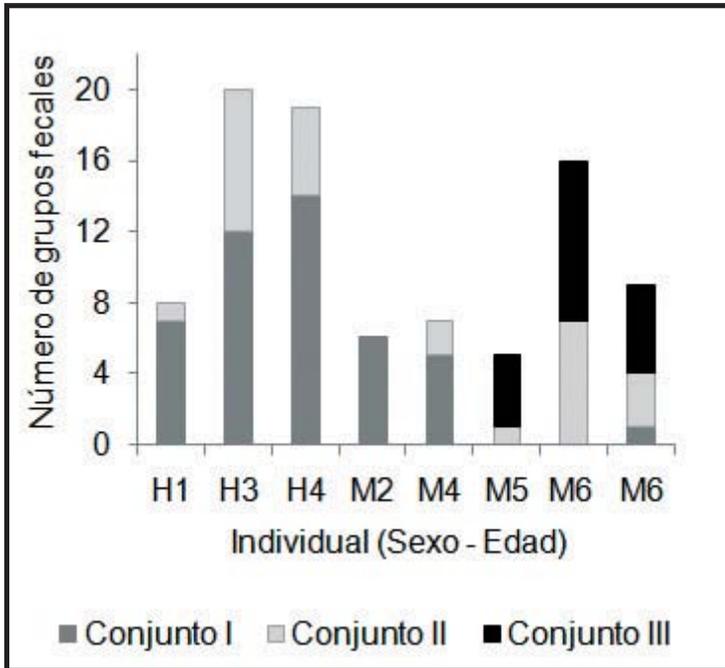


Figura 4. Número de grupos fecales de animales focales asignado a cada conjunto (I: juveniles, II: hembras adultas, III: machos adultos).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados sugieren que dada la alta variación presentada en las medidas morfométricas de los pellets de un mismo individuo en una misma época y entre épocas del año, y la baja variación mostrada entre grupos fecales de individuos de diferentes clases de edad y sexo, el análisis morfométrico de pellets es una metodología poco confiable para determinar la estructura de edad y sexo de una población de *O. virginianus mexicanus*. En consecuencia, la técnica de clasificación *fuzzy* no logra una categorización adecuada de la población en estudio pues sólo separa a los machos de 5 y 6 años.

Este estudio evidenció que las medidas morfométricas de los pellets de los grupos fecales de un mismo individuo varían de manera significativa dentro y entre épocas. La variación entre épocas en donde los pellets de la época de lluvias son más

grandes que los de los otros periodos podría relacionarse con cambios en la dieta. La variación individual dentro y entre épocas como resultado del aumento en la ingesta de comida, se ha demostrado en el número de grupos fecales depositados por animal por día y en el peso de los grupos fecales y de los pellets (Arthur y Alldredge, 1980; McCullough, 1982; Rogers, 1987). Para determinar el efecto de la dieta sugerimos conducir un estudio experimental en el que se controle el tipo y cantidad de alimentos consumidos por los animales y se tomen las medidas morfométricas de pellets de grupos fecales colectados durante días sucesivos.

El análisis morfométrico de pellets para esta subespecie de venado no evidenció diferencias significativas entre animales de sexos y edades diferentes; sólo los grupos fecales de los machos más grandes tuvieron promedios significativamente diferentes. El método morfométrico se basa en el supuesto que el tamaño del cuerpo es un indicador de la edad del animal y que las medidas de los pellets dependen del tamaño corporal (Bubenik, 1982 citado en MacCracken y van Ballenberghe, 1987). Sin embargo, aún cuando el dimorfismo sexual ocurra, las medidas de machos y hembras usualmente se sobrelapan (Kunz *et al.*, 1996); por tanto, es de esperarse que si el tamaño del cuerpo influye el tamaño del pellet y el primero es un criterio fiable solamente en los extremos, los pellets que pueden separarse son los de los animales más pequeños y más grandes, esto último como en el presente estudio.

En nuestro estudio, la falta de poder discriminatorio del método de clasificación podría deberse al pequeño dimorfismo sexual que existe en la subespecie del venado cola blanca mexicano en comparación con el venado cola blanca de Coues o el venado bura. Según MacCracken y van Ballenberghe (1987) el análisis morfométrico de pellets puede no ser útil cuando se presenta esta situación. Sugerimos evaluar el análisis morfométrico de pellets para asignar individuos a categorías de sexo y edad en otras subespecies pequeñas de venado. Si se encuentra que sólo se separa a los machos más grandes de la población, se podría concluir que este método sólo funciona para subespecies grandes.

La técnica de clasificación *fuzzy* permitió categorizar de manera adecuada el grupo de venados en estudio, a diferencia de lo registrado por Sánchez-Rojas *et al.*, (2004) para el venado bura. La variación individual dentro y entre épocas en las medidas morfométricas de los pellets pudo producir esta baja exactitud pues excepto tres animales focales (hembra de 1 año, macho de 2 años y macho de 5 años), los grupos fecales de los restantes individuos no fueron asignados correctamente a un solo conjunto de *fuzzy*. Esto se traduce en que dependiendo de los pellets o el grupo fecal medido, un animal puede quedar clasificado como juvenil en unas ocasiones y como hembra en otras.

Para aplicar tasas de cosecha correctas se debe contar con estimaciones exactas de la estructura poblacional; si el análisis morfométrico de pellets no proporciona esta información se hace necesario explorar otras herramientas

metodológicas que también usan las heces. Dentro de las que se han usado con ungulados están el uso de DNA (Huber *et al.*, 2002; Lindsay y Belant, 2007) o la proporción entre las hormonas estradiol/testosterona (Martínez-Romero, 2004).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a L. E. Martínez y D. Pérez por la ayuda en el muestreo de los venados en cautiverio y por las facilidades prestadas por la UMA-Zoológico Flor del Bosque. Además, agradecemos a R. Guevara, E. Naranjo, G. Sánchez-Rojas y J. Pérez-Torres por sus comentarios a la versión inicial del manuscrito. Fondos para el proyecto fueron proporcionados por el CONACYT y la Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A. C.

LITERATURACITADA

- Arthur, W.J. y A.W. Alldredge. 1980. Seasonal estimates of masses of mule deer fecal pellets and pellets groups. *Journal of Wildlife Management*, 44:750-752.
- Clutton-Brock, T.H. y M.E. Lonergan. 1994. Culling regimes and sex ratio biases in highland red deer. *Journal of Applied Ecology*, 31:521-527.
- Coulson, T., E.A. Catchpole, S.D. Albon, B.J.T. Morgan, J.M. Pemberton, T.H. Clutton-Brock, M.J. Crawley y B.T. Grenfell. 2001. Age, sex, density, winter weather, and population crashes in Soay sheep. *Science*, 292:1528-1531.
- Equihua-Zamora, M. 2001. Fuzzy clustering tool. Versión 2.0. Instituto de Ecología, A.C.
- Ezcurra, E. y S. Gallina. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. Pp. 77-108, *en: Deer biology, habitat requirements, and management in western North America* (P.F. Ffolliot y S. Gallina, eds.). Instituto de Ecología, A. C. México.
- Huber, S.U. Bruns y W. Arnold. 2002. Sex determination of red deer using polymerase chain reaction of DNA from feces. *Wildlife Society Bulletin*, 30:208-212.
- Kunz, T.H., C. Wemmer y V. Hayssen. 1996. Appendix 5: Sex, age, and reproductive condition of mammals. Pp. 279-290, *en: Measuring and monitoring biological diversity, Standard methods for mammals* (D.E. Wilson, F. Russell-Cole, J.D. Nichols, R. Rudran y M.S. Foster, eds.). Smithsonian Institution. USA.
- Lancia, R.A., J.D. Nichols y K.H. Pollock. 1996. Estimating the number of animals in wildlife populations. Pp. 215-253, *en: Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats* (T.A. Bookhout, ed.). Fifth edition. The Wildlife Society. Bethesda, MD., USA.
- Lindsay, A.R. y J.L. Belant. 2007. A simple and improved PCR-based technique for white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) sex identification. *Conservation Genetics*, DOI 10.1007/s10592-007-9326-y.
- MacCracken, J.G. y van Ballenberghe. 1987. Age-and sex-related differences in fecal pellet dimensions of moose. *Journal of Wildlife Management*, 51:360-364.

-
- Martínez-Romero, L.E. 2004. Determinación de fechas de aprovechamiento del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) a través de hormonas sexuales y comportamiento. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- McCullough, D.R. 1982. White-tailed deer pellet-groups weights. *Journal of Wildlife Management*, 46: 829-832.
- Ojasti, J. 2000. *Manejo de fauna silvestre neotropical*. F. Dallmeier, editor. SIMAB Series No. 5. Smithsonian Institution/MAB Program, Washington, D.C.
- R Development Core Team. 2006. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Rasband, W.S. 1997-2007. ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>. Java 1.5.0_09
- Rogers, L.L. 1987. Seasonal changes in defecation rates of free-ranging white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 51:330-333.
- Romero, S. y. L.E. Martínez-Romero. 1998. Programa de rescate del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el parque estatal General Lázaro Cárdenas del Río "Flor del Bosque", en Puebla. Memorias VI simposio de venados en México, UNAM, Xalapa, Ver.
- Sánchez-Rojas, G., S. Gallina y M. Equihua. 2004. Pellet morphometry as a tool to distinguish age and sex in the mule deer. *Zoo-Biology*, 23:139-146.
- Villarreal, J. 1996. Importancia de la relación machos:hembras en la producción de trofeos de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Memorias V Simposio de venados en México. UNAM, Quintana Roo.

OBSERVACIONES SOBRE EL CONSUMO DE FRUTO DE *Psidium guajava* POR *Artibeus lituratus*

LUIS ARTURO HERNÁNDEZ-MIJANGOS Y RODRIGO A. MEDELLÍN

*Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n junto al Jardín Botánico Exterior, Ciudad Universitaria, México, D. F. 04510.
correo electrónico: stenops06@yahoo.com.mx*

Abstract: We present field observations on the consumption of guava fruit (*Psidium guajava*) by the giant fruit-eating bat (*Artibeus lituratus*). These observations include time consumption of the fruit, moving foraging, and feeding behavior in general.

Keywords: feeding behavior, ecology, Chiroptera, Chiapas.

Palabras clave: comportamiento alimenticio, ecología, Chiroptera, Chiapas.

Algunos aspectos respecto a la localización y selección de frutos por murciélagos frugívoros han sido estudiados (August, 1981; Fleming *et al.*, 1977; Kalko y Condon, 1998; Kalko *et al.*, 1996; Nelson *et al.*, 2005; Rieger y Jacob, 1988); sin embargo, después de haber localizado y obtenido un fruto ¿cuánto tiempo tarda un murciélago en consumirlo totalmente? Aquí documentamos el tiempo de consumo de un fruto de guayaba (*Psidium guajava*) por un murciélago frutero gigante (*Artibeus lituratus*) en libertad y aportamos algunos datos sobre la conducta alimenticia de este murciélago.

Las observaciones se llevaron a cabo el 05 de Noviembre de 2008 en el municipio de Catazajá, Chiapas, México; durante el desarrollo de las actividades del proyecto "Monitoreo Biológico y Social en Áreas Naturales Protegidas Estatales". Las observaciones se realizaron utilizando una lámpara de manos libres para alumbrar al murciélago y una cámara digital Canon, con la cual se obtuvieron las fotografías aquí presentadas. Tanto el sitio donde se realizaron las observaciones como las zonas circundantes son áreas de potrero con pocos árboles nativos o introducidos, que son utilizados principalmente para dar sombra al ganado. Árboles frutales como la guayaba ofrecen alimento a algunos animales, como se describe a continuación. El árbol de guayaba del que presumiblemente, dado que no se tiene total certeza del hecho, el murciélago obtuvo el fruto se encontraba aproximadamente a 100 m de distancia del árbol que el murciélago utilizó como refugio alimenticio. Al momento de la observación el murciélago se encontraba perchado en una de las ramas a una altura de 6 m y sujetaba entre los pulgares un fruto de guayaba de aproximadamente 50 g de peso. El peso aproximado del fruto consumido por el murciélago se obtuvo tras coleccionar otro fruto de tamaño similar, el cual fue pesado al día siguiente.

El inicio del consumo del fruto fue a las 21:08 h, cuando aún el fruto estaba intacto, prolongándose hasta las 23:24 h, tiempo en que este se terminó.

Durante ese período el murciélago comió lentamente el pericarpio (Figura 1a) y eyectó algunas de las semillas y parte de la "pulpa" de la guayaba; consumiendo una porción y realizando una pausa, mientras que a la vez rotaba el fruto y nuevamente realizaba otra pausa, continuando posteriormente comiendo el pericarpio carnoso y eyectando semillas y pulpa, proceso que se repitió hasta acabar el fruto (Figura 1b). Al terminar de alimentarse con la guayaba el murciélago permaneció perchado en la rama.

El peso de individuos de *A. lituratus* oscila entre 53 y 73 gr (Reid, 1997), por lo que considerando el peso de la guayaba, el murciélago cargó lo que correspondería de 67 a 95 % de su peso. Para individuos del género *Artibeus* se ha reportado el consumo de frutos de *Ficus* sp. con un peso de 3.1 a 9.5 g (Morrison, 1978). Gardner (1977) registró en Colombia un individuo de *A. jamaicensis* cargando un fruto de guayaba de 50 gr de peso, que es el peso máximo registrado para un fruto cargado por un murciélago del género *Artibeus*.



Figura 1. Individuo de *Artibeus lituratus* a) al inicio del consumo del fruto de *Psidium guajava*; b) sujetando el remanente del fruto de *P. guajava*.

La distancia comprendida entre el árbol frutal y el refugio alimenticio se encuentra dentro del intervalo conocido para desplazamientos de forrajeo de murciélagos del género *Artibeus* (Morrison, 1978). Por otro lado, estos murciélagos generalmente cargan un fruto hacia un refugio de alimentación (Kalko *et al.*, 1996; Morrison, 1978); por lo que seleccionar frutos más grandes puede contribuir en la eficiencia de forrajeo; es decir, el gasto energético del traslado del fruto desde el árbol fructificando hasta el refugio de alimentación es compensado por los nutrientes asimilados a través del consumo del fruto elegido (August, 1981); optimizándose si el refugio alimenticio se encuentra cerca de la fuente de alimento.

Cabe mencionar que entre las ramas del árbol de guayaba, del cual presumiblemente el murciélago obtuvo el fruto, se encontraron dos tlacuaches de la especie *Didelphis marsupialis* y uno de *D. virginiana* consumiendo frutos, justo en el mismo momento en que el murciélago estaba perchado en otro árbol con el fruto de guayaba. No es claro si los tlacuaches estaban en las ramas del árbol únicamente para consumir frutos de guayaba o además intentaban capturar algún murciélago, ya que se conoce que estos marsupiales actúan de manera oportunista para depredar murciélagos (Reid, 1997). Es también posible que el traslado del fruto por el individuo de *A. lituratus* hacia otro sitio haya obedecido a un comportamiento evasivo de depredación.

La conducta de alimentación de murciélagos frugívoros se conoce muy superficialmente. Observaciones de campo, siempre que sean posibles, son muy útiles y contribuyen a entender mejor la ecología de este grupo de animales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Secretaría de Medio Ambiente y Vivienda y al gobierno del estado de Chiapas por el financiamiento del proyecto "Monitoreo Biológico y Social en Áreas Naturales Protegidas Estatales", ya que los datos aquí expuestos fueron obtenidos durante el desarrollo de las actividades del proyecto mencionado.

LITERATURACITADA

- August, P.V. 1981. Fig fruit consumption and seed dispersal by *Artibeus jamaicensis* in the llanos of Venezuela. *Biotropica*, 13: 70-76.
- Fleming, T.H., E.R. Heithaus y W.B. Sawyer. 1977. An experimental analysis of the food location behavior of frugivorous bats. *Ecology*, 58: 619-627.
- Gardner, A.L. 1977. Feeding habits. Pp. 293-350, en: *Biology of the bats of the New World family Phyllostomatidae*. Part II (R.J. Baker, J.K. Jones, Jr., y D.C. Carter, eds.). Special Publications The Museum Texas Tech University Press, 13.
- Humphrey, S.R. y F.J. Bonaccorso. 1979. Population and community ecology. Pp. 107-156, en: *Biology of the bats of the New World family Phyllostomatidae*. Part III (R.J. Baker, J.K.

-
- Jones, Jr., y D.C. Carter, eds.). Special Publications, The Museum, Texas Tech University Press, 16.
- Kalko, E.K.V., E.A. Herr, C.O. Handely Jr. 1996. Relation of fig fruit characteristics to fruit-eating bats in the New and Old World Tropics. *Journal of Biogeography*, 23:565-576.
- Kalko, E.K.V. y M.A. Condon. 1998. Echolocation, olfaction and fruit display: how bats find fruit of flagelliferous cucurbits. *Functional Ecology*, 12:364-372.
- Morrison, D.W. 1978. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology*, 59:716-723.
- Nelson, S.L., D.V. Masters, S.R. Humphrey y T.H. Kunz. 2005. Fruit choice and calcium block use by tongan fruit bats in American Samoa. *Journal of Mammalogy*, 86:1205-1209.
- Reid, F. 1997. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press, New York.
- Rieger, J.F. y E.M. Jakob. 1988. The use of olfaction in food location by frugivorous bats. *Biotropica*, 20:161-164.

NUEVOS REGISTROS DE GRISÓN *Galictis vittata* PARA LA SELVA LACANDONA, CHIAPAS, MÉXICO

J. ANTONIO DE LA TORRE¹, CARLOS MUENCH² Y MARIA CLARA ARTEAGA¹

¹ Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ap. Postal 70-275, C. P. 04510 Ciudad Universitaria, México D. F., México.

² Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de Ecología de Poblaciones y Comunidades Tropicales. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de La Huerta C.P. 58190 Morelia Michoacán, México.

correo electrónico: adelatorre@miranda.ecologia.unam.mx

Abstract: The distribution of the greater grison (*Galictis vittata*) in México goes from southern Tamaulipas and eastern San Luis Potosí, to the south along the Gulf coast to the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, continuing through Chiapas and all of the Yucatán Peninsula. However, this species has not been recorded for the Selva Lacandona region, Chiapas, México. The purpose of this note is to report the first two reliable records of the species for this region of México. These records also constitute a contribution to the ecological knowledge of this species, as they demonstrate their presence in landscapes altered by human activity.

Keywords: Mustelidae, Selva Lacandona, camera-trapping, greater grison.

El grisón (*Galictis vittata*, Shreber, 1776) es una especie de la familia Mustelidae que se distribuye a lo largo de las áreas tropicales y subtropicales de América. El límite norte de su distribución es México, extendiéndose a través de Centroamérica, hasta el norte de Argentina y el sur de Bolivia y Brasil (Yensen y Tarifa, 2003). En México, la distribución potencial de esta especie indica que se encuentra desde el sur de Tamaulipas y este de San Luis Potosí, siguiendo la costa del Golfo hasta el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca y continuando hasta Chiapas y toda la Península de Yucatán (Alvarez del Toro, 1952; Chavez-Tovar, 2005; González-Christen, 2008; Hall, 1981; Hernández-Mijangos, *et al.*, 2008; Leopold, 1959; Olguin-Monroy *et al.*, 2008; Ramírez-Pulido 2005).

Esta especie puede encontrarse desde el nivel mar hasta los 1 500 msnm, aunque con mayor frecuencia por debajo de los 500 msnm (Yensen y Tarifa, 2003). El grisón está presente en distintos tipos de vegetación como bosques tropicales perennifolios y subperennifolios, bosques tropicales semidecíduos, bosques mesófilos de montaña e incluso sitios con vegetación secundaria (Chávez-Tovar, 2005; Yensen y Tarifa, 2003). Gallina *et al.* (1996) sugieren que esta especie puede estar presente en cultivos de café.

A pesar de que su presencia ya había sido confirmada anteriormente para el estado de Chiapas (Álvarez del Toro, 1952; Hernández-Mijangos, *et al.*, 2008), el grisón no figura en el listado de las 112 especies de mamíferos registradas para la región de la Selva Lacandona (Medellín, 1994). Sin embargo, dada su distribución potencial y su afinidad por los tipos de vegetación dominantes en la región, Medellín (1994) menciona que la presencia de esta especie es probable. El objetivo de la presente nota es reportar los dos primeros registros confiables de *Galictis vittata* para región de la Selva Lacandona, Chiapas, México.

El 13 de abril del 2007, a las 16:58 se obtuvo el registro fotográfico de un individuo adulto de *Galictis vittata* (Figura 1). Esto ocurrió durante el desarrollo de un proyecto de monitoreo de fauna de tamaño mediano y grande a través de fototrampeo. El sitio del registro (16° 14' 16" N, 90° 48' 45" O) corresponde al límite sur del ejido Reforma Agraria, en la región de Marqués de Comillas, al sur del estado de Chiapas (Figura 2). La cámara-trampa estaba ubicada en un ambiente de vegetación secundaria adyacente a la reserva ejidal de Reforma Agraria, la cual es uno de los remanentes de bosque tropical húmedo en mejor estado de conservación de la región. Cabe mencionar que el diseño del muestreo enfatizó los sitios importantes en el mantenimiento de la conectividad de la vegetación nativa de la zona, de manera que el sitio del registro forma parte de un corredor que conecta los dos macizos forestales más importantes de la rivera este del río Lacantún (Figura 2a y 2c).



Figura 1. Individuo de *Galictis vittata* adulto en el ejido Reforma Agraria, Selva Lacandona, Chiapas, México.

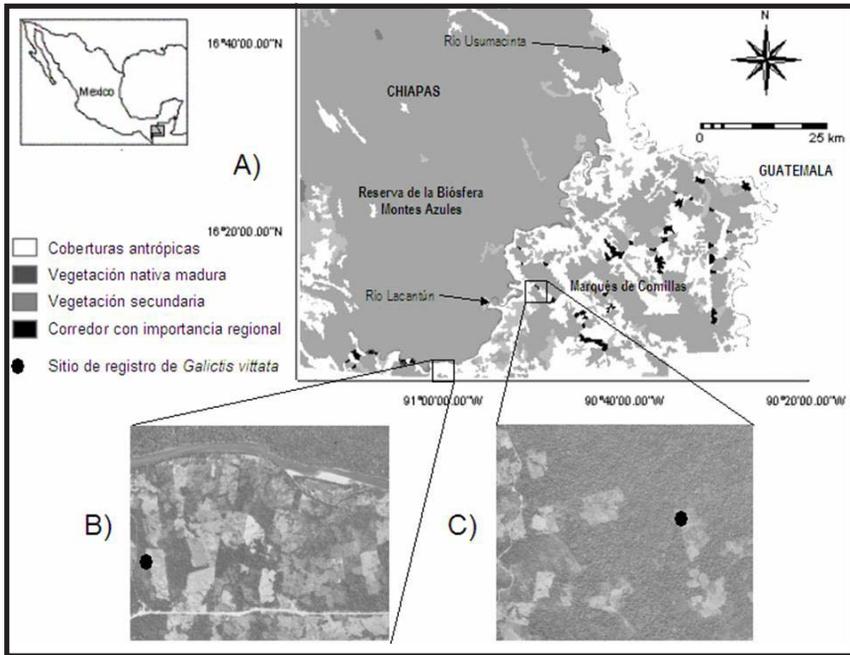


Figura 2. Ubicación de los registros de *Galictis vittata* en la región de Marqués de Comillas, Selva Lacandona, Chiapas, México. A) Mapa de corredores remanentes (adaptado de Muench, 2006). B) Sitio de captura del individuo cazado. C) Sitio del registro obtenido por foto-trampeo.

El segundo registro de esta especie ocurrió el 10 de junio del 2007, cuando se encontró y fotografió un macho juvenil (Figura 3) cazado en la mañana por perros que las personas de la comunidad del ejido de Loma Bonita utilizaban para la cacería de subsistencia de armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y tepezcuintle (*Cuniculus paca*). El sitio donde este ejemplar fue cazado corresponde a una zona riparia con vegetación secundaria, dentro de un potrero en el ejido Loma Bonita, al sur de la Reserva de Biosfera Montes Azules, en la región de Marqués de Comillas (Figura 2b). Las coordenadas aproximadas del lugar de captura son 16° 05' 30''N, 91° 00' 00''O. Las medidas corporales del individuo fueron las siguientes: LT = 450 mm; CV = 100 mm; P = 64 mm; O = 15.6 mm. Se colectó la piel, sin embargo, el método de secado no fue adecuado y ésta no se conservó, por lo que no pudo ser depositada como ejemplar de museo. Por ello, sólo se cuenta con el registro fotográfico.

En México, *Galictis vitatta* es una especie catalogada como amenazada en la NOM-ECOL-059 (SEMARNAT, 2001). Sin embargo, su situación real de conservación es desconocida, ya que no existe información sobre la biología y ecología de la especie, ni datos sobre la abundancia de sus poblaciones en México. Ceballos y Navarro (1991) consideran al grisón como una de las especies de mamíferos más amenazadas en México, ya que sugieren que solamente esta presente en zonas que mantienen un buen estado de conservación.

Los presentes registros constituyen una contribución al conocimiento ecológico de esta especie, porque demuestran que se pueden desplazar en vegetación secundaria, adyacente a pastizales inducidos como potreros para ganadería. Aún más interesante es el hecho de que ambos sitios tienen importancia en el mantenimiento de la conectividad del paisaje a diferentes escalas: un corredor de vegetación con importancia regional (Muench, 2006) y un corredor ripario, que constituye una vía de movimiento para muchas especies de mamíferos (Hilty y Merenlender, 2004; Lees y Peres, 2008; Spackman y Hughes, 1995; Figura 2a).



Figura 3. Individuo de *Galictis vitatta* juvenil cazado en el ejido Loma Bonita, Selva Lacandona, Chiapas, México.

AGRADECIMIENTOS

J. A. de la Torre y M. C. Arteaga agradecen el apoyo en campo de Max y Concepción Cornelio del ejido Loma Bonita, a Gerardo Cerón por el apoyo en campo y Rodrigo Medellín por información proporcionada para elaborar la presente nota. C. Muench agradece a Elva Domínguez y Emilio Roldán por el gran esfuerzo en campo que produjo el registro por foto-trampeo, y a Alfredo Cuarón por el apoyo logístico, teórico y anímico brindado a lo largo de muchos años.

LITERATURACITADA

- Alvarez del Toro, M. 1952. *Animales Silvestres de Chiapas*. Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez Chiapas México.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and Conservation of Mexican Mammals. Pp 167-198, *en: Latin American Mammalogy, History, Biodiversity, and Conservation*. (M. Mares y D. Schmidly, eds.). Oklahoma Museum of Natural History Publication. University of Oklahoma Press: Normen, Oklahoma.
- Chávez-Tovar, C. 2005. *Galictis vittata*. Pp 378-380, *en: Los Mamíferos de México* (G. Ceballos y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para Conocimiento de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Hall, E.R. 1981. *The mammals of North America*. Segunda Edición. John Wiley and Sons, New York.
- Hernández-Mijangos, L.A., E. Pineda, M. Díaz y R. Pérez. 2008. Registros mastofaunísticos adicionales en Reservas de Biosfera en Chiapas, México. *Vertebrata Mexicana*, 21:19-31.
- Gallina, S., S. Mandujano y A. González-Romero. 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems*, 33:13-27.
- González-Christen, A. 2008. La diversidad, alfa, beta y gama de la mastofauna en la Sierra de Santa Marta, Veracruz, México. Pp. 103-123, *en: Avances en el estudio de los mamíferos de México* Volumen II (C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D.F.
- Hilty, J.A. y A.M. Merenlender. 2004. Use of riparian corridors and vineyards by mammalian predators in northern California. *Conservation Biology*, 18:126-135.
- Lees, A.C. y C.A. Peres. 2008. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for amazonian birds and mammals. *Conservation Biology*, 22:439-449.
- Leopold, A.S. 1959. *Fauna Silvestre de México*. Editorial Pax. México, D.F.
- Medellín, R.A. 1994. Mammals diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Conservation Biology*, 8:780-799.
- Muench, C.E. 2006. *Corredores de vegetación y conectividad de hábitat para el tapir (Tapirus bairdii) en la Selva Lacandona, Chiapas*. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F.
- Olguín Monroy, H.C., L. León Paniagua, U.M. Samper-Palacios y V. Sánchez-Cordero Dávila. 2008. Mastofauna de la región de los Chimalapas, Oaxaca, México. Pp. 165-216, *en:*

-
- Avances en el estudio de los mamíferos de México* Volumen II (C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D.F.
- Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz y H.H. Genoways. 2005. Carnivores from the Mexican State of Puebla: Distribution, Taxonomy, and Conservation. *Mastozoología Neotropical*, 12:37-52.
- SEMARNAT. 2001. *Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Publicada el 6 de marzo del 2002 en el Diario Oficial de la Federación. México, D.F.
- Spackman, S.C. y J.W. Hughes. 1995. Assessment of minimum stream corridor width for biological conservation: species richness and distribution along mid-order streams in Vermont, USA. *Biological Conservation*, 71:325-332.
- Yensen E. y T. Tarifa. 2003. *Galictis vitatta*. *Mammalian Species*, 727:1-8.

AMPLIACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE TRES CARNIVOROS EN EL NOROESTE DE MÉXICO

HORACIO V. BÁRCENAS¹, YAMEL RUBIO-ROCHA^{2,3}, EDITH NÁJERA-SOLÍS²
LEONARDO J. LÓPEZ-DAMIÁN¹ Y RODRIGO A. MEDELLÍN¹

¹*Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-275,
04510 México D. F., MEXICO.*

²*FUSBIO Fundación Sinaloense para la Conservación de la Biodiversidad, A.C. Tales de
Mileto 1684, Col. Universitaria, Culiacán Sinaloa, México, C.P. 80010
Teléfono: 01 (667) 753 0465*

³*Unidad Académica de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Angel Flores s/n Col.
Centro, C.P. 80000, Culiacán, Sinaloa
correo electrónico: hbarcenas@ecologia.unam.mx*

Abstract: We report new localities in 2006 and 2008 for three carnivore species from sarcocaul and microphythic desert scrub at the Sierra Seri, Sonora and from croplands Norwest Coastal Plains region, Sinaloa, extending their known distribution ranges. Species were identified through visual recognition of pictures. The presence of these species can be explained by two different mutually exclusive hypotheses: first, that the species has been historically present and were not recorded earlier; and second, that these species have just recently dispersed into the coastal zone. We strongly support the first hypothesis. The relevance of this note stands in the fact that it gives elements to extend the map of distribution for each of these species more than 100 km to the West; this pinpoints the need for continuing conducting biological inventories in the many unexplored areas at Norwest Mexico.

Palabras clave: Distribución, Sonora, Sinaloa, Carnívora, *Mephitis macroura*, *Spilogale gracilis*,

Key words: Distribution, Sonora, Sinaloa, Carnívora, *Mephitis macroura*, *Spilogale gracilis*, *Taxidea taxus*.

Los carnívoros medianos y grandes suelen ser elusivos en su comportamiento, y su registro suele estar relacionado con evidencias indirectas de su presencia (Aranda, 2000), por lo que, los métodos no invasivos, como las trampas cámara han ido ganando importancia por su utilidad en el muestreo y monitoreo de especies de carácter críptico o especies raras como lo son los carnívoros (Karanth *et al.*, 2004; Lynam, 2002). Además de la capacidad de producir datos robustos y pertinentes como la distribución y uso de hábitat (MacKay *et al.*, 2008).

En esta nota se describe la ampliación de la distribución de tres especies de carnívoros de las Familias Mephitidae y Mustelidae en el Noroeste de México en los Estados de Sonora y Sinaloa.

Mephitis macroura Lichtenstein, 1832.

El individuo fue registrado en la Sierra Seri, Sonora a 4 km del mar de Cortés frente a la isla Tiburón. Las coordenadas de la estación de fototrampeo fueron 29°12'42.30" N, 112°09'16.32" O, a una altitud de 208 msnm en la localidad de "Rancho doble ii" dentro de la Región Terrestre Prioritaria Sierra Seri, Sonora (Arriaga *et al.*, 2000). El clima en la región es muy árido y presenta vegetación de matorral sarcocaulé y matorral desértico micrófilo (Rzedowski, 1978). El registro se realizó el día 5 de septiembre de 2006 a las 04:00 h con trampas cámaras de la marca Cam Trakker® con película de 36 exposiciones, asa 200 a color marca Fujifilm®. Por su distribución geográfica se espera que *M. macroura* y *M. mephitis* sean especies simpátricas (Pacheco, 2005a; Pacheco, 2005b; Reid, 2006). Las diferencias externas entre estas dos especies, consisten principalmente en el patrón de coloración, la longitud relativa de la cola y la talla (Pacheco, 2005a). En *M. mephitis* las bandas laterales blancas frecuentemente se unen a nivel de la nuca formando una "v" (Wade-Smith y Verts, 1982), y se encuentran en una posición más dorsal (Reid, 2006), mientras que en *M. macroura* rara vez se unen (Hwang y Larivière, 2001). La longitud proporcional de la cola puede variar entre 0.33 y 0.40 veces la longitud total de *M. mephitis* (Wade-Smith y Verts, 1982), y entre 0.49 y 0.55 veces la longitud total de *M. macroura* (Hwang y Larivière, 2001), el peso de *M. mephitis* va de 2700 a 6300 g (Pacheco, 2005b) mientras que *M. macrorura* va de 1000 a 2700 g (Pacheco, 2005a). La longitud proporcional de la cola y la disposición de las bandas blancas son observables en la fotografía tomada en Sierra Seri (Figura 1). La talla de éste ejemplar es inferida en relación a la talla de la otra especie de zorrillo registrada en este trabajo, tomando como referencia los mismos arbustos que aparecen en el fondo de ambas imágenes (Figuras 1 y 2). La diferencia esperada entre el tamaño del *M. macroura* con respecto al *S. gracilis* (227 a 750 g; Ceballos, 2005) es de aproximadamente el doble de tamaño mientras que si se tratara de *M. mephitis* se esperaría que ésta diferencia de talla fuera aún mayor. Por el momento hasta no contar con un ejemplar de museo, éste registro será asignado a *M. macroura*. Con esto se amplía la distribución conocida de esta especie en al menos 110 km hacia el oeste desde la localidad marginal más cercana (Figura 2) provista para esta especie en Hermosillo, Sierra Cuababi (Hall, 1981, Hwang y Larivière, 2001), llenado un hueco en la distribución para una especie ampliamente distribuida desde Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y hasta USA (Wozencraft, 2005).

Spilogale gracilis Merriam, 1890.

Fue registrado el día 12 de septiembre del 2006 a las 21:38 h, en la misma estación de trampeo que *M. macrorura* con una diferencia de 8 días. Solamente dos especies de *Spilogale* se distribuyen en la vertiente del Pacífico mexicano: *S. gracilis* y *S. pygmaea*

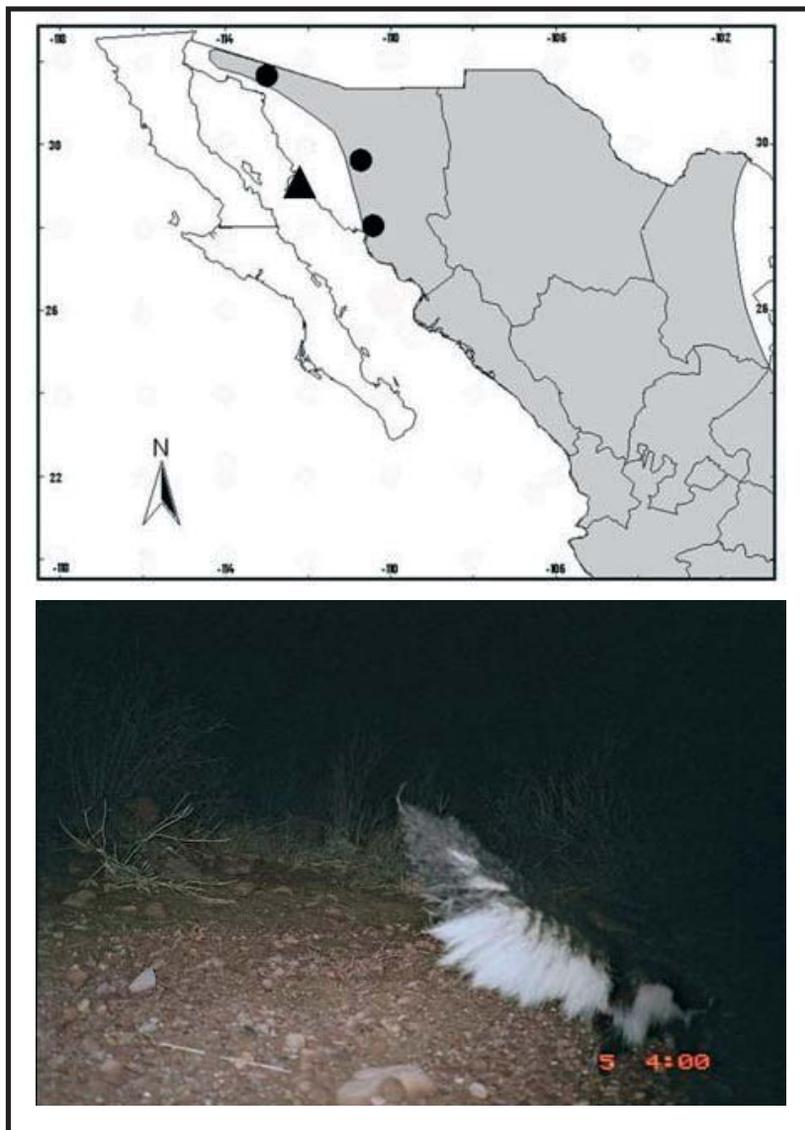


Figura 1. Captura fotográfica de *Mephitis macroura* en la Sierra Seri, Sonora y localización del nuevo registro de *Mephitis macroura* (▲) en "Rancho doble ii", Sierra Seri, Sonora, las localidades marginales más cercanas (●) y su área de distribución conocida (sombreado).

(Ávila y Medellín, 2005; Ceballos, 2005), se distinguen entre ellas porque *S. gracilis* es de mayor tamaño que *S. pygmaea*, que además es de color amarillento (Ávila y Medellín, 2005). *S. gracilis* es de color negro con tres bandas longitudinales de color blanco, y una mancha blanca en la frente; la cola es negra en la base y blanca en su tercio terminal (Verts *et al.*, 2001). La Figura 2 coincide con estas características de manera que el registro es asignado a la especie *S. gracilis*. La localidad más cercana (Hall, 1981; Alvarez-Castañeda, 2000; Verts *et al.*, 2001) se ubica 9 mi W San Javier, Sonora, por lo que el presente registro extiende su distribución en al menos aproximadamente 110 km al oeste (Figura 2), en un sitio que parece perfectamente posible si se considera que esta especie se distribuye en una gran variedad de tipos de vegetación, incluyendo el presentado aquí y en altitudes que van del nivel del mar hasta los 2744 msnm (Ceballos, 2005). Este sería el primer registro de esta especie en la costa del Pacífico en el Estado de Sonora, México.

La captura de ambas especies de zorrillo en una misma estación de trapeo con un corto tiempo de diferencia puede parecer improbable aunque es plenamente posible; especies de ambos géneros coexisten a lo largo de su distribución. Los zorritos del género *Mephitis* y *Spilogale* son similares ecológica y morfológicamente en un sentido amplio, pero diferencias en sus microhábitats y dietas les permiten coexistir en hábitats similares (Neiswenter y Dowler, 2007). En contraste con zorritos del género *Mephitis* que se comportan como generalistas, el uso de áreas por *S. gracilis*, puede estar limitado en áreas con cobertura vegetal densa que provea de múltiples sitios de refugio a lo largo del año (Doty y Dowler, 2006)

Taxidea taxus Schreber, 1777.

En el poblado de la Cruz en el municipio de Elota, Sinaloa el 30 de enero del 2008 un ejemplar hembra de esta especie fue capturado (Figura 3). Este registro proviene de un campesino del poblado que instaló una trampa Víctor para coyote (no. 5) a las orillas de un área de cultivo no utilizada en ese momento. La ubicación de la captura fue 23°55'26.16" N, 106°52'47.77" O, a una altitud de 42 msnm. Esta región pertenece a la Planicie Costera del Noroeste (Rzedowski, 1978), donde la vegetación principal es zona de cultivo. Los cultivos más cercanos al sitio de la trampa correspondieron a jitomate, pimiento morrón y maíz; todos los cultivos de esa zona están conectados a un pequeño arroyo de entre 2 y 3 m de ancho que aún cuenta con vegetación remanente. Es posible que la cobertura vegetal del mencionado arroyo a 2 km del sitio de captura pueda ser una vía de paso por la cual esta especie se disperse desde las zonas cercanas a los terrenos de cultivo. Considerando la localidad más cercana provista por Hall (1981) y refrendada por Jiménez y List (2005), correspondiente a 16 km NNE Choix, Sinaloa 1,700ft, el área de distribución conocida para esta especie se extendería aproximadamente 340 km al SSE desde el Choix (Figura 3), convirtiéndolo a

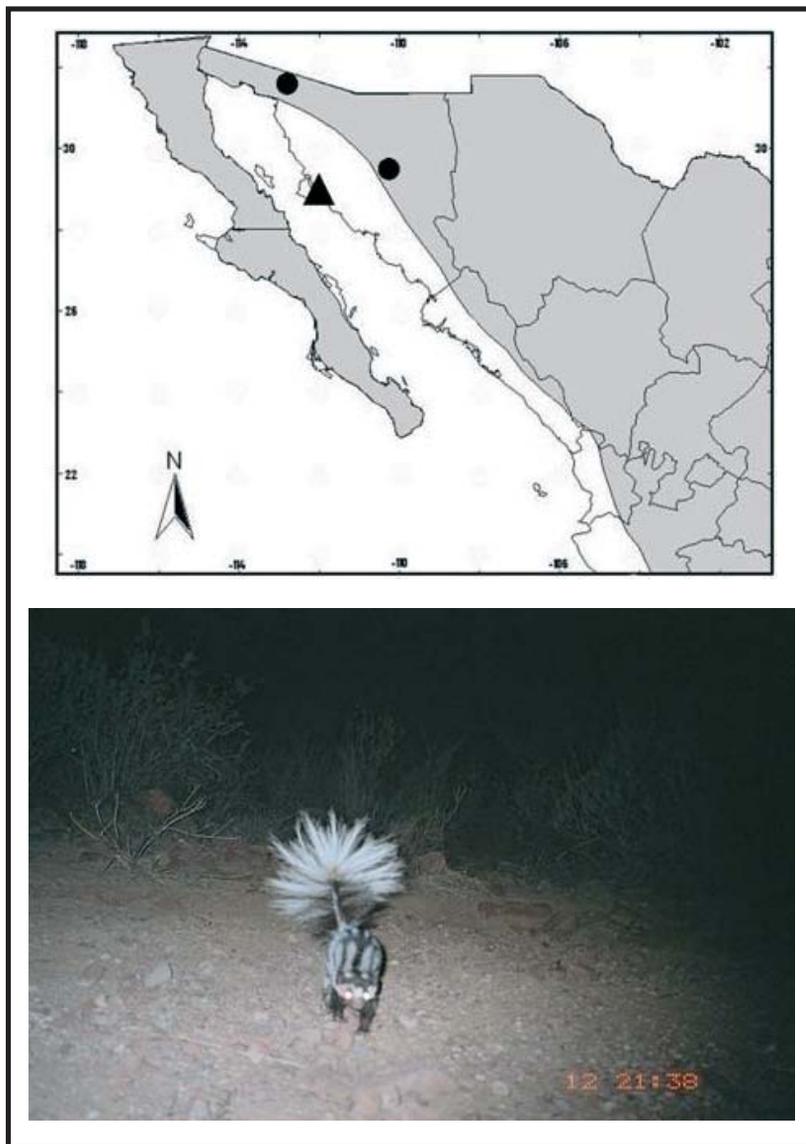


Figura 2. Captura fotográfica de *Spilogale gracilis* en la Sierra Seri, Sonora y localización del nuevo registro de *Spilogale gracilis* (▲) en "Rancho doble ii", Sierra Seri, Sonora, las localidades marginales más cercanas (●) y su área de distribución conocida (sombreado).

éste en el primer registro de ésta especie para el municipio de Elota, Sinaloa y en el segundo registro a nivel estatal.

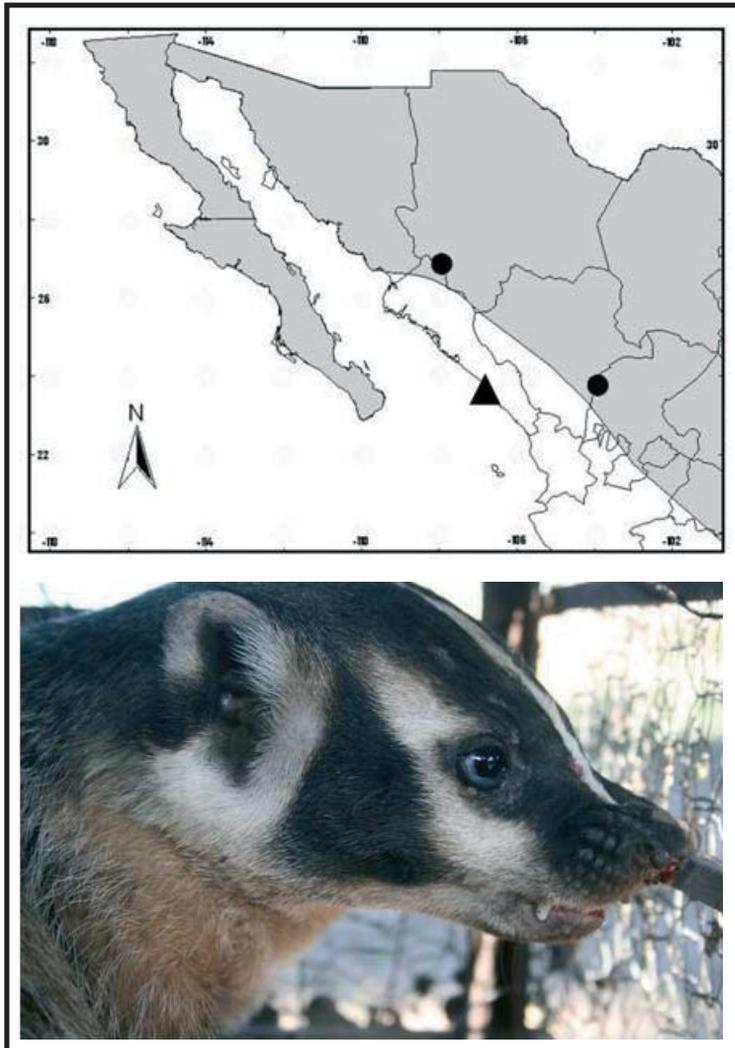


Figura 3. *Taxidea taxus* capturado en el municipio de Elota, Sinaloa y localización del nuevo registro de *Taxidea taxus* (▲) en la Cruz, municipio de Elota, Sinaloa, las localidades marginales más cercanas (●) y su área de distribución conocida (sombreado).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Laboratorio de Conservación y Ecología de Vertebrados Terrestres del Instituto de Ecología, UNAM, proyectos ES003 y ES009 de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, BIOCONCIENCIA, Bioconservación, Educación y Ciencia A.C., Association of Fish and Wildlife Agencies y Wildlife Trust Alliance por los fondos proporcionados y agradecimientos especiales para la Familia Ayala-Rubio, para A. de la Torre y G. Castellanos por el trabajo de campo, y a J. Vargas y G. López por la revisión del manuscrito.

LITERATURACITADA

- Alvarez-Castañeda, S.T. 2000. Familia Mustelidae. en: *Mamíferos del Noroeste de México*. (S.T. Alvarez-Castañeda y J.L. Patton, eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: 731-757.
- Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. CONABIO-Instituto de Ecología, A.C. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. (coords.). 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. CONABIO, México.
- Ávila, R. y R.A. Medellín. 2005. *Spilogale pygmaea* Thomas, 1898. Pp. 394-395, en: *Los Mamíferos Silvestres de México*. (G. Ceballos y G. Oliva, eds.). FCE-CONABIO. México.
- Ceballos, G. 2005. *Spilogale gracilis* Merriam, 1890. Pp. 392-393, en: *Los Mamíferos Silvestres de México*. (G. Ceballos y G. Oliva, eds.). FCE-CONABIO. México.
- Doty, J.B. y R.C. Dowler. 2006. Denning Ecology in Sympatric Populations of Skunks (*Spilogale gracilis* and *Mephitis mephitis*) in West-Central Texas. *Journal of Mammalogy*, 87: 131-138.
- Hall, E.R. 1981. *The Mammals of North America*. Segunda Edición. John Wiley and Sons, New York. Volume II
- Hwang, Y.T. y S. Larivière. 2001. *Mephitis macroura*. *Mammalian Species*, 686: 1-3.
- Jiménez, A. y R. List. 2005. *Taxidea taxus* (Shreber, 1777). Pp. 384-385, en: *Los Mamíferos Silvestres de México*. (G. Ceballos y G. Oliva, eds.). FCE-CONABIO. México.
- Karanth U., J.D. Nichols y N.S. Kumar. 2004. Photographic Sampling of Elusive Mammals in Tropical Forest. Pp 229-247 en: *Sampling rare or elusive species*. (Thomson W, eds.). L. Island Press. Washington.
- MacKay, P., W.J. Zielinski, R.A. Long, y J.C. Ray. 2008. Chapter 1 Noninvasive Research and Carnivore Conservation. Pp. 1-7. en: *Noninvasive Survey Methods for Carnivores*. (R.A. Long, P. MacKay, W.J. Zielinski y J.C. Ray, eds.) Island Press. Washington.
- Lynam A. 2002. *Métodos de trabajo de campo para definir y proteger poblaciones de gatos grandes: los tigres indochinos como un estudio de caso*. 55-72 en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio*. (R.A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K.

-
- Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife Conservation Society. México.
- Neiswenter, S.A. y R.C. Dowler. 2007. Habitat use of western spotted skunks and striped skunks in Texas. *Journal of Wildlife Management*, 71: 583-586.
- Pacheco, J. 2005a. *Mephitis macroura* Lichtenstein, 1832. Pp. 388-389, en: *Los Mamíferos Silvestres de México* (G. Ceballos y G. Oliva, eds.). FCE-CONABIO. México.
- Pacheco, J. 2005b. *Mephitis mephitis* (Scheber, 1776). Pp. 390-391, en: *Los Mamíferos Silvestres de México* (G. Ceballos y G. Oliva, eds.). FCE-CONABIO. México.
- Reid, F.A. 2006. *Mammals of North America*. 4th ed. The Peterson field guide series. Houghton Mifflin Company. Singapore.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000. Protección ambiental, especies 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, Lunes 16 de octubre de 2001, 1:1-62.
- Wade-Smith, J. y B.J. Verts. 1982. *Mephitis mephitis*. *Mammalian Species*, 173: 1-7.
- Verts, B.J., L.N. Carraway y A. Kinlaw. 2001. *Spilogale gracilis*. *Mammalian Species*, 647: 1-10.
- Wozencraft, W.C. 2005. Orden Carnivora. Pp. 532-628, en: *Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference*. (D.E. Wilson y D.M. Reeder, eds.). 3rd edition. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

CIERVO
BIBLIOGRAFÍA RECIENTE COMENTADA
SOBRE MAMÍFEROS
HELIOT ZARZA VILLANUEVA Y RAFAEL AVILA-FLORES

Instituto de Ecología, UNAM. Apdo. Postal 70-275, 04510, México, D. F.
hzarza@ecologia.unam.mx
ravila@ecologia.unam.mx

Trabajos publicados realizados en México por investigadores mexicanos, o por investigadores mexicanos en el extranjero.

ARTÍCULOS

Álvarez-Cárdenas, S., P. Gallina-Tessaro, S. Díaz-Castro, I. Guerrero-Cárdenas, A. Castellanos-Vera y E. Mesa-Zavala. 2009. Assessment of structural elements of bighorn sheep habitat at Sierra del Mechudo, Baja California Sur, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 2:189-203.

Álvarez-Castañeda, S. T., Lidicker Jr. W. Z. y E. Ríos. 2009. Revision of the *Dipodomys merriami* Complex in the Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of Mammalogy*, 90:992-1008.

Anderson, B. J., H. R. Akcakaya, M. B. Araujo, D. A. Fordham, E. Martínez-Meyer, W. Thuiller y B. W. Brook. 2009. Dynamics of range margins for metapopulations under climate change. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 276:1415-1420.

Avila-Cabadilla, L.D., Stoner, K.E., Henry, M., y M.Y.A. Anorve. 2009. Composition, structure and diversity of phyllostomid bat assemblages in different successional stages of a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*, 258:986-996.

Ayala-Berdon, J., J. E. Schondube y K. Stoner. 2009. Seasonal intake responses in the nectar-feeding bat *Glossophaga soricina*. *Journal of Comparative Physiology B*, 179:553-562.

Cantú-Salazar, L., M. G. Hidalgo-Mihart, C. A. López-González y A. González-Romero. 2009. Dry season den use by pygmy spotted skunk (*Spilogale pygmaea*) in a tropical deciduous forest of Mexico. *Biotropica*, 41:347-353.

Castro-Arellano, I., G. Suzán, R. Flores León, R. M. Jiménez y T. E. Lacher, Jr. 2009. Survey for antibody to hantaviruses in Tamaulipas, Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*, 45:207-212.

Ceballos, G. y P. Ehrlich. 2009. Discoveries of new mammal species and their implications for conservation and ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106:3841-3846.

Chávez, C. y G. Ceballos. 2009. Implications for conservation of the species diversity and population dynamics of small mammals in an isolated reserve in Mexico City. *Natural Areas Journal*, 29:27-41.

Colchero, F., R. A. Medellín, J. S. Clark, R. Lee y G. Katul. 2009. Predicting population survival under future climate change: density dependence, drought and extraction in an insular bighorn sheep. *The Journal of Animal Ecology*, 78:666-73.

Coria-Galindo, E., E. Rangel-Huerta, A. Verdugo-Rodríguez, D. Brousset, S. Salazar y L. Padilla-Noriega. 2009. Rotavirus infections in Galapagos sea lions. *Journal of Wildlife Diseases*, 45:722-8.

Coronel Arellano, H., C. A. López-González y C. N. Moreno Arzate. 2009. Can landscape variables predict white-tailed deer abundance? Northwestern Mexico as a case study. *Tropical Conservation Science*, 2:229-236.

Delfín-Alfonso, C. A., S. Gallina y C. A. López-González. 2009. Habitat evaluation of white-tailed deer using spatial models and their implications for management in central Veracruz, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 2:215-228.

Farías, V. y T. K. Fuller. 2009. Native vegetation structure and persistence of endangered Tehuantepec jackrabbits in a neotropical savanna in Oaxaca, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 18:1963-1978.

Fuentes-Montemayor, E., E. A. D. Cuarón, E. Vázquez-Domínguez, J. Benitez-Malvido, D. Valenzuela-Galván y E. Andresen. 2009. Living on the edge: roads and edge effects on small mammal populations. *Journal of Animal Ecology*, 78: 857-865.

Galindo, J. A., A. Serrano, L. Vázquez-Castan, C. González-Gandara y M. López-Ortega. 2009. Cetacean diversity, distribution, and abundance in northern Veracruz, Mexico. *Aquatic Mammals*, 35:12-18.

Galindo-González, J., G. Vázquez-Domínguez, J. Hernández-Montero y R. A. Saldaña-Vázquez. 2009. A more efficient technique to collect seeds dispersed by bats. *Journal of Tropical Ecology*, 25:205-209.

Gallina, S. y L. A. Escobedo-Morales. 2009. Analysis of environmental management units (UMA) of red deer (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) and wapiti (*Cervus canadensis* (Erxleben, 1777)) in Mexico: challenges for native ungulate conservation. *Tropical Conservation Science*, 2:251-265.

Gallina, S. y S. Mandujano. 2009. Research on ecology, conservation and management of wild ungulates in Mexico. *Tropical Conservation Science*, 2:116-127.

Hidalgo-Mihart, M. G., L. Cantú-Salazar, S. E. Carrillo-Percástegui y C. A. López-González. 2009. Daily activity patterns of coyotes (*Canis latrans*) in a tropical deciduous forest of western Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 44:77-82.

López-Flores, V., I. MacGregor-Fors y J. E. Schondube. 2009. Artificial nest predation along a Neotropical urban gradient. *Landscape and Urban Planning*, 92:90-95.

MacSwiney, M. C., B. Bolívar Cimé, F. M. Clarke y P. A. Racey. 2009. Insectivorous bat activity at cenotes in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Acta Chiropterologica*, 11:139-147.

MacSwiney, M. C., S. Hernández-Betancourt y R. Ávila-Flores. 2009. *Otonyctomys hatti*. *Mammalian Species*, 825: 1-4.

Mandujano, S. y A. González-Zamora. 2009. Evaluation of natural conservation areas and wildlife management units to support minimum viable populations of white-tailed deer in Mexico. *Tropical Conservation Science*, 2:237-250.

Melo, F. P. L., B. Rodríguez-Herrera, R. L. Chazdon, R. A. Medellín y G. Ceballos. 2009. Small tent-roosting bats promote dispersal of large-seeded plants in a neotropical forest. *Biotropica* 41:737-743.

Monroy-Vilchis, O., Y. Gómez, M. Janczur y V. Urios. 2009. Food niche of *Puma concolor* in Central Mexico. *Wildlife Biology*, 15:97-105.

Munguía-Vega, A., R. Rodríguez-Estrella, M. Nachman y M. Culver. 2009. Polymorphic microsatellite loci for the sand pocket mouse *Chaetodipus arenarius*, an endemic from the Baja California Peninsula. *Molecular Ecology Resources*, 9:305-307.

-
- Naranjo, E. J. 2009. Ecology and conservation of Baird's tapir in Mexico. *Tropical Conservation Science*, 2:140-158.
- Ortega, J., B. Vite-De Leon, A. Tinajero-Espitia, y J. A. Romero-Meza. 2009. *Carollia subrufa*. *Mammalian Species*, 823:1-4.
- Reyna-Hurtado, R. 2009. Conservation status of the white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) outside the Calakmul Biosphere Reserve in Campeche, Mexico: a synthesis. *Tropical Conservation Science*, 2:159-172.
- Reyna-Hurtado, R., E. Rojas-Flores y G. W. Tanner. 2009. Home range and habitat preferences of white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) in Calakmul, Campeche, Mexico. *Journal of Mammalogy*, 1199-1209.
- Sánchez-Hernández, C., B. González-Pérez, G. D. Schnell, M. L. Romero-Almaraz, M. L. Kennedy y T. Best. 2009. Mammals from ejido Ranchitos, Colima, Mexico. *Southwestern Naturalist*, 54:409-420.
- Sánchez-Rojas, G., C. Aguilar-Miguel y E. Hernández-Cid. 2009. Population study and habitat use by white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a temperate forest at Sierra de Pachuca, Hidalgo, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 2:204-214.
- Solís-Cámara, A. B., G. Arnaud Franco, S. Álvarez Cárdenas, P. Galina Tessaro y J. J. Montes Sánchez. 2009. Evaluation of feral pig population (*Sus scrofa*) and its impact in the Sierra La Laguna Biosphere Reserva, Baja California Sur, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 2:173-188.
- Stephens, C. R., J. Giménez Heau, C. González, C. N. Ibarra-Cerdeña, V. Sánchez-Cordero y C. González-Salazar. 2009. Using biotic interaction networks for prediction in biodiversity and emerging diseases. *PLOS ONE*, 4:5725.
- Suárez-Gracida, C. G., y S. T. Álvarez-Castañeda. 2009. Physical and biological factors related to habitat preferences of rodents. *Biodiversity and Conservation*, 11:2779-2797.
- Suzán, G., E. Marcé, J. T. Giermakowski, J. N. Mills, G. Ceballos, R. S. Ostfeld, B. Armien, J. M. Pascale y T. L. Yates. 2009. Experimental evidence for reduced rodent diversity causing increased hantavirus prevalence. *PLOS ONE*, 4: 5461.

Tejeda-Cruz, C., E. J. Naranjo, A. D. Cuarón, H. Perales y J. L. Cruz-Burguete. 2009. Habitat use of wild ungulates in fragmented landscapes of the Lacandon Forest, Southern Mexico. *Mammalia*, 73:211-219.

Urquiza-Haas, T., C.A. Peres y P.M. Dolman. 2009. Regional scale effects of human density and forest disturbance on large-bodied vertebrates throughout the Yucatan Peninsula, Mexico. *Biological Conservation*, 142:134-148.

Vargas-Contreras, J. A., R. A. Medellín, G. Escalona-Segura y L. Interian-Sosa. 2009. Vegetation complexity and bat-plant dispersal in Calakmul, Mexico. *Journal of Natural History*, 43:219-243.

Vázquez, L.B., C.G. Bustamante-Rodriguez, A. Bahena y D.G. Arce. 2009. Area selection for conservation of Mexican mammals. *Animal Biodiversity and Conservation*, 32:29-39.

Vázquez, L. B. y D. Valenzuela. 2009. ¿Que tan bien representados están los mamíferos mexicanos en el sistema nacional de áreas protegidas del país? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 249-258.

Monroy-Vilchis, O., O. Sánchez, U. Aguilera-Reyes, P. Suárez y V. Urios. 2009. Jaguar (*Panthera onca*) in the State of Mexico. *Southwestern Naturalist*, 53:533-537.

LIBROS

Álvarez-Romero, J., R. A. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez H. 2008. *Animales Exóticos en México: una Amenaza para la Biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F., 518 pp.

Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez H. 2008. *Identificación de los Murciélagos de México. Clave de campo*. 2ª ed. Instituto de Ecología, Universidad nacional Autónoma de México, México, D. F., 79 pp.

TESIS

Bustillo Ramírez, R. 2009. *Uso de isótopos estables de carbono ^{12}C y ^{13}C en la determinación de paleodietas de mamíferos cenozoicos: conceptos básicos y*

propuesta de estudio. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

De la Torre, A. 2009. *Estimación poblacional del jaguar (Panthera onca) y abundancia relativa de sus presas en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas, México*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gallardo Santis, M. A. 2009. *Diagnóstico y estrategia para la conservación a largo plazo de la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gómez Naranjo, M. V. 2009. *Representación de los mamíferos mexicanos en zoológicos de México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gutiérrez Granados, G. 2009. *Efectos directos e indirectos de la extracción forestal sobre la diversidad vegetal y la interacción mamífero-planta en la Selva Maya de Quintana Roo*. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Leyva Anaya, S. V. 2009. *Los animales en el México prehispánico: estudio recapitulativo*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

López Damian, L. J. 2009. *Dieta de Tadarida brasiliensis mexicana en el noreste y sur de México en el contexto de la fonología del maíz (Zea mays)*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Martínez López, I. G. 2009. *Contenido de hormonas esteroides en grasa de ballena azul Balaenoptera musculus del Golfo de California*. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Mason Romo, E. D. 2009. *Dinámica espacio-temporal a largo plazo de los pequeños mamíferos de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Rico Chávez, O. 2009. *Impacto de la pérdida de hábitat en la dinámica y distribución de infecciones zoonóticas de mamíferos silvestres asociados a un sistema agropecuario*. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

Rodríguez Herrera, B. A. 2009. *Sistema de apareamiento de Ectophylla alba en Costa Rica*. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Ruiz Soberanes, J. A. 2009. *Estudio mastofaunístico del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Sánchez Talavera, L. A. 2009. *Cambios en la estructura de la comunidad de murciélagos de la Estación Biológica La Selva Costa Rica: 1973 y 2005*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Villa Mendoza, E. P. 2009. *Áreas de conservación y corredores biológicos para mamíferos y aves en el Estado de Morelos*. Tesis de Maestría. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

NOTICIAS

LIBROS NUEVOS

LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL ESTADO DE MÉXICO ESTUDIO DE ESTADO

El libro *La Diversidad Biológica del Estado de México Estudio de Estado*, compilado por Gerardo Ceballos, Rurik List, Gloria Garduño, Rubén López Cano, María José Muñozcano Quintanar, Enrique Collado y Jaime Eivin San Román, representa el primer compendio de la diversidad biológica de la entidad mexiquense. El volumen se divide en 3 partes, la primera es una introducción a la Estrategia Estatal sobre la Biodiversidad del Estado de México y al Convenio Sobre Diversidad Biológica, y a conceptos generales sobre diversidad, descripciones del contexto físico, biológico y social amplio, y se presenta una síntesis de la diversidad cultural. La segunda parte corresponde a la presentación del estado actual del conocimiento de la diversidad biológica del estado en capítulos por grupos taxonómicos que incluyen la diversidad, importancia, y situación actual y perspectivas, e incluye capítulos de bacterias, protozoos, helmintos parásitos de peces, escarabajos, lepidópteros, mariposas Arctiidae, rotíferos, peces, anfibios y reptiles, aves, mamíferos, algas, líquenes, helechos y plantas afines, coníferas, encinos, leguminosas, bromeliáceas, orquídeas, gamíneas, cucurbitáceas, cactáceas, plantas acuáticas, macromicetos, hongos y flora. La tercer sección se dedica al uso y conservación de la biodiversidad donde se presentan capítulos sobre el de uso de hongos comestibles, flora útil, floricultura, etnoentomología, acuacultura, recursos forestales y las áreas naturales protegidas del estado. Noventa y un investigadores de distintas Universidades e instituciones académicas y gubernamentales participaron en la elaboración de los capítulos. El libro está profusamente ilustrado con mapas, fotografías y gráficas, por lo que además de su importante valor como fuente de consulta para estudiantes y tomadores de decisiones, a quienes este libro está dirigido, también resulta visualmente atractivo, por lo que puede ser del interés de un público más amplio. *La Diversidad Biológica del Estado de México Estudio de Estado* forma parte de los estudios estatales de la biodiversidad coordinados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, y está publicado dentro de la Colección Mayor de la Biblioteca Mexiquense del Bicentenario.

Para mayor información sobre ventas y adquisición del libro acudir a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

BIBLIOTECA MEXIQUENSE DEL BICENTENARIO

La diversidad biológica del Estado de México

ESTUDIO DE ESTADO

Gerardo Ceballos, Rurik List, Gloria Garduño,
Rubén López Cano, María José Muñozcano Quintanar,
Enrique Collado y Jaime Evin San Román

COMPILADORES



COLECCIÓN MAYOR
ESTADO DE MÉXICO: PATRIMONIO DE UN PUEBLO

FAUNA MEXICANA: ESPLENDOR DE LA NATURALEZA

GERARDO CEBALLOS, RURIK LIST Y RODRIGO MEDELLÍN

Recientemente salió publicado este libro cuyo tema fundamental es dar a conocer la diversidad animal de México, sus maravillas y sus problemas de conservación. El libro cuenta con más de 200 asombrosas fotografías de prestigiados profesionales como Claudio Contreras. Los textos, accesibles a todo público, están organizados en tres capítulos: El primero "Un mundo rebosante de vida", del Dr. Gerardo Ceballos, describe la diversidad biológica de México. El segundo, "La trama de la vida", del Dr. Rodrigo A. Medellín y el Dr. Rurik List, describe la relación entre la fauna y los servicios ambientales. El último capítulo, "La conservación, un reto sin precedente", de Ceballos, aborda el tema de la conservación de la biodiversidad y su relación con el futuro de la humanidad. La presentación es del Lic. Hector Slim, Director General de Telmex y patrocinador del libro. El prólogo es del Prof. Paul R. Ehrlich de la Universidad de Stanford y uno de los ecólogos más influyentes de la historia.

A continuación se transcribe parte del texto de los capítulos, lo que da una idea del enfoque del libro: "Desde el espacio, la Tierra se ve como un cuerpo celeste del color intenso de sus océanos, por lo que ha sido bautizado como el planeta azul. Este planeta perdido entre más de trescientos mil millones de estrellas de la Vía Láctea, una de un incontable número de galaxias, esconde uno de los secretos más grandes del Universo infinito: la vida. La diversidad biológica, que es el conjunto de plantas, animales y microorganismos, es extraordinaria, y comprende desde microscópicas bacterias hasta gigantescas ballenas azules.

En una noche tibia de verano, en una de las montañas más remotas de la Sierra Madre Occidental, en Chihuahua, hace tiempo observaba con enorme interés a la bóveda celeste, con nuestra galaxia visible como si fuera una franja de bruma cruzando el firmamento, rodeado de manifestaciones naturales como el sonido del viento entre los pinos y el canto melancólico de un búho. En noches claras como esa me he preguntado ¿Por qué apareció la vida en este planeta? ¿Cómo empezó esta extraordinaria odisea? Tal vez nunca lo sepamos con certeza.

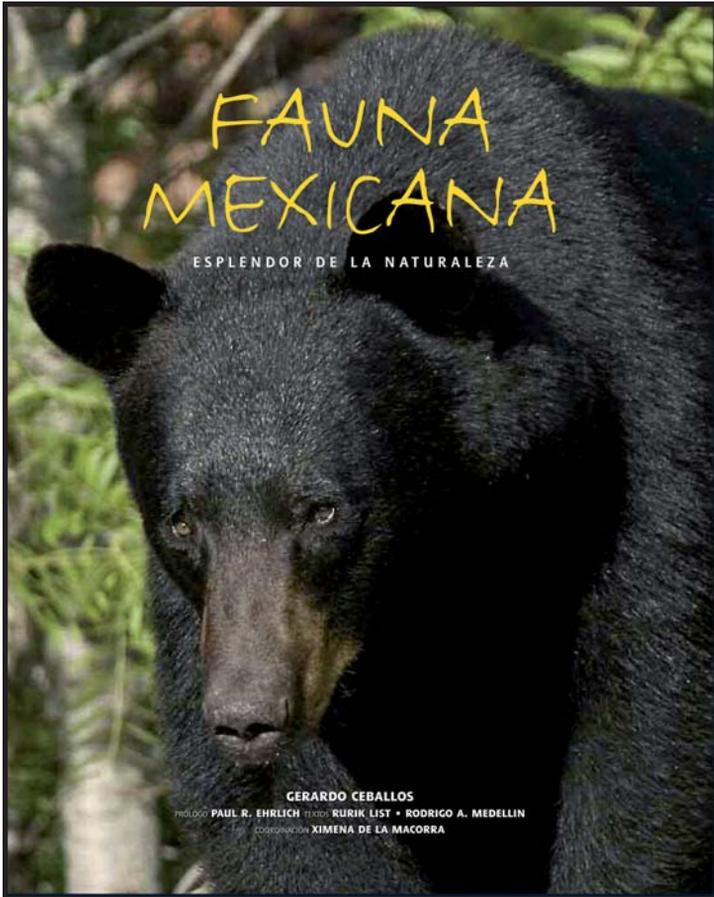
En la Tierra se conjugaron una serie de complejísticas características que permitieron que floreciera la vida, como la distancia al sol, agua libre en abundancia, y una atmósfera con una combinación de gases muy específica, con predominancia de oxígeno y nitrógeno. Por increíble que esto parezca, todas las especies se originaron de los mismos organismos hace una eternidad, tres mil quinientos millones de años. El origen y la evolución de la vida han sido motivo de fascinación desde los inicios de los tiempos. Este año celebramos ya 200 años del nacimiento del famoso naturalista inglés, Charles Darwin, quien postuló su trascendente y vigente teoría de la evolución

a través de la selección natural en "*El Origen de las Especies*", uno de los libros científicos más influyentes en la historia de la humanidad.

La diversidad y complejidad de la vida ha tenido un incremento progresivo enorme. Nunca antes en la historia de este planeta solitario habían existido tantas manifestaciones de vida simultáneamente. En este sentido, la diversidad biológica de México es única. Su magnitud es difícil de comprender. Se estima que e mantiene al 10% de todos los seres vivos, en sólo el 1% de la superficie terrestre del planeta. Su variadísima fauna y flora esta compuesta por más de 25 000 especies de plantas, 530 de mamíferos, 1100 de reptiles y anfibios, 1070 de aves, 2300 mariposas y un estimado de más de 100 000 escarabajos. Esta numerología lo coloca como el primer lugar en reptiles y anfibios, tercero en mamíferos, y onceavo en aves. Tiene, asimismo, más especies de cactus, pinos y encinos que cualquier otra nación. Es, por lo tanto, es uno de los tres países más diversos de este planeta solitario, y forma parte un exclusivo grupo de 12 países denominados Megadiversos, que concentran el asombroso 70% de todos los seres vivientes.

A la distancia, desde el espacio, la Tierra aparece como un planeta en calma, solo estremecido por la actividad esporádica de algún volcán, tormenta o huracán. A la distancia, la Tierra parece en paz. A la distancia la Tierra parece un planeta tranquilo. Sin embargo, la largísimo y solitaria travesía del planeta por el universo frío e infinito, cobijando a la vida, su más preciado tesoro, atraviesa uno de los periodos más peligroso de su historia. En tiempos geológicos su tranquilidad es estremecida por cataclismos de las fuerzas azarosas y anárquicas de la naturaleza, como impactos de meteoritos, glaciaciones masivas o la deriva de los continentes.

Hoy en día, sin embargo, la Tierra atraviesa una tormenta de enorme magnitud, que amenaza la continuidad de la vida misma. La vida en el Universo se encuentra en peligro. La diversidad de la vida se encuentra en peligro. La amenaza no procede de cataclismos naturales. Hoy es el resultado de los efectos negativos de nuestras actividades, acumulados a lo largo de la historia, pero que han sido especialmente severos en el último siglo y las últimas tres décadas. El acelerado crecimiento de la población humana, que llega ya a la exorbitante cifra de 6 600 millones de individuos, aunado al consumo excesivo, la desigualdad social y la tecnología ineficiente, han generado innumerables impactos negativos, que son la causa de problemas ambientales de índole global, como el cambio climático, la extinción de especies, la destrucción de los ambientes naturales, la contaminación y otros factores de deterioro. Estos problemas han empujado al límite a los procesos naturales, amenazando la diversidad de la vida e hipotecando nuestro futuro".



REVISORES DEL VOLUMEN 13

Deseamos agradecer a los revisores de manuscritos de este volumen, con cuyo esfuerzo hemos logrado integrar trabajos de mejor calidad. Los revisores fueron:

Joaquín Arroyo Cabrales
Iván Castro Arellano
Juan Cruzado Cortes
José Cuauhtémoc Chávez Tovar
Silvia Hernández Betancourt
Leonardo López Damian
Rurik List Sánchez
Edgard Mason Romo
Pablo Ortega Baes
Jesús Pacheco Rodríguez
Felipe Pimentel Lopes de Melo
Eduardo Ponce Guevara
Jorge Vargas Contreras
David Obed Vazquez Ruiz
Alejandra de Villa Meza

REVISTA MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA

ANTES DE SOMETER UN TRABAJO A PUBLICACIÓN, POR FAVOR,
CONFIRMELO SIGUIENTE:

- 1.- Siga los lineamientos generales para someter un trabajo a publicación.
- 2.- Envíe tres copias del manuscrito en su forma final.
- 3.- Asegúrese de incluir su nombre, dirección, teléfono, fax y correo electrónico en la esquina superior izquierda de la primera página.
- 4.- Asegúrese de incluir un resumen del 3% de la extensión total del texto.
- 5.- Incluya las palabras clave y el título abreviado para el encabezado.
- 6.- Incluya copias de las ilustraciones.
- 7.- El manuscrito debe estar a doble espacio y con letra de 11 puntos o más.
- 8.- No justifique el margen derecho.
- 9.- Utilice subrayado en lugar de itálicas en donde sea necesario.
- 10.- Dé a las figuras números consecutivos, no letras e indique en que lugar deben ser incluidas.
- 11.- Presente las referencias en el texto en orden alfabético y después cronológico.
- 12.- Use el formato correcto para las referencias incluidas en la Literatura Citada, asegurándose de dar el nombre completo a las revistas.
- 13.- Revise que todas las referencias citadas en el texto estén citadas en la sección de Literatura Citada y que todas las referencias en la Literatura Citada asegurándose de dar el nombre completo a las revistas.
- 14.- La versión final debe ser acompañada por un CD con el texto en Word, las gráficas en Excel y otras figuras en formato *.jpg, *.bmp o *.tif.
- 15.- Acompañe su manuscrito con esta lista indicando que se haya cumplido cada punto.

INFORMACIÓN PARA PREPARAR MANUSCRITOS PARA LA REVISTA MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA

Generalidades.- En la *Revista Mexicana de Mastozoología* se consideran para su publicación trabajos sobre cualquier aspecto relacionado con los mamíferos mexicanos, pero de preferencia aquellos que aborden temas de biodiversidad, biogeografía, conservación, ecología, distribución, inventarios, historia natural y sistemática. Se les dará preferencia a los trabajos que presenten y discutan una idea original. Todos los trabajos serán revisados por dos árbitros. Los trabajos sometidos a la revista pueden ser en la modalidad artículo o nota. Los artículos y notas no deben exceder de 20 y 8 cuartillas respectivamente.

Los manuscritos deberán ser enviados al editor general: Dr. Gerardo Ceballos, Instituto de Ecología, U.N.A.M., Ap. Postal 70-275, México, D. F. 04510, MEXICO. Tel. y Fax (55) 5622-9004, correo electrónico: gceballo@miranda.ecologia.unam.mx.

Preparación del manuscrito.- Una vez aceptado el trabajo, los manuscritos deberán ser entregados en un disco compacto no regrabable, el texto en Word, las gráficas en Excel y mapas en formato *.jpg, *.bmp o *.tif con una resolución de 300 ppp. Todo disco enviado deberá ser debidamente rotulado indicando claramente autor(es), título del trabajo y el programa utilizado. Deberá ir acompañado de un original impreso y dos copias con el manuscrito completo, incluyendo las figuras, cuadros y apéndices.

De antemano se rechazará todo manuscrito que no siga las normas editoriales de la *Revista Mexicana de Mastozoología*, mismas que se proporcionarán a toda persona que así lo solicite.

Todos los manuscritos sometidos a publicación deben venir acompañados por la lista que confirma que se han seguido las instrucciones.

Forma y estilo.- Se recomienda seguir fielmente las normas editoriales detalladas para la preparación de manuscritos para la *Revista Mexicana de Mastozoología* (Medellín *et al.*, 1997) y revisar los números recientes de la revista. Se prefiere que los manuscritos sean presentados en idioma español; sin embargo, también se aceptarán trabajos en inglés.

Resumen.- Los artículos deben ir acompañados de un resumen en español y uno en inglés. El resumen deberá ser de un máximo del 3% del texto y escrito en un solo párrafo. No se citarán referencias en el resumen y este debe ser informativo de los resultados del trabajo, más que indicativo de los métodos usados.

Título abreviado.- Todo texto deberá ir acompañado de un título abreviado de no más de ocho palabras.

Palabras clave.- Se deberán incluir un máximo de siete palabras clave para elaborar el índice del volumen, indicando tema, región geográfica (estado y municipio), orden y especie.

Pies de figura.- Deberán ser incluidos al final del manuscrito. Su posición en la versión final deberá ser indicada en el área aproximada en el margen izquierdo del texto.

Cuadros.- Deberán ser incluidos en hojas por separado y citados utilizando números arábigos. Cada cuadro será citado en el texto. Se indicará la posición aproximada del cuadro en el trabajo impreso de igual forma que las figuras.

Ilustraciones.- Las ilustraciones deberán ser presentadas en su formato final. Agrupe las ilustraciones que así necesiten ser presentadas y planee con cuidado, considerando la escala y técnica utilizada. Las fotografías incluidas deberán ser en blanco y negro e impresas en papel brillante. No envíe las figuras originales la primera vez que someta un manuscrito, en ese caso acompañelo de fotocopias nítidas y de buena calidad. Los originales de las figuras serán solicitados una vez que el manuscrito sea aceptado. Las ilustraciones en formato electrónico deberán ser en Excel (gráficas) o formato *.bmp o *.tif (mapas, etc.) a una resolución mínima de 300 ppp.

Literatura citada.- Siga cuidadosamente las normas editoriales de la Revista para preparar manuscritos. Los nombres de las revistas deberán ir escritos completos, no abreviados. No se pueden citar manuscritos en preparación, excepto tesis o aquellos trabajos aceptados para su publicación en alguna revista o libro. Verifique cuidadosamente que todas las referencias citadas en el texto estén en esta sección y que todas las referencias en la Literatura Citada sean mencionadas en el texto. En el caso de que esta lista no sea congruente con el texto el trabajo será rechazado automáticamente por el editor general.

Correcciones y pruebas de galera.- Las correcciones mayores en el manuscrito original serán enviadas directamente al autor para que sean corregidas inmediatamente y retornadas, antes de 10 días hábiles al Editor General. De otra manera, el Editor General no se hace responsable de los cambios no efectuados. Una vez elaboradas las pruebas de galera, no se permitirán cambios substanciales o modificaciones extensas en el trabajo.

Sobretiros.- Se podrán solicitar los sobretiros al editor general o al asistente y serán enviados en un archivo *.pdf al correo electrónico del autor principal.

NOTAS

105 Luis Arturo Hernández-Mijangos y Rodrigo A. Medellín. **Observaciones sobre el consumo de fruto de *Psidium guajava* por *Artibeus lituratus*.**

109 J. Antonio de la Torre, Carlos Muench y María Clara Arteaga. **Nuevos registros de grisón (*Galictis vittata*) para la selva Lacandona, Chiapas, México.**

115 Horacio V. Barcéas, Yamel Rubio-Rocha, Edith Nájera-Solís, Leonardo J. López Damían y Rodrigo A. Medellín. **Ampliación de la distribución de tres carnívoros en el noroeste de México.**

123 Ciervo

130 Noticias

135 Revisores

REVISTA MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA**VOLUMEN 13****Diciembre 2009****CONTENIDO**

- 4 Editorial. Censo Nacional del Jaguar.** Cuauhtémoc Chavez y Heliot Zarza.

ARTÍCULOS

- 7** Juan M. Pech, Javier Enrique Sosa-Escalante y Manuel Eduardo Koyoc Cruz. **Guía para la identificación de pelos de guardia de mamíferos no voladores del Estado de Yucatán, México.**
- 34** Rusby Guadalupe Contreras-Díaz, Antonio Santos-Moreno, Ana María Alfaro y Martín Pérez-Lustre. **Identificación individual de tepezcuinle (*Cuniculus paca*) mediante el uso de huellas.**
- 46** Cuauhtémoc Chávez y Heliot Zarza. **Distribución potencial del hábitat del jaguar y áreas de conflicto humano-jaguar en la Península de Yucatán.**
- 63** Yolanda Domínguez-Castellanos, Beatriz Hernandez Meza, Angeles Mendoza D. y Gerardo Ceballos G. **Madrigueras de *Liomys pictus* en dos selvas tropicales del Pacífico mexicano.**
- 82** Matías Martínez-Coronel, Xazmín Morales-Medina y Carolina Müdespacher-Ziehl. **Depredadores de murciélagos en la cueva de Los Laguitos, Chiapas, México.**
- 92** Angela A. Camargo-Sanabria y Salvador Mamdujano. **Evaluación de la morfometría de pellets como método de categorización de sexos y edades en venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en Puebla, México.**

Continúa al reverso de la contraportada...