

Therya

Volumen 4

Número 2

agosto 2013



www.mastozoologiamexicana.org
AMMAC

La Portada

Se incluyen en la portada, una imagen de una nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) tomada en Sitio Ramsar - Presa la Vega, Jalisco a las 8:10 am. (foto: Manfred Meiners). Esta especie presenta distribuciones muy restringidas a pocas cuencas de México y en varias de ellas se desconocen aspectos básicos de su biología. Se encuentra enlistada en la NOM-059, debido el efecto causado por las diferentes actividades humanas, que alteran los hábitats en los que se distribuyen.

Nuestro logo "Ozomatli"

El nombre de "Ozomatli" proviene del náhuatl se refiere al símbolo astrológico del mono en el calendario azteca, así como al dios de la danza y del fuego. Se relaciona con la alegría, la danza, el canto, las habilidades. Al signo decimoprimeros en la cosmogonía mexicana. "Ozomatli" es una representación pictórica de los mono arañas (*Ateles geoffroyi*). La especie de primate de más amplia distribución en México. "Es habitante de los bosques, sobre todo de los que están por donde sale el sol en Anáhuac. Tiene el dorso pequeño, es barrigudo y su cola, que a veces se enrosca, es larga. Sus manos y sus pies parecen de hombre; también sus uñas. Los Ozomatlin gritan y silban y hacen visajes a la gente. Arrojan piedras y palos. Su cara es casi como la de una persona, pero tienen mucho pelo."

Therya

Volumen 4, número 2

Agosto 2013

Contenido

Editorial:

Presentación de la sección especial de nutrias de México.

Juan Pablo Gallo-Reynoso _____ 187

Perspectiva histórica de las Nutrias en México

Juan Pablo Gallo-Reynoso _____ 191

Distribución y abundancia de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens* Major, 1897), en el Lago de Catemaco Veracruz, México

Alvar González-Christen, Christian Alejandro Delfín-Alfonso y Alicia Sosa-Martínez _____ 201

Longitud, masa corporal, y crecimiento de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en México

Juan Pablo Gallo-Reynoso, Samuel Macías-Sánchez, Edith Arellano-Nicolás y Alberto González-Romero _____ 219

Ecología de la nutria (*Lontra longicaudis*) en el municipio de Temascaltepec, estado de México: estudio de caso

Jimena J. Guerrero-Flores, Samuel Macías-Sánchez, Víctor Mundo-Hernández y Fernando Méndez-Sánchez _____ 231

Uso de hábitat y perspectivas de *Lontra longicaudis* en un área protegida de Tamaulipas, México

Piedad Esther Mayagoitia-González, Alejandro Fierro-Cabo, Raul Valdez, Mark Andersen, David Cowley y Robert Steiner _____ 243

Registro fósil de la nutria neotropical en México

Joaquín Arroyo-Cabral, Oscar J. Polaco y Ana Fabiola Guzmán _____ 257

Aspectos ecológicos de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en el camino La Veleta en la Laguna de Términos, Campeche, México

Víctor Manuel Santiago-Plata, Juan Dios Valdez-Leal, Coral Jazvel Pacheco-Figueroa, Fabiola de la Cruz-Burelo y Eduardo Javier Moguel-Ordóñez _____ 265

Distribución, abundancia y hábitos alimentarios de la nutria (*Lontra longicaudis annectens* Major, 1897) en el Río Grande, Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán Oaxaca, México.

Diana Laura Duque-Dávila, Emilio Martínez-Ramírez, Francisco Javier Botello-López y Víctor Sánchez-Cordero _____ 281

Hábitos alimentarios de la nutria neotropical (<i>Lontra longicaudis annectens</i>) en el Río Bavispe-Yaqui, Sonora, México <i>Oscar Rangel-Aguilar y Juan-Pablo Gallo-Reynoso</i>	397
Análisis temporal de los hábitos alimentarios de la nutria neotropical (<i>Lontra longicaudis</i>) en el río Zimatán en la costa de Oaxaca, México <i>Miguel Briones-Salas, Mario Alberto Peralta-Pérez y Eréndira Arellanes</i>	311
Composición de la dieta del oso andino <i>Tremarctos ornatus</i> (Carnivora: Ursidae) en nueve áreas naturales protegidas del Perú <i>Judith Figueroa</i>	327
Diversidad de murciélagos de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca <i>Alejandra Buenrostro-Silva, Miguel Antonio-Gutiérrez y Jesús García-Grajales</i>	361
Caracterización del hábitat del venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus mexicanus</i>) en los bosques templados del Corredor Biológico Chichinautzin y modelación de su hábitat potencial en Eje Transvolcánico Mexicano <i>Víctor Hugo Flores-Armillas, Francisco Botello, Víctor Sánchez-Cordero, Raúl García-Barrios, Fernando Jaramillo y Sonia Gallina-Tessaro</i>	377
Reporte de lesiones en murciélagos causadas por el uso incorrecto de collares plásticos como método de marcaje <i>Miguel E. Rodríguez-Posada y María Alejandra Santa-Sepúlveda</i>	395
Primer registro de <i>Peropteryx pallidoptera</i> (Chiroptera: Emballonuridae) en ecosistemas de Sabana <i>Darwin Manuel Morales-Martínez</i>	401
Roedores y murciélagos en la zona cafetalera del Volcán Tacaná, Chiapas, México <i>Víctor Hugo Mendoza Sáenz y Anna Horváth</i>	409

fascículo 11 http://www.mastozoologiamexicana.org/doi/10.12933/therya-4_2/therya-4_2

DERECHOS DE AUTORY DERECHOS CONEXOS, año 4, No. 11, mayo-agosto de 2013, es una publicación cuatrimestral editada por la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C., Moneda 14, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, C. P. 06060, tel. (612) 123-8486, www.mastozoologiamexicana.org, therya@cibnor.mx. Editor responsable: Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-112812171700-102, ISSN: 2007-3364 ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda, Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz, Baja California Sur, C. P. 23090, Tel 612 123-8486, fecha de la última modificación 30 agosto 2013.

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

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

Therya

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

Sergio Ticul Álvarez Castañeda. Editor general. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Instituto Politécnico Nacional 195. La Paz, Baja California Sur, México 23096. E-mail: sticul@cibnor.mx.

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

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

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

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

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

Gerardo R. Hernández García. Diseño Gráfico y Editorial. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Departamento de Extensión y Divulgación Científica. Instituto Politécnico Nacional 195. La Paz, Baja California Sur, México 23096. E-mail: ggarcia04@cibnor.mx.

Presentación de la sección especial de nutrias de México

Hoy en día, el estudio de las nutrias está en pleno desarrollo, compitiendo con la expansión comercial, la explotación masiva de los recursos naturales de manera no sustentable, la destrucción de cuencas hidrológicas, el represamiento de grandes ríos, la demanda de agua y de recursos naturales renovables y no renovables para el crecimiento de la población humana. En esta sección dedicado a las nutrias, el lector encontrará aportaciones recientes al conocimiento de la nutria neotropical en México, con trabajos sobre paleontología, historia, ontogenia, distribución, abundancia relativa, hábitos alimentarios y conservación en muchos de los estados de la República Mexicana. Se presentan trabajos en los límites boreales de la distribución de la nutria neotropical y en varios estados de la República Mexicana.

Esta compilación de trabajos nos hace preguntarnos ¿Qué es lo que les depara a las poblaciones de nutrias ante la contaminación y la fuerte demanda de agua para la población humana y usos intensivos como la agricultura? ¿Qué debemos investigar de las nutrias? ¿Dónde debemos poner el mayor esfuerzo para lograr su conservación? A continuación se proporciona una descripción de cada una de las tres especies de nutrias que se han registrado para México.

Nutria neotropical. A través de los estudios recientes y de los que se presentan en este número especial de Therya, observamos que es el máximo predador de la cadena ecológica en los ríos de México y quizás debido a sus hábitos alimentarios se ganó el mote de ser insaciable por los antiguos moradores de México. Las nutrias neotropicales se alimentan de una gran variedad de especies, sus preferencias van de acuerdo a la abundancia local de los peces, crustáceos, mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos, sean acuáticos o no. También se ha encontrado que se alimentan de algunos pastos y frutas, las cuales son accesibles en diferentes temporadas del año. Sus hábitos alimentarios dependen de la diversidad de presas en el río y del tamaño, anchura y pendiente del mismo. La dieta en México es mayoritariamente piscívora, pero en algunos lugares se han registrado más de 20 elementos diferentes entre peces, crustáceos, roedores, víboras, ranas, tortugas y sus huevos, aves acuáticas y de ribera. En ocasiones la dieta puede estar constituida solamente de saltamontes, cuando estos son muy abundantes, sin importar que existan peces o crustáceos en el río. También pueden cazar aves de corral y de los peces de cultivos acuícolas.

Las nutrias pueden vivir muy cerca de los asentamientos humanos, sin que se note su presencia. La mayoría de las veces, debido a que sus hábitos crepusculares y nocturnos, sus encuentros con personas son muy escasos. En ocasiones se les puede ver a plena luz del día pescando, asoleándose, husmeando o jugando. Las nutrias neotropicales son muy adaptables, pueden soportar muy altas temperaturas en las zonas tropicales

como el río Lacanjá en Chiapas, o en las playas cercanas a las desembocaduras de las lagunas costeras y ríos que atraviesan zonas desérticas del río Mixteco en Puebla. En contraparte se les pueden encontrar en zonas de muy bajas temperaturas como en las partes altas de las sierras y los ríos de deshielo como el río Temascaltepec en el estado de México o el Temochic en el estado de Chihuahua. Esta capacidad de adaptación es debido a su doble capa de pelo que le permite aislarse del medio ambiente, pero hasta un cierto punto.

Su distribución en México está determinada por el sentido de los flujos de las corrientes superficiales en sus cuencas hidrológicas, por lo mismo, esta especie nunca invadió los ambientes riparios de los Estados Unidos. Los bastiones más boreales son el río Bavispe-Yaqui en Sonora, que fluye de la Sierra Madre Occidental hacia el sur en la vertiente del Pacífico y del río Conchos en Tamaulipas, que fluye de la Sierra Madre Oriental hacia el Golfo de México.

Nutria neártica o norteña. En cuanto a la conservación de la nutria neártica o norteña en sus subespecies, *Lontra canadensis lataxina* y *L. c. sonorae*, muy poco se puede decir. Solo que ambas probablemente debieron haber sido explotadas para el comercio de sus pieles, y prácticamente extintas debido a las grandes modificaciones de las cuencas hidrológicas para usos agrícolas, urbanos e industriales, provocando la desaparición de sus presas y la desaparición de la población.

El Río Colorado es un ejemplo de cómo la modificación de una cuenca hidrológica en un ambiente desértico, produce una catástrofe ecológica, al reducir a su máximo nivel el flujo del agua. En los años treinta, la reducción del flujo afectó a toda la zona baja del río y prácticamente desapareció la vegetación y la fauna en la desembocadura en el Golfo de California, convirtiendo una zona estuarina, altamente productiva en una zona hipersalina, desprovista de vegetación. En la actualidad esta cuenca está conformada por una serie de canales de irrigación y drenes de aguas con una alta carga de contaminantes agropecuarios y urbanos.

Nutria marina. Para 1910 la nutrias marinas en México y California son declaradas comercialmente extintas, quedando algunos individuos en las Islas San Benito, los cuales fueron extintos en 1912 (Diguet 1922). Después de su re-descubrimiento en los años cincuenta y su extraordinaria recuperación gracias al cuidado y sucesivas reintroducciones en zonas de su distribución original en las costas de California. La población de nutria marina se encuentra estable, con un pronóstico de expansión hacia el sur, el que ha sido impedido por la pesca intensiva con redes agalleras en las costas de Baja California, en donde inclusive existen registros de la presencia de hembras con cría y de individuos aislados (Gallo-Reynoso y Rathbun 1997). Existen recientes observaciones de tres nutrias marinas en Diciembre de 2005 en la costa norte de la Isla del Oeste del Archipiélago de las Islas San Benito (C. Navarro com. personal 20 Diciembre 2006); y de un individuo enmallado y muerto por ahogamiento en la Isla San Martín en 2009.

Lo cual plantea grandes retos para su reintroducción natural, manejo de la especie y capacidad de gestión de los investigadores. Los directores de ANPs y el gobierno en general deben de hacer las políticas adecuadas, ya que la nutria marina es una especie

que compite con las pesquerías de cooperativas bien organizadas y amigables con la conservación, pero con millonarias ganancias por la pesca de Abulón y Langosta en la región.

Conservación

Cambios históricos en la distribución de las nutrias. Las tres especies de nutrias que se encuentran en México han sufrido cambios históricos de gran importancia en su distribución; la mayoría de estos cambios han sido por la explotación y comercio de sus pieles desde la colonia, hasta hace algunos años en que se listó de manera sistemática su estatus como amenazadas. Otros cambios han sido provocados por las alteraciones hechas de manera indirecta por el hombre en su hábitat, debido a malas prácticas agrícolas, la tala y erosión y los desechos de aguas de la industria, la minería y urbanos que acarrear grandes cantidades de veneno en las aguas nacionales.

Las nutrias a pesar de estar bien distribuidas en el país, no están libres de problemas y en algunos ríos y lagunas (e. g. Laguna de Coacalco, estado de México) han sido extirpadas totalmente. Fueron sujetos de una fuerte explotación durante la colonia por más de 200 años, en que sus pieles eran exportadas al mercado oriental. Durante la guerra de la Independencia su explotación se acabó. Más tarde su erradicación fue limitada con cacería ocasional y nunca de manera comercial.

Todo el Altiplano Central de México ha sido desprovisto de nutrias, desde las fuentes del Río Lerma, que ahora es una cuenca de descarga de desechos urbanos e industriales en donde se vierten todo tipo de aguas negras con un mínimo tratamiento y cuyos afluentes han sido represados para dotar de agua a ciudades y la necesidad de energía eléctrica.

Estatus de las especies de nutrias en México

Hay 23 Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de tipo federal en donde se encuentran al menos una de las tres especies de nutrias. En muchas de estas ANPs las nutrias no se encuentran mencionadas en el Programa de Manejo como presentes. Esta situación requiere que se haga una exhaustiva revisión de las poblaciones de nutrias dentro de las ANPs para determinar el estatus específico en el que se encuentran, y sean incluidas dentro del plan de manejo.

Nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) se encuentra como especie amenazada dentro de la NOM-059-ECOL-2010. Esta especie está bien distribuida en las grandes vertientes del país, también se le encuentra en el Río Hondo (frontera con Belice), y en algunas zonas de marismas del norte de Yucatán. Ha sido extirpada de varios ríos que se han visto sujetos al intenso uso por los humanos, ya sea para uso urbano, agrícola o minero.

Nutria neártica o norteña, con dos subespecies en el Río Colorado (*Lontra canadensis sonorae*) y Vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental y cuenca del Río Bravo (*L. c. lataxina*). Se encuentran como extirpadas de México, aunque de la última se han tenido algunas referencias de su presencia en el Río Bravo y recientemente en los tributarios del Río Conchos (afluente del Río Bravo) como el Río San Pedro. Esta especie no está nombrada en la NOM-059-ECOL-2010. Está pendiente su identidad definitiva en la

cuenca del Río Conchos.

Nutria marina (*Enhydra lutris nereis*) en la costa del Pacífico de la Península de Baja California. Se encuentra como especie en Peligro de extinción dentro de la NOM-059-ECOL-2010, aunque las he observado con cría en la zona de Santa Rosalillita; recientemente en 2005 se han tenido varios avistamientos en las Islas San Benito, y en el 2009 en la isla San Martín. Las posibilidades de tener una reintroducción natural exitosa son por el momento escasas dada la intensa pesquería de mariscos y peces en la costa con redes agalleras en las que han registrado la captura accidentales de nutrias, de las cuales de una se tiene el registro fotográfico. En la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno es en donde se podría hacer un adecuado plan de manejo para su recuperación en aguas nacionales.

Agradecimientos

Muchas son las personas a lo largo de 37 años de conocer los hábitats en donde se distribuyen las nutrias de México, que desde entonces hasta la fecha han aportado conocimiento empírico como es el caso de mis guías, campesinos, pescadores y cazadores, que en diferentes partes de México han sido las personas amables y dedicadas a apoyar al biólogo que no sabe nada y que acude a ellos para conocer y hurgar en la historia natural de estas fabulosas especies, a ellos mis maestros, mi más sincero agradecimiento. A los estudiantes propios y ajenos que se han embarcado en el conocimiento de estas especies en México.

Juan Pablo Gallo-Reynoso

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
Unidad Guaymas. Laboratorio de Ecofisiología. Carretera a Varadero
Nacional km 6.6. Las Playitas, Guaymas, Sonora, México 85480.
E-mail: jpgallo@ciad.mx (JPGR)

Literatura citada

- DIGUET. L. 1912.** La República Mexicana. Territorio de la Baja California (reseña geográfica y estadística). Librería de la Vda. De C. Bouret. Ciudad de México, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P., Y G. B. RATHBUN. 1997.** Status of sea otters (*Enhydra lutris*) in Mexico. *Marine Mammal Science* 13:332-340.
- RAMOS-ROSAS, N. N., C. VALDESPINO, J. GARCÍA-HERNÁNDEZ, J. P. GALLO-REYNOSO, Y E. J. OLGUÍN. 2013.** Heavy metals in the habitat and throughout the food chain in the Neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in protected Mexican wetlands. *Environmental Monitoring and Assessment* 185:1163-1173.

Perspectiva histórica de las Nutrias en México

Juan Pablo Gallo-Reynoso^{1*}

Abstract

The historical happenings of México is presented in the context of the intimate relationship with the different species of otters found in Mexican territory, from historic records, based in codex and legends of the Aztecs, Colonial times, Independence and Contemporary México.

Key words: History, Mexico, species of otters.

Resumen

Se presentan los sucesos históricos de México que presentan una íntima relación con la presencia de las diferentes especies de nutrias en el territorio mexicano, desde el registro histórico en códices y leyendas de los Nahuas, la época Colonial, La Independencia y el México Contemporáneo.

Palabras clave: Especies de nutrias, historia, México.

Introducción

Quiero presentarles un breve recorrido por la historia de México y su relación con las nutrias y su conocimiento desde hace más de 500 años. Las leyendas, los usos, la explotación y el comercio en el que participaron estas especies desde la Colonia, la transición de la Nueva España a la Independencia, la Guerra con los Norte Americanos y el arribo a la era industrial.

No cabe duda que las nutrias al igual que otros animales como el jaguar (*Panthera onca*), el águila real (*Aquila chrysaetus*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), las víboras de cascabel (*Crotalus durissus culminatus*) y las boas (*Boa constrictor*), han tenido una importante presencia en las diferentes culturas Mesoamericanas. También otros animales como el lobo gris (*Canis lupus baileyi*) y varias especies de murciélagos, han estado presentes en la cultura y en los diferentes tiempos de la historia de México.

Perspectiva histórica de las nutrias.

Nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens* Major, 1897).

Periodo Prehispánico. El VIII Emperador Azteca o Hueyi Tlatoani de Tenochtitlán (1486 – 1502), hijo de Moctezuma El Viejo y abuelo de Moctezuma II, mismo que lo sucedió al trono en 1502 llevaba el nombre de Ahuitzotl. Este emperador fue cruel durante su

¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Unidad Guaymas. Laboratorio de Ecofisiología, Carretera Varadero Nacional km 6.6, Guaymas, Sonora, 85480, México. Email: jpgallo@ciad.mx

* Corresponding autor

reinado, extendió el Imperio Azteca hasta Michoacán, con presencia hasta Sinaloa y con influencia lingüística hasta la zona Mayo – Yaqui en el noroeste; la zona Zapoteca de las Huastecas en el noreste del país, la región Mixteca al oriente y hacia el sur en las costas de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Guatemala y hasta Honduras. Su símbolo como emperador Azteca quedó esculpido en la lápida de *Ahuitzotl* (Fig. 1) está labrada en piedra volcánica (basalto) y representa a un animal semejante a un *izcuintli* (perro) con símbolos de espinas en las puntas de su pelo y con una mano en la punta de la larga cola. Analizándolo detenidamente se observa que se trata del perro de agua, o la nutria neotropical; por lo tanto el nombre de perro de agua o *aizcuintli* (*atl* = agua e *izcuintli* = perro) tiene orígenes remotos, llenos de historia y significado. Lo mismo se refiere al perro de agua (animal) que a un mítico y cruel animal habitante de ríos y lagos del México náhuatl en que se le conocía como “*ahuitzotl*” y que literalmente significa “el espinoso del agua” (*atl* = agua y *huitzili* = aguate o espina en su declinación *huitzo* = espinoso). La interpretación de espinoso es debido a la forma en que su pelaje se une formando haces de múltiples pelos, para formar lo que aparenta ser una serie de “escamas espinosas”, semejantes a las del pangolín, que cubren el cuerpo mojado de la nutria al salir del agua.

La nutria o perro de agua ha dado nombre a muchos ríos y poblados; por ejemplo el nombre de la ciudad de Tampico a orillas del río Pánuco. El que deriva de *Tam* = lugar de y pico, declinación de *pek* = perro en huasteco (familia lingüística del maya), “el lugar de los perros de agua”, en el escudo de la ciudad de Tampico se ven dos perros de agua mirándose. Otro ejemplo es Escuinapa, en el Estado de Sinaloa, que proviene de *Aitzcuinapan* (*Atl* = agua, *izcuintli* = perro y *pan* = río) “río de los perros de agua”. Santiago Izcuintla de *aizcuintli* (de *atl* e *izcuintli*) “Santiago de los perros de agua” y así encontramos varios nombres que representan a los perros de agua en diferentes lenguas como el Mixteco, Zapoteco, Purépecha, Maya, Tzotzil, Chontal, Amuzgo, Tarahumara, etc. También en Español hay una gran cantidad de arroyos, ranchos y pueblos con el nombre de “La Nutria” a lo largo del territorio nacional, lo que nos muestra su amplia distribución, su importancia y su presencia en la historia de México.

El Códice Florentino (Sahagún, 1576) da tres diferentes descripciones y nombres para la nutria, *Acuitlachtli* (*atl* = agua y *cuitlachtli* = lobo) o “lobo de agua”, más adelante dice que a la nutria le llaman *aizcuintli*. En este códice se menciona que los “perros de agua” eran cazados en la Laguna de Santa Cruz Coacalco (hoy desecada) al noreste del Valle de México, haciendo referencia a su presencia y a su peligrosidad. Se le reconocía como un animal cruel, que jugaba con sus víctimas antes de devorarlas. Este códice describe al *ahuitzotl* como una especie de leyenda: Párrafo segundo “*De un animalejo llamado ahuitzotl, notablemente mostroso en su cuerpo y en sus obras que abita en los manantiales o venas de las fuentes. Ay un animal que vive en esta tierra que vive en el agua (nunca oído) el cual se llama ahuitzotl: es tamaño como un perrillo: tiene el pelo muy lezne y pequeño y tiene las orejitas pequeñas y puntiagudas, tiene el cuerpo negro y muy liso, tiene la cola muy larga y en el cabo de la cola una mano como mano de persona, tiene pies y manos y pies como de mona. Habita este animal en los profundos manantiales de las aguas, y si alguna persona llega a la orilla del agua donde el habita: luego le arrebatara con la mano de la cola, y le mete debajo del agua y le lleva al profundo, y luego turba el agua y la hace hervir y levantar olas: parece que es tempestad del agua*”

y las olas quiebran en las orillas y hacen espuma: y luego salen muchos peces y ranas del profundo del agua y andan sobre la faz del agua y hacen gran alboroto en el agua: y el que fue metido debajo del agua allí muere: donde a pocos días, el agua echa fuera el cuerpo del que fue ahogado: y sale sin ojos, y sin dientes: y sin uñas todo se lo quito el ahuitzotl: el cuerpo ninguna yaga traye, sino que todo lleno de cardinales."

En México la nutria neotropical es el tope de la cadena ecológica en los ríos y quizás debido a sus hábitos alimentarios se ganó el mote de ser insaciable. Al ser un animal de tamaño mediano, al que observaban que comía todo lo que había a su alrededor, desde aves hasta reptiles, insectos, algunas plantas y frutas, se le consideraba que comía mucho. Inclusive la leyenda dice que la cola del ahuitzotl, poseía una mano en su ápice, con la cual asía a sus víctimas y las ahogaba (Códice Florentino). Esta mano se observa en la lápida de Ahuitzotl. Hay autores que aducen que la mano quiere decir que tiene una cola prensil y que las ilustraciones en códices muestran a un animal acuático diferente al de la lápida de Ahuitzotl; por lo que se deberían referir también al tlacuache acuático (*Chironectes minimus argyrodytes*) que tiene estas características y que aunque es de menor tamaño podrían ser confundidos (Escalante-Betancourt 1999). La distribución de ambas especies solo coincide en los estados de Chiapas, Oaxaca y Tabasco, donde se distribuye el Tlacuache acuático en México (Medellín 2005). Es por esto que se considera que su impacto en la cultura Náhuatl sería menor, que el *ahuitzotl* que es un animal más grande y tope de la cadena alimenticia de los ríos y lagos de la región dominada por los náhuatls.

En el Imperio Azteca existió un comercio de sus pieles, que eran cazados en la Laguna de Coacalco (Sahagún 1576), pero siendo el Valle de México una región de inviernos fríos, es posible inferir su uso como abrigo debido a tener una piel muy fina.

Periodo de la Nueva España. Francisco Javier Clavijero (1780), 200 años después de Sahagún describe al *Ahuitzotl* (p. 26): "*es un cuadrúpedo anfibio, que por lo común vive en ríos de países calientes. Su cuerpo tiene de largo un pié, el hocico es largo, agudo y la cola grande. La piel es variada de negro, pardo y oscuro*". (Un pie francés está compuesto de doce pulgadas, más o menos 140 cm).

En la Nueva España el comercio fue importante, sus pieles se exportaban al oriente vía la Nao de la China o Galeón de Manila. Se encontró en un manifiesto de carga de hasta 300 pieles de perro de agua con rumbo a Manila (Nota sacada por el autor, de un libro de manifiestos de embarque, expuesto en el Fuerte de San Diego, Acapulco, 1997). Estos perros de agua eran capturados en grandes cantidades en los ríos de los estados costeros de México (Tabasco, Veracruz, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca), sus pieles se comerciaban en Manila y de ahí se embarcaban a Cantón. El puerto de China en donde se usaban para la confección de sombreros, abrigos y guantes para el frío. Este comercio con Filipinas duró tres siglos, por lo que la exportación de estas pieles debió de ser importante para la colonia.

Periodo Contemporáneo. Varios son los trabajos sobre la fauna silvestre de México en que se nombra la presencia de las nutrias neotropicales en varios estados, como Chihuahua, Durango, Oaxaca, Sinaloa, Nayarit (Leopold 1959; Anderson 1972), así como otros trabajos de índole general como el de Salazar (1953) que publica La Fauna Mexicana, que es un compendio de especies con algunos aspectos de su distribución e historia natural. Posteriormente se publica "Fauna Silvestre de México" (Leopold 1959), el que da un primer esbozo de su distribución en todo el país.



Figura 1: A) Lápida de Ahuizotl (Múseo de Antropología, Ciudad de México). B) Perro de agua mojado con el efecto del Ahuizotl (los haces de pelos mojados semejan espinas). Zoológico Miguel Álvarez del Toro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Fotos J. P. Gallo-Reynoso 1984 y 2005).

Hasta la década de los setentas, pude observar las pieles de perro de agua en diferentes mercados, como el de la Ciudad de Oaxaca, en tiendas de zonas turísticas, en curtidurías regionales como pieles o ya transformadas en bolsas, chamarras, botas, cinturones, chaparreras, carteras y para adornar las monturas de caballo y las fundas de machetes, pistolas y rifles (Gallo-Reynoso, 1989).

Nutria neártica o norteña (*Lontra canadensis* Schreber, 1777).

Periodo Prehispánico. Hay muy poco sobre la presencia de la nutria como elemento ritual o como parte de la vida en el Período Prehispánico en México. El único registro es en aridoamerica. Destaca el hallazgo de una efigie con forma de nutria en el Arroyo del pueblo de Pecos, Nuevo México, EE.UU. Tributario de la parte alta del río Pecos que desemboca en el rio Grande (rio Bravo). Se estima que su procedencia puede ser de entre 1200 a 1800 D. P. (Polechla 2000; Kidder 1932).

Período Colonial. En 1541, Hernando de Alvarado comentó que el “Río Pecos contiene muy buenas truchas y nutrias” (Hodge, 1946). Nicolás de Lafora escribió sobre el río Grande (o río Bravo) en 1767 comentando que “los Novohispanos no ponían atención a las nutrias, el castor, los armiños y martas, que tienen en abundancia, porque no conocen su valor” (Weber 1971). Morfi (1782) registra a los castores y las nutrias en el Río Grande en 1782 (según Rea 1947). El lugar llamado “Las Nutrias” (Condado de Socorro, Nuevo México) sobre el “Camino Real” fue nombrado así en 1682 (Rivera y Humboldt 1807; Julyan, 1998; Polechla 2000).

Existen varios lugares con el nombre de nutrias en Nuevo México (Pearce, 1965; Julyan, 1998) y Colorado (Polechla, 2002a). Es común que estos lugares sean nombrados así debido a la abundancia histórica de las nutrias en estos lugares (Polechla, 2002b).

El Gobierno de Chihuahua en 1838, temiendo la sobre-captura de castores y nutrias en el río Grande, decretaron el cierre de este río a la cacería de estas dos especies (Weber, 1971) publicándolo en el diario “El Noticioso de Chihuahua” (Polechla y Carrillo-Rubio 2009). Esto indica una gran abundancia de nutrias, mayor

a la previamente descrita por autores como Bailey (1931) y Findley et al. (1975).

Período Contemporáneo. La presencia de la nutria neártica en el Delta del río Colorado (*Lontra canadensis* sonora) no fue registrada por Mearns (1907) o Huey (1964). Ohmart et al. (1988) consideraron que nunca fueron abundantes en la porción Estadounidense del Bajo Colorado. Sin embargo, Herrera Carrillo (1932) las consideraba abundantes en el Valle de Mexicali durante el siglo XIX. Mellink y Ferreira-Bartrina (2000) relatan que una persona de nombre Onésimo González del Campo Flores describió e identificó positivamente a las nutrias sobre el río Hardy en el delta del río Colorado, indicando que fueron abundantes hasta 1955. Mellink y Ferreira-Bartrina (2000) no encuentran nutrias en el área y aducen que el hábitat como se encuentra hoy en día no es adecuado para ellas.

En el río San Pedro, afluente del río Conchos y del río Bravo, en Chihuahua se encontraron en la zona, heces y huellas de nutria (Carrillo-Rubio et al. 2004). Estos registros resultan ser muy valiosos, debido a que denotan la única posible área de presencia de esta especie actual para México. Estos lugares que no han sido previamente visitados o descritos por otros autores que han trabajado en el estado (Anderson 1972; Gallo-Reynoso 1986, 1989, 1997; Gallo-Reynoso y Casariego 2005). Se asume que al ser la nutria neotropical la más abundante en México, es probable que esta especie es la que se encuentra en la vertiente Este de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua (Anderson 1972; Carrillo-Rubio y Lafón 2004; Carrillo-Rubio et al. 2004).

En 1985 se hicieron varias observaciones de rastros de nutria neártica en la ribera mexicana del río Bravo, en Boquillas del Carmen (huellas de nutria y heces) y en el río El Moral 25 km N de Piedras Negras (huellas de nutria), ambos en Coahuila por H. Worbis y M. Mata (Gallo-Reynoso 1989). El único registro anterior es en las cercanías de Brownsville (Texas) sobre el río Bravo (Hall 1981). La confirmación de la identidad de las nutrias de río que habitan el río Bravo la hizo Van Zyll de Jong (1972), quien las identificó como nutria neártica de la subespecie *L. canadensis lataxina* de la desembocadura del río Grande en el Golfo de México en Brownsville (frontera con Matamoros). Por lo que esto daría una pista para dilucidar la verdadera identidad de la especie encontrada en el río San Pedro para saber si es la especie nortea o la especie neotropical, lo cual influirá en la toma de decisiones para la conservación de estas nutrias en esta nueva área de distribución.

Nutria marina (*Enhydra lutris nereis* Merriam, 1904).

Periodo Prehispánico. En 1602, Sebastián Vizcaíno fue el primero en reportar que los indígenas de las Islas del Canal en Santa Bárbara, Alta California, vestían con pieles de nutrias marinas y que éstas eran artículos muy apreciados pues se usaban para vestir, hacer capas, ropa de cama y carcajes para las flechas. También notó que esta especie se distribuía desde la Baja California hacia la Alta California y que eran de uso común para los Indígenas Diegueños habitantes de la zona de la Misión de San Diego de Alcalá (zona del actual San Diego). En la Isla Coronado del Norte (Archipiélago de Las Coronado, Baja California) se encontró un cráneo de nutria marina en una cueva utilizada por estos indígenas hace más de 340 años (Ruhlow 1973).

Periodo Colonial, exploraciones de nuevos territorios. Esta especie de nutria marina (*Enhydra lutris*) era muy importante para el comercio de pieles; fue descubierta por el

padre Segismundo Taraval y descrita por el padre Miguel del Barco (Del Barco, edición de 1973) en 1757: *“...últimamente lo más raro que en esta materia se ha hallado en la California, es una especie de animales semejantes a los castores en cuanto a la suavidad de su pelo, Hallólos en 1793 el padre Segismundo Taraval... Descubriéronse tantos juntos, que mataron los de la comitiva más de veinte, persiguiéndolos solamente con palos; y el padre envió a México algunas pieles. Estas son grandes como las de cabra, su pelo muy suave y muy tupido y, según dicen, a propósito para fabricar sombreros. Tienen los pies y manos muy cortos y será preciso que al andar por tierra, arrastren algo por ella su cuerpo estos animales, y quizá por eso, aunque son anfibios, no se aparten del mar, en él viven de ordinario y sólo a la arena de su orilla, y más bien a los peñascos, si los hay inmediatos al mar, salen a dormir y tomar el sol...Otros le dan el nombre de nutrias; más tampoco lo son, así por su corpulencia como por sus cortísimos pies y su color casi negro... si se corta el pelo con tijeras como a la mitad, o algo más abajo, muestra entonces aquel color que suele llamarse nutrio... por esta parte inferior es más suave y delicado que por la parte superior. Aliméntanse de ostiones y mariscos. Los cuales no se hallan en la costa del golfo sino sólo en la del océano y no en todo ella; porque no los hay desde el Cabo de San Lucas hasta cerca del grado 29 de latitud.”*

Esta especie de nutria se distribuía desde las costas de la Baja California hasta Alaska, y cuya explotación en los territorios españoles, el permiso para cazarla y comerciarla solo era permitido para los hijos de la Nueva España. Lo que dio inicio al comercio de pieles de nutrias marinas en la costa noroccidental del Pacífico, las cuales eran las más valiosas (Ogden, 1941).

Las cacerías de nutrias marinas se extendieron por toda la Alta y Baja California, en donde se obtenían de 300 a 8,118 pieles y se enviaban a Monterey (California) por temporada, para el comercio con Cantón. Como había muchas incursiones de Rusos y Estadounidenses, que cazaban de manera ilegal. El gobierno de la California, Capitán Arguelles, solicitó al gobierno central que se armaran algunos navíos con cañones para evitar que los Estadounidenses cazaran en aguas Novohispanas. En respuesta, un navío americano armado de cañones se fue a las aguas de la Alta California a defender a los filibusteros comenzando una carrera por la captura de las escasas nutrias que quedaban (Ogden 1941).

Esto originó que para 1839, con el México independiente, la nutria marina ya se encontrara casi extinta de las aguas de la Alta y Baja California (Ogden 1941). El mismo Capitán Arguelles dictó la primera ley de protección para esta especie, consistente en la prohibición de matar crías. Lo que no funcionó ya que los cazadores ilegales siguieron saqueando las costas, lo que originó enfrentamientos armados, en los cuales la nueva nación no tenía los medios para contener la invasión Estadounidenses. En cierta forma la pérdida de la Alta California tiene su origen en el comercio de las pieles de nutria marina y de lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) que también era cazado en las islas del Canal en esas épocas.

Cerca de 1910 la nutrias marinas en México y California son declaradas comercialmente extintas, quedando algunos individuos en las Islas San Benito, los cuales fueron extintos en 1912 (Diguet, 1922).

Conclusión

Como hasta ahora hemos visto, las nutrias en México a través de su explotación y comercio han tenido un papel interesante en la historia de México. Después de esta

historia de su uso autóctono y de su posterior explotación comercial intensiva que las llevo al borde de la extinción, queda ahora el trabajo de su recuperación o por lo menos su mantenimiento como especies viables a través de su conocimiento y del papel que tienen en la trama ecológica de ríos, lagos y mares mexicanos.

Agradecimientos

Se agradece a aquellas personas que me han facilitado el acceso a diferentes documentos históricos cómo una copia facsimilar del Códice Florentino (B. Alessio-Robles), o a las autoridades del Instituto Nacional de Antropología e Historia en Guerrero en 1997 que facilitaron la revisión del manifiesto de carga de la Nao de la China. Se agradece a los revisores de este trabajo que ayudaron a que este manuscrito mejorara sustancialmente.

Literatura citada

- ANDERSON, S. 1972. Mammals of Chihuahua: taxonomy and distribution. *Bulletin of The American Museum of Natural History* 148: 1-266.
- BAILEY, V. 1931. Mammals of New Mexico. *North American Fauna* 53:1-412.
- CARRILLO-RUBIO, E., Y A. LAFÓN. 2004. Neotropical river otter microhabitat preference in west-central Chihuahua, Mexico. *IUCN Otter Specialist Bulletin* 21:10-15.
- CARRILLO-RUBIO E., A. LAFÓN, A. J. MENDOZA, Y A. ANCHONDO. 2004. Ecological classification of otter habitat using presence/absence data. *Resúmenes del IXth International Otter Colloquium: Otters: Ambassadors for Aquatic Conservation*. June 4-10, 2004. Frostburg State University. Frostburg, E.E.U.U.
- CLAVIJERO, F. J. 1780. *Historia Antigua de México*. Edición Facsimilar de la Edición de 1853. Segunda Edición 1981. Editorial del Valle de México. Ciudad de México, México.
- DEL BARCO, M. 1973. *Historia Natural y Crónica de la Antigua California*. Instituto de Investigaciones Históricas. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- DIGUET, L. 1922. *La República Mexicana. Territorio de la Baja California (reseña geográfica y estadística)*. Librería de la Vda. De C. Bouret. Ciudad de México, México.
- ESCALANTE-BETANCOURT, Y. 1999. El *ahuitzotl*. *Arqueología Mexicana* 6:56-61.
- FINDLEY, J. S., A. H. HARRIS, D. E. WILSON, Y C. JONES. 1975. *Mammals of New Mexico*. University of New Mexico Press. Albuquerque, E.E.U.U.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1986. Otters in Mexico. *Journal of the Otter Trust* 1:19-24.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1989. Distribución y estado actual de la nutria o perro de agua (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) en la Sierra Madre del Sur, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P., Y G. B. RATHBUN. 1997. Status of sea otters (*Enhydra lutris*) in Mexico. *Marine Mammal Science* 13:332-340.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1997. Situación y distribución de las nutrias en México con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:10-32.

- GALLO-REYNOSO, J. P., y M. A. CASARIEGO. 2005.** Nutria de río, perro de agua. pp. 374-376 en Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad Fondo de Cultura Económica México. Ciudad de México, México.
- HALL, E. R. 1981.** The mammals of North America. Wiley Interscience Publication. Nueva York, E.E. U.U.
- HERRERA-CARRILLO, P. 1932.** Historia del Valle de Mexicali contada por los viejos residentes. Mexicali, Baja California. México.
- HODGE, F. W. (ED.). 1946.** The narrative of the expedition of Coronado, by Pedro de Castañeda, 1542. Pp. 273-387 in Spanish explorers in the southern United States: 1528-1543. Barnes y Noble. Nueva York, EE.UU.
- HUEY, L. M. 1964.** The mammals of Baja California. Transactions of the San Diego Society of Natural History 13:85-168.
- JULYAN, R. 1998.** The place names of New Mexico. University of New Mexico Press, Albuquerque. Nuevo Mexico, E.E.U.U.
- KIDDER, A. V. 1932.** The artifacts of Pecos. Yale University Press. New Haven, EE.UU.
- LEOPOLD, A. S. 1959.** Wildlife of Mexico: the game birds and mammals. University of California Press. Berkeley, EE.UU.
- MEARNS, E. A. 1907.** Mammals of the Mexican boundary with the United States. Bulletin of the U. S. Natural Museum 56: 1-530.
- MEDELLÍN, R. 2005.** Tlacuache acuático. Pp. 104-105 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad Fondo de Cultura Económica México. Ciudad de México, México.
- MELLINK, E., y V. FERREIRA-BARTRINA. 2000.** On the wildlife of wetlands of the Mexican portion of the Rio Colorado delta. Bulletin of the Southern California Academy of Sciences 99:115-127.
- MORFI, J. A. 1782.** Descripción geográfica del Nuevo México. Reimpreso por Vargas Rea, México en 1947. Ciudad de México, México
- POLECHLA, P. J. 2000.** Ecology of the river otter and other wetland furbearers in the upper Río Grande. Final Report, Bureau of Land Management. Taos, EE.UU.
- POLECHLA, P. J. 2002a.** (18 August) River otter (*Lontra canadensis*) and riparian survey of the Los Pinos, Piedra, and San Juan Rivers in Archuleta, Hinsdale, and La Plata Counties, Colorado. Final Report to Colorado Division of Wildlife. Denver, EE.UU.
- POLECHLA, P. J. 2002b.** Otter place names: you "otter" go there. River Otter Journal 11:8-9.
- POLECHLA, P. J., y S. WALKER. 2008.** Range extension and a case for a persistent population of river otters (*Lontra canadensis*) in New Mexico. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 25:13-22.
- POLECHLA, P. J., y E. CARRILLO-RUBIO. 2009.** Historic and Current Distributions of River Otters (*Lontra canadensis*) and (*Lontra longicaudis*) in the Río Grande or Río Bravo del Norte Drainage of Colorado and New Mexico, USA and of Chihuahua, Mexico and Adjacent Areas. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 26:82-96.

- OHMART, R. D., B. W. ANDERSON, Y W. C. HUNTER. 1988.** The ecology of the Lower Rio Colorado from Davis Dam to the Mexico-United States border: a community profile. Biological reports 85 (7.19). U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, EE.UU.
- OGDEN, A. 1941.** The California sea otter trade, 1784 - 1848. Chapter II, The Spanish sea otter trade in the Pacific (1784 – 1790). University of California Press. Berkeley, E.E.U.U.
- RIVERA, P., Y A. VON HUMBOLDT. 1807.** Carte de la Route qui mène depuis la Capitale de la Nouvelle Espagne jusqu'a S. Fe de Nouveau Mexique. Dressee sur les Journaux de Don Pedro de Rivera et en partie sur les Observations Astronomiques de Mr.de Humboldt. Dessine et redige par F. Friesen, a Berlin. [map] MAGIC, CSEL. University of New Mexico. Albuquerque, EE.UU.
- RUHLOW, J. 1973.** Los Coronados. Westways 9:44-48.
- SAHAGÚN, B. 1576 (1979).** Códice Florentino. Libro Undécimo, Tomo III. Reproducción facsimilar al tamaño original del Códice Florentino que conserva la Biblioteca Médica Laurenziana de Florencia, Italia (30 Octubre 1979). Editorial Giunti Barbéra. Florencia, Italia.
- VAN ZYLL DE JONG, C. G. 1972.** A systematic review of the Nearctic and Neotropical river otters (Genus *Lutra*, Mustelidae, Carnivora). Life Sciences Contribution Royal Ontario Museum 80:1-104.
- WEBER, D. J. 1971.** The Taos trappers. University of Oklahoma Press. Norman, EE.UU.

Sometido: 17 de agosto de 2012

Revisado: 21 de agosto de 2012

Aceptado: 28 de agosto de 2013

Editor asociado: Sergio Ticul Álvarez-Castañeda

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Distribución y abundancia de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens* Major, 1897), en el Lago de Catemaco Veracruz, México

Alvar González-Christen^{1*}, Christian Alejandro Delfín-Alfonso¹
y Alicia Sosa-Martínez¹

Abstract

The Neotropical river otter (*Lontra longicaudis annectes*) is a carnivore of wide distribution, poorly studied and their populations are subjected to considerable pressure all over its range, the otter is closely linked to shore ecosystems, therefore a description of their distribution is basic to allow conservation. By knowing the otter's preferred locations, it will be possible to identify high-priority sites for its conservation. The aim of this contribution was to study the distribution and estimate the relative abundance of the Neotropical river otter at the Catemaco Lake, Veracruz, México. Four lineal transects (each 5 km long) were established, where we recorded scats and spraints. We registered a total of 765 scats, 149 spraints and 13 otters were located. The relative mean abundance of the otter for Catemaco Lake was determined as 1 otter/km, we recorded otter presence all over the Lake's shore. Despite having found this evidence, we considered their risks are poorly understood, therefore it is necessary to continue research, management and conservation programs for the species and its habitat to ensure their survival.

Key words: Conservation, "Los Tuxtlas", Mustelid, Neotropical otter, Scats, Sign survey, Spraint, Tropical rainforest.

Resumen

La nutria neotropical de río (*Lontra longicaudis annectes*) es un carnívoro poco estudiado, de amplia distribución, que enfrenta presiones similares a lo largo de toda su distribución. La nutria está asociada a los ecosistemas de las riberas por lo que la descripción de su distribución es básica para su conservación. El conocer los sitios preferidos por las nutrias permitirá su priorización para la conservación. El objetivo de esta investigación fue estudiar la distribución y estimar la abundancia relativa de la nutria neotropical de río en el Lago de Catemaco. Se establecieron cuatro transectos lineales de 5 kilómetros de longitud cada uno, en donde se registraron las excretas y los marcajes; se detectaron un total de 765 excretas, 149 marcajes y se observaron 13 nutrias. La abundancia relativa promedio de nutrias estimada para el Lago fue de 1 ind./km, se encontraron evidencias de nutrias prácticamente alrededor de todo el Lago,

Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. Federico Menzel 21, Col Dos Vistas. Xalapa, Veracruz, 91190. México. Email: agonzalez@uv.mx (AGC); cada7305@gmail.com (CADA); ali_chan6@hotmail.com (ASM)

* Corresponding author

a pesar de ello consideramos que se ha subestimado su grado de amenaza y que es necesario establecer un programa de estudio, manejo y conservación de las nutrias y su entorno para asegurar su sobrevivencia.

Palabras clave: Bosque tropical lluvioso, Conservación, Excretas, “Los Tuxtlas”, Marcajes, Mustélido, nutria neotropical, Perro de agua.

Introducción

La subfamilia Lutrinae en México, se integra por solo tres especies: “nutria marina” (*Enhydra lutris* Linnaeus, 1758), nutria del noroeste (*Lontra canadensis* Scheber, 1776) y “nutria neotropical” o “perro de agua” (*Lontra longicaudis* Olfers, 1818; Gallo-Reynoso y Casariego 2005). La nutria neotropical, es la especie de nutria más común en México (Gallo-Reynoso 1991; Ramírez-Bravo 2010), tiene una amplia distribución a lo largo de las vertientes del Atlántico y del Pacífico. En la costa Atlántica, se localizan poblaciones de esta especie desde el río Salado en Tamaulipas hasta el norte de Argentina en América del Sur (Larivière 1999, Sánchez *et al.* 2007; Rheingantz, 2009; Ramírez-Bravo 2010; Marmontel 2011). La especie es de carácter polítípico y la subespecie *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897 es la que se distribuye en México (Larivière 1999).

La nutria neotropical es una especie incluida en el Apéndice I de CITES (UNEP 2013), considerada en la categoría de datos insuficientes por la UICN (Waldemarin y Alvarez 2008), es protegida en México bajo la categoría de Amenazada (SEMARNAT 2010). A pesar de su estatus de protección, las nutrias aún son objeto de captura para mascota y cacería con fines de uso en peletería o por considerarlas “*peligrosas*” (Morales y Villa 1998; Maldonado y López 2003). Regionalmente los pescadores las consideran competidores por sus hábitos alimenticios como sucede en otras regiones del mundo (Gandhiv 2009), además por considerarlas agresivas y dañinas a los animales domésticos pequeños.

La nutria neotropical es considerada como una de las especies de nutrias menos estudiadas (Quadros y Leite de Araújo 2002, Rheingantz *et al.* 2012). En México existen algunos trabajos sobre su distribución general, registros aislados, interacciones, evaluación de hábitat, abundancia y hábitos alimenticios (Macías y Aranda 1999; Carrillo-Rubio y Lafón 2004; Gallo-Reynoso y Casariego 2005; Botello *et al.* 2006; Briones *et al.* 2008; Gallo-Reynoso *et al.* 2008; Cirelli y Sánchez-Cordero 2009; Arellano *et al.* 2012; Silva-López *et al.* 2012; Ramos-Rosas *et al.* 2013), más comúnmente, no se conoce a nivel regional su distribución geográfica, muy poco de su ecología, ni situación poblacional, particularmente en el caso de las poblaciones del Golfo de México (Gallo-Reynoso y Egido-Villarreal 2006).

En algunos ríos, lagos y lagunas costeras del estado de Veracruz, en el sureste mexicano, aún se localizan poblaciones de esta especie y es probable que tuvieran una distribución y abundancia más amplias que la que se presume en la actualidad. Sin embargo, esto no se puede confirmar porque es escaso el conocimiento biológico y ecológico generado en la entidad, son menos de treinta los trabajos publicados desde 1879 y algunos sólo se han quedado a nivel de literatura gris (e. g. tesis, reportes y trabajos recepcionales), sin amplia difusión (Ramírez-Pulido *et al.* 1986; Ruíz-Betancourt 1992; Gallo-Reynoso 1997; Martínez y Sánchez 1997; Morales y Villa 1998; Macías y Aranda 1999; Carrillo-

Rubio 2002; Macías-Sánchez 2003; Silva-López 2009; Hernández 2011; Arellano et al. 2012; Silva-López et al. 2012; Ramos-Rosas et al. 2013).

Una de las áreas en Veracruz mejor estudiada respecto a las nutrias, es la región de Los Tuxtlas, donde se han publicado algunas contribuciones particularmente de registros aislados en diferentes cuerpos de agua de la región como en el Río Pilapa, en la localidad Benigno Mendoza (ejido López Arias), Mirador Pilapa y dentro de la zona núcleo de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas en la Sierra de Santa Martha, (Martínez y Sánchez 1997, Coates y Estrada 1986; González-Christen 1986, Martínez y Sánchez 1997; González-Christen 2008), no obstante, sólo existe al momento una contribución de más de 15 años de antigüedad, acerca de las nutrias en el lago que revela datos sobre su abundancia y distribución en particular en el Lago de Catemaco (Ruíz-Betancourt 1992).

En términos de su abundancia, en México se reportan valores en un intervalo de 0.25 a 3.10 ind/km, para el Río Yaqui, Sonora reportan 0.34 ind/km (Gallo-Reynoso 1996); en Oaxaca existen algunos esfuerzos de estimación de abundancia de las nutrias neotropicales con cálculos que van desde 0.03 a 0.9 ind/km de río (Casariego-Madorell 2004, Casariego et al 2006; 2008); por su parte solo utilizando el método de conteo de huellas en Oaxaca otros autores calcularon 0.95 ind/km (Briones et al. 2008). En Veracruz, la nutria neotropical ha sido estudiada en otros cuerpos de agua como los ríos Actopan y Los Pescados, donde se estimó una abundancia de 3.10 ind/km y 1.2 ind/km de río respectivamente (Macías 2003); en la región baja de la cuenca del Papaloapan a orillas del río en Tlacotalpan, se reporta una abundancia de 0.21 hasta 1.22 ind/km (Arellano et al. 2012).

Las nutrias son animales huidizos que ocupan aquellas áreas donde la vegetación ripiara está mejor conservada, con poca presencia humana, abundancia de alimento y sitios de refugio (Gallo-Reynoso y Casariego 2005), aunque en su distribución se le puede encontrar en ambientes muy transformados y contaminados (Macdonald y Mason 1992; Silva-López et al. 2012; Ramos-Rosas 2013). En el Lago de Catemaco, como en muchos otros sitios en México, la cacería, la destrucción de las zonas de vegetación natural, la sobrepesca y la contaminación ambiental, entre otros factores, han reducido las poblaciones o provocado la desaparición de diversas especies de mamíferos entre ellas las de la nutria. Es crítico el estado actual de conservación de mamíferos silvestres en Los Tuxtlas, por tanto, son urgentes estudios sobre el estado que guardan sus poblaciones para poder emprender acciones adecuadas para su manejo y conservación. Bajo esta premisa, el objetivo de la presente contribución fue estimar la abundancia e identificar las zonas donde se distribuye la nutria neotropical en el Lago de Catemaco, Veracruz.

Material y Métodos

Área de estudio: El estudio comprende el Lago de Catemaco, en los límites de la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas (RBLT) a 340 msnm, se localiza en el municipio de Catemaco, Veracruz, México (18.4169° N, -95.0667° W, Fig. 1). El lago tiene una longitud máxima de 12 km por 9 km de ancho, con un litoral de forma irregular que tiene un perímetro aproximado de 39 km y una profundidad media de 7.1 m y máxima de 22 m, cubre una superficie de 7,583.06 ha aproximadamente. El volumen de agua del lago es variable, parte del abastecimiento de agua del lago tiene su origen en los mantos freáticos y

drenajes subterráneos, pero la principal fuente de abastecimiento tiene origen pluvial, alimentado por varios ríos y riachuelos (Medel y Alvarado 1994). El nivel del agua del Lago de Catemaco es controlado por una presa en su salida y su caudal de desagüe que drena hasta el Golfo de México vía el Río Papaloapan (Peredo *et al.* 1993; Medel y Alvarado 1994).

El área de estudio presenta un clima Cálido húmedo ((A)c(fm)) con temperatura media anual de 23.4 °C; con lluvias en verano y principalmente en otoño, la precipitación media anual es superior a 2,500 mm, llueve todo el año, pero se presenta una época de lluvias, de junio a febrero, y otra de estiaje, de marzo a mayo, los meses más húmedos van de agosto a noviembre (García 1981). Debido a su cercanía con la costa, esta área es afectada directamente por los vientos “nortes”, que aportan cerca del 15% de la precipitación anual, produciendo descensos de temperatura ~10 °C (García 1981; Estrada *et al.* 1985).

La vegetación original alrededor del lago, albergó diferentes comunidades vegetales de origen neotropical, la más representativa y de mayor extensión era el bosque tropical lluvioso o selva alta perennifolia (Castillo y Laborde 2004). En la actualidad sólo permanecen algunos elementos asilados o pequeños fragmentos de selva muy alterados en diferente grado de sucesión. El bosque tropical lluvioso ha sido sustituido por asentamientos humanos, pastizal, fincas y frutales o de floricultura, sin embargo, aún es posible encontrar remanentes de bosque tropical en dos parques ecológicos (P. E.) privados dedicados al ecoturismo: P. E. “Nanciyaga” y P. E. “La Jungla”; estos P. E. representan los últimos fragmentos grandes relativamente conservados de selva sobre la orilla del Lago de Catemaco, no obstante, en la parte norte del lago, existe una serie discontinua, de fragmentos de menor tamaño y acahuales con diferente grado de alteración y madurez. En su ribera, se desarrolla vegetación acuática y subacuática, donde es común encontrar Apompos (*Pachira aquatica* Aubl.), macayo (*Andira galeottiana* Standl.), amate (*Ficus religiosa* L.), palo mulato (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.).

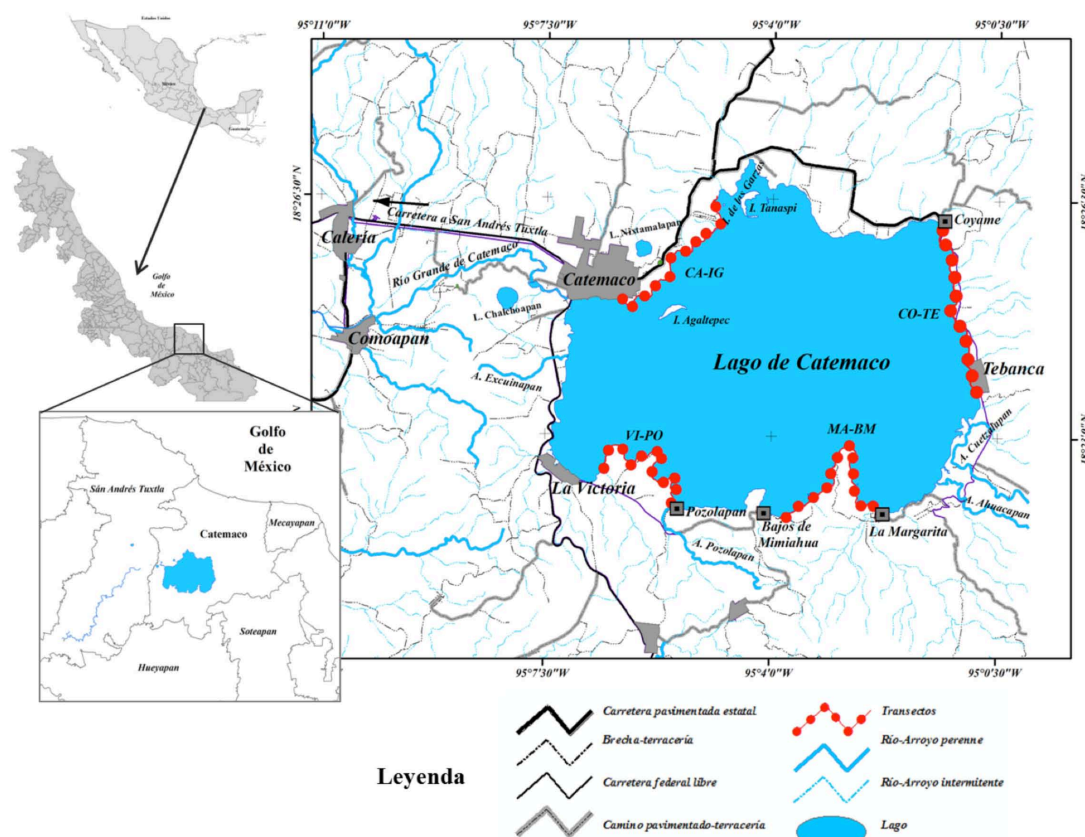
La ictiofauna del lago, incluye al menos 12 especies que son alimento potencial de la nutria neotropical, de las cuales cuatro especies son endémicas al Lago de Catemaco, nueve especies de tortuga y otras especies que probablemente son alimento para la nutria neotropical: almejas de agua dulce (*Prosonaias pliciferus* y *Pachynaias opacata*), langostino (*Procambarus vazquezae*), mayacaste (*P. acanthophorus*), y el caracol tegogolo (*Pomacea patula catemacensis*) (Jiménez 1993; SAGARPA 2007).

Muestreos de campo: Por sus hábitos sigilosos y crepusculares, es difícil estudiar en campo a la nutria neotropical, por ello se decidió trabajar con métodos indirectos como excretas y marcajes, ya que como otros mustélidos, las hembras y los machos frotan sus exudados genitales en rocas o troncos (Larivière 1999), con lo que pueden enterarse mutuamente del estado reproductivo que guardan (Gallo-Reynoso 1989) y de los límites de su territorio. Complementario a los métodos indirectos, se obtuvieron datos de observaciones directas de nutrias. Los métodos indirectos en el estudio de organismos difíciles o crípticos de observar, es una herramienta muy útil, permite demostrar la presencia del organismo en un área determinada y proporciona información valiosa para el manejo y conservación de la especie (Mason y Macdonald 1987; Gutleb 1992; Medina 1992). De junio 2008 a enero de 2009, se realizaron siete campañas mensuales

de muestreo (junio-julio-agosto-octubre-noviembre-diciembre 2008, enero 2009); en cada campaña se recorrieron los cuatro transectos (dos días/transecto), los transectos se establecieron siguiendo la línea de costa del lago con una longitud de 5 km y un ancho de 10 m (Fig. 1). Se cubrieron un total de 40 km por campaña, acumulando un esfuerzo total de 280 km lineales de transectos. La búsqueda de las evidencias fue mediante recorridos a pie en las mañanas, entre las 06:00 y 15:00 h. En cada recorrido las evidencias detectadas se referenciaron utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS) marca Garmin, Modelo 12 XL.

Durante los recorridos, se contabilizaron las excretas frescas del primero y segundo día de inspección al transecto. Para evitar confusiones de distinción entre excretas viejas (acumuladas en varios días) y excretas recientes, el primer día de cada muestreo, se contaron y destrozaron las excretas encontradas en las letrinas. Al día siguiente se revisaron las letrinas contando las excretas frescas, sólo estas fueron utilizadas en el cálculo de los índices. En la identificación de las excretas se utilizó como guía el manual de Aranda (2000), tomando en consideración forma, tamaño, contenido y sitio de deposición de la excreta.

El primer transecto (CA-IG) inicia en la ciudad de Catemaco hasta frente la Isla de Las



Garzas (Fig. 1), se caracteriza por plantaciones de cítricos, potreros, y algunos manchones de vegetación secundaria o acahuals jóvenes, lo que evidencia la fuerte presencia humana. La costa es una playa de grava volcánica, con algunas partes pantanosas y otras con afloramientos de rocas, que se internan en el lago. En este tramo destacan las

actividades turísticas asociadas al lago.

El segundo transecto (CO-TE) abarca del poblado Coyame hasta el poblado Tebanca (Fig. 1), en esta zona hay fincas de cítricos, potreros y acahuals. La orilla presenta tanto playa de grava como zonas rocosas, las rocas también se internan en el lago. Existen granjas piscícolas rústicas (encierros para acuicultura de malla plástica) cerca de la ribera del lago. Hay tres pueblos importantes en la costa: Coyame, Ojoxapan, Tebanca y otros asentamientos más pequeños.

El tercer transecto (MA-BM) se extiende de La Margarita a Bajos de Mimiáhua (Fig. 1), es un área cubierta por potreros ganaderos y vegetación secundaria surcada por numerosas veredas que sirven de paso a la gente. La orilla presenta desde playas de grava con pendientes suaves hasta grandes peñascos inaccesibles por tierra. Existen pocos asentamientos humanos, aun así se observa actividad humana (pesca con atarraya y extracción del caracol tegogolo) al interior del lago.

El cuarto transecto (VI-PO) ocupa el área entre La Victoria y Pozolapan (Fig. 1). La vegetación corresponde a potreros con manchones aislados de vegetación secundaria con veredas. El transecto presenta tanto playas de grava volcánica y pendientes suaves como áreas sin playa y con grandes peñascos inaccesibles por tierra, los cuales presentan un menor grado de perturbación. En el lago hay constantemente pescadores y colectores del caracol tegogolo.

Estimación de la abundancia y análisis estadísticos: Se calculó la abundancia relativa de excretas, y nutrias mediante el cálculo del Índice de Abundancia Relativa Base (NE) y el Índice de Abundancia Acotada (AN) respectivamente (Gallo-Reynoso 1996; Macías 2003). Los índices fueron calculados durante cada mes y para cada uno de los cuatro transectos siguiendo a Macías (2003), se utilizaron dos tasas de defecación para calcular las abundancias: 1) tres excretas por día (Gallo-Reynoso 1996) y 2) seis excretas por día (Macías 2003).

Los datos obtenidos en los muestreos, fueron explorados con la prueba de Lillifords (1967) para comprobar la normalidad de los datos de abundancia de excretas y de nutrias. Posteriormente, la detección de posibles diferencias estadísticas significativas de los valores de NE y AN entre transectos y entre los meses del año, se estimó con un Análisis de Varianza (ANDEVA), la misma prueba se utilizó para la comparación de los transectos para muestras o grupos independientes y para comparar los meses utilizamos para grupos relacionados (Davis 2002). Cuando los datos violaron el supuesto de normalidad que permitiera correr el análisis paramétrico, se realizó una transformación logarítmica (Sokal y Rohlf 1995). Cuando se encontraron diferencias entre los grupos según la prueba ANDEVA, se corrió un análisis de comparaciones múltiples (Post-Hoc) de Holm-Sidak (Glantz 1987). Los análisis estadísticos se realizaron con el software SigmaStat 3.5 (Systat Software Inc. 2006). Una vez calculados los índices de abundancia con ambas tasas de defecación, graficamos los promedios con estadística circular, para ubicar la tendencia de abundancias en los meses e identificar gráficamente el comportamiento de las abundancias.

Resultados

Número de evidencias: Se registró un total de 1,774 evidencias en los cuatro transectos 1,612 evidencias corresponden a excretas. En el análisis, solo se utilizaron 765 excretas frescas (53% secas y 47% frescas), 149 marcajes y 13 avistamientos directos de nutrias (Tabla 1).

El transecto (VI-PO) fue el de mayor actividad de nutrias, mientras que el transecto (MA) fue el de menor actividad (Tabla 1). Cualitativamente, no se encontró relación con la presencia humana ya que en el transecto VI se registró el mayor número de excretas, pero un número bajo de observaciones directas. El transecto CA, que es el de mayor presión humana, fue el segundo con mayor número de excretas, pero el más bajo en marcajes y con un solo avistamiento; mientras que el transecto CO tuvo el valor más alto de avistamientos y marcajes, pero uno de los valores más bajos en excretas (Tabla 1).

Abundancia relativa de excretas: La abundancia relativa promedio de excretas fue de 2.83 excretas/km (Tabla 2). No se encontraron diferencias significativas de abundancia relativa entre los cuatro transectos ($F = 1.78$; g. l. = 3; $P = 0.177$), pero sí entre los meses a lo largo del estudio ($F = 5.96$; g. l. = 6; $P = 0.001$). La prueba Post-Hoc determinó que las diferencias se debían a los meses de noviembre, diciembre, y enero ($P < 0.05$) en comparación con los meses restantes. Se observó una mayor abundancia relativa de excretas en los meses de noviembre (14.7), diciembre (17.5) y enero (16.6). El transecto VI tuvo el valor promedio más alto (3.94), se trata de la zona de menor perturbación humana en la ribera a diferencia del transecto CA (promedio de 2.75) que es el transecto de mayor presión humana (Tabla 2).

Tabla 1. Registro de evidencias y avistamientos encontrados en los transectos estudiados (CA. Catemaco a Isla de las Garzas; CO. Coyame a Tebanca; MA. La Margarita a Bajos de Mimihua y VI. La Victoria a Pozolapan), los números marcados (asteriscos), es la muestra tomada (765) del total de excretas (1,612) para los análisis en cada transecto.

Evidencias/Transectos	CA	CO	MA	VI	Total
Excreta	408 (188)*	389 (170)*	295 (131)*	520 (276)*	1,612 (765)*
Marcaje	26	48	35	40	149
Avistamiento	1	7	4	1	13
Total de registros	435	444	334	561	1,774

Abundancia relativa de nutrias: Se observaron 13 nutrias en actividad, el número total de individuos en libertad observados entre los cuatro transectos (Tabla 1), no fue estadísticamente diferente ($H = 4.29$; g. l. = 3; $P = 0.2309$). Se obtuvo el valor más alto de avistamientos ($n = 7$) en el transecto CO, en el transecto MA se avistaron cuatro nutrias, lo que hace de este transecto el segundo más alto en este aspecto. La determinación de la abundancia relativa de nutrias del Lago de Catemaco (Tabla 3), alcanzó un valor promedio de 0.97 nutrias/km bajo una tasa de defecación tres excretas/día y de 0.49 nutrias/km con una tasa de defecación seis excretas/día.

La abundancia relativa de nutrias entre los transectos, no fue estadísticamente diferente en el caso de ambas tasas de defecación, pero si diferente entre los meses ($F = 4.41$; g. l. = 6; $p = 0.06$), lo que sugiere una distribución de las nutrias en el lago, muy homogénea, teniendo un uso selectivo por algunas áreas en ciertos meses; en la Figura 2 se muestra gráficamente la tendencia de las abundancias de cada mes (promedios), se nota una tendencia a aumentar la abundancia en la temporada post-lluvia (Nov-Dic-

Ene) o el inicio de la sequía.

El incremento en las abundancias, puede ser el resultado del incremento de alimento en la laguna y esto coincide con el posible inicio de la temporada de apareamiento de las nutrias que ocurre con la sequía o primavera, desde diciembre a mayo con los nacimientos de abril a junio (Parera 1996).

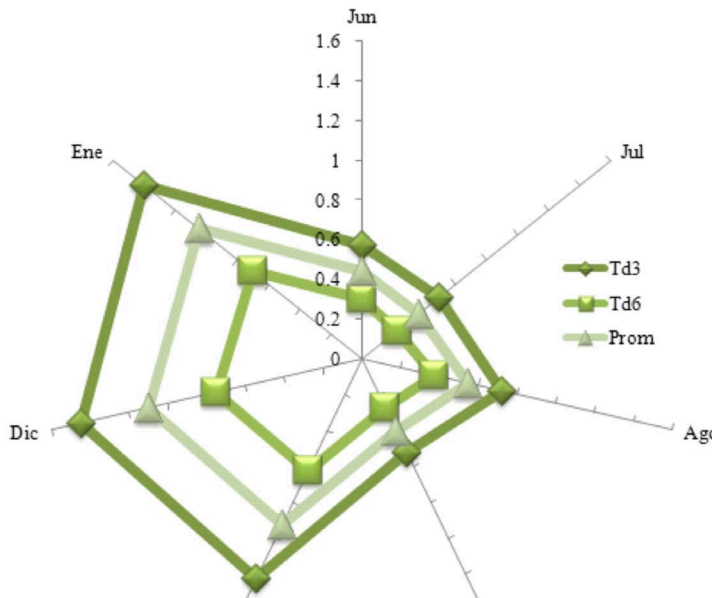


Figura 2. Promedio los valores de abundancia por cada tasa de defecación (td3= 3 excretas/día, td6= 6 excretas/día) de los cuatro transectos y el promedio de los valores de las abundancias incluyendo ambas tasas. Nótese el incremento en los meses Nov-Dic-Ene.

Discusión

La nutria neotropical, es un mamífero semiacuático que presenta una distribución geográfica y ecológica amplia en el continente americano, comprende dos regiones biogeográficas y dentro de ellas se localizan en seis sitios Hotspot (Mittermeier 2004) y alrededor de 20 ecorregiones (Olson *et al.* 2001). A pesar de lo extenso y variado de su distribución, es una de las especies de nutrias menos estudiadas (Quadros y Leite de Araújo 2002; Rheingantz *et al.* 2012). Es una especie amenazada en México (SEMARNAT 2010), protegida por CITES (UNEP 2013), pero considerada en la categoría de datos insuficientes por la UICN (Waldemarin y Alvarez, 2008). En toda su área de distribución los problemas y amenazas que enfrenta esta especie son similares: conocimiento científico de la especie insuficiente, destrucción de su hábitat, contaminación de ríos, sobrepesca, cacería, muertes accidentales en caminos o redes y trampas. El caso de la nutria neotropical es similar al de numerosas especies que presentan un rango de distribución tan extenso, donde poblaciones completas han desaparecido (o están por desaparecer), fragmentando y aislando la especie, contribuyendo de esta manera a su desaparición.

La población de la nutria neotropical del Lago de Catemaco en Veracruz, es un buen ejemplo local, con problemas compartidos en todo el continente americano en toda su área de distribución. El Lago de Catemaco, es una región que está perdiendo su biodiversidad, donde el paisaje original se reduce en la actualidad a escasos fragmentos de vegetación transformados, con especies exóticas, invasoras, donde se practica

cacería ilegal y con un lago sobreexplotado, contaminado, aun cuando parte del lago esta formalmente protegido por la legislación ambiental mexicana (SAGARPA 2007).

Una de las principales carencias de información científica en relación a esta especie, es el desconocimiento del estatus real que guardan sus poblaciones.

Tabla 2. Frecuencia de excretas de la nutria neotropical de río, detectadas. Ex = No. Excretas; AM = Abundancia Relativa Mensual de los cuatro transectos; AB = Abundancia Relativa. Catemaco a Isla de las Garzas (CA), Coyame a Tebanca (CO), La Margarita a Bajos de Mimihua (MA) y La Victoria a Pozolapan (VI).

Transectos Meses	CA		CO		MA		VI		AM
	Ex	AB	Ex	AB	Ex	AB	Ex	AB	
Jun	17	2	7	1	9	2	37	4	2.2
Jul	5	1	14	1	5	1	32	3	1.5
Ago	11	1	24	2	9	2	43	4	2.4
Oct	19	2	12	1	9	1	24	2	1.6
Nov	39	4	43	4	30	3	35	4	3.7
Dic	40	4	38	4	22	2	75	8	4.4
Ene	57	6	32	3	47	5	30	3	4.2
Total	188		170		131		276		
Promedio	27	3	24	3	19	2	39	4	2.8

En este estudio, se localizó una cantidad superior de excretas que lo reportado por otros autores (Quadros y Leite de Araújo 2002; Louzada-Silva *et al.* 2002; Arellano *et al.* 2012; Sales-Luís *et al.* 2012) y puede ser tomado con cautela como un indicador de un tamaño poblacional mayor, pero también puede ser producto de un uso más intenso de sitios de defecación y marcaje.

La tendencia de hallazgo de estas evidencias creció hacia el final del estudio (noviembre-enero, ver Fig. 2) conforme se acercó la temporada de secas, similar a la documentada para otras regiones y especies de nutria (Briones *et al.* 2008; Sales-Luís *et al.* 2012). Este patrón podría deberse a un aumento en la visibilidad de las evidencias por la disminución del follaje (es decir, que a menor cobertura foliar por la condición fenológica de la vegetación, mayor probabilidad de detección de excretas y marcas) y su mayor permanencia en el ambiente al no ser destruidas las letrinas por las lluvias. Otra de las causas probables podría ser que en la época de secas en la región de Catemaco, los ríos y arroyos alrededor del lago, disminuyen su caudal (e. g. Arroyo Pozolapan y Arroyo Excuinapan), o se secan completamente (e. g. arroyos intermitentes) y es posible que exista reclutamiento de nutrias que se desplazan de los ríos, arroyos tributarios y lagunas cercanas al lago (e. g. lagunas Chalchoapan y Nixtamalapan, ver Fig. 1). Otra explicación posible es que inicia la temporada de reproducción, fenómeno que se ha sugerido ocurre en otros sitios (Bertonatti y Parera 1994; Parera 1996; Sánchez *et al.* 2007; Quadros y Leite de Araújo 2002) y propicia el marcaje territorial por los machos.

La abundancia relativa de nutrias en el lago, alcanzó valores más altos que los reportados por Gallo-Reynoso (1996); Casariego (2004); Casariego *et al.* (2006; 2008) y Briones *et al.* (2008) para la nutria neotropical en México y por Quadros y Leite de Araújo (2002) al sur de Brasil. Respecto a lo reportado para Veracruz, la abundancia relativa de nutrias en Catemaco fue más baja que la reportada para los ríos Actopan y Los Pescados en la cuenca de La Antigua (Macías-Sánchez 2003) y para la localidad de

Tlacotalpan (Arellano *et al.* 2012).

Se ha demostrado que las nutrias presentan un amplio repertorio de alimentación y se comportan como predador generalistas, por ello uno de los elementos fundamentales de su distribución, es la variedad, cantidad y calidad de los recursos alimenticios disponibles (Parera 1993; Passamani y Camargo 1995; Helder y De Andrade 1997; Colares y Waldemarin 2000; Gori *et al.* 2003; Anoop y Hussain 2005; Calmé y Sanvicente 2009; Chemes *et al.* 2010; Platt y Rainwater 2011; Rheingantz *et al.* 2011; Ruiz-Olmo *et al.* 2011; Rheingantz *et al.* 2012) que por ende, se incrementan posterior a las temporadas de lluvias. Si bien, se ha encontrado que en las nutrias existe una relación positiva entre el número de marcajes, las buenas condiciones del ambiente y la adecuada cantidad y calidad de alimento (Taylor *et al.* 1988). En este sentido, a pesar de las amenazas a las que está sujeto el lago, este presenta condiciones aparentemente idóneas para sostener a la población de nutria neotropical, probablemente en un tamaño mayor que la detectada en nuestro estudio. El lago presenta serios problemas de conservación que afectan a las nutrias, como la modificación del entorno por, deforestación y fragmentación de hábitats, construcción de embarcaderos, casas, caminos; contaminación del agua por acarreo de sedimentos, aguas residuales, agroquímicos, fertilizantes, fungicidas, plaguicidas, basura; extracción de agua del lago (Villagómez *et al.* 2001); pesca no controlada y el uso de artes de pesca prohibidos.

Transecto	CA			CO			MA			VI		
	EX	Td3	Td6	EX	Td3	Td6	EX	Td3	Td6	EX	Td3	Td6
Jun	17	0.6	0.3	7	0.2	0.1	9	0.3	0.2	37	1.2	0.6
Jul	5	0.2	0.1	14	0.5	0.2	5	0.2	0.1	32	1.1	0.5
Ago	11	0.4	0.2	24	0.8	0.4	9	0.3	0.2	43	1.4	0.7
Oct	19	0.6	0.3	12	0.4	0.2	9	0.3	0.2	24	0.8	0.4
Nov	39	1.3	0.7	43	1.4	0.7	30	1.0	0.5	35	1.2	0.6
Dic	40	1.3	0.7	38	1.3	0.6	22	0.7	0.4	75	2.5	1.3
Ene	57	1.9	1.0	32	1.1	0.5	47	1.6	0.8	30	1.0	0.5
Total	188	6.3	3.1	170	5.7	2.8	131	4.4	2.2	276	9.2	4.6
Promedio	26.85	0.9	0.4	24.3	0.8	0.4	18.7	0.6	0.3	39.4	1.3	0.7

Tabla 3. Abundancia Relativa Mensual de la nutria neotropical en el Lago de Catemaco: Ex = No. Excretas; AM = Abundancia Relativa Mensual de los cuatro; Td3. Abundancia relativa bajo una tasa de defecación 3 excretas/día; Td6. Abundancia relativa bajo una tasa de defecación 6 excretas/día; transectos; (CA) Catemaco a Isla de las Garzas, (CO) Coyame a Tebanca; (MA) La Margarita a Bajos de Mimiahua y (VI) La Victoria a Pozolapan.

El Lago de Catemaco, como la mayoría de los ríos de Veracruz y en muchos casos del continente americano, alberga poblaciones o subpoblaciones de la nutria neotropical, que presumiblemente se están perdiendo por la reducción del espacio natural de calidad disponible para la especie. Al desconocer el tamaño original de la población de nutrias en el lago es necesario continuar con los trabajos que permitan definir el tamaño real de la población de nutrias en el Lago de Catemaco y sus tendencias de crecimiento.

Conclusiones

El grado de amenaza que presenta la nutria tropical de río en el Lago de Catemaco, por lo que constatamos, podría ser mayor que lo que se ha estimado y por tanto se requieren más medidas y acciones de protección que las emprendidas al momento. Por lo que es indispensable establecer una serie de estrategias y políticas que permitan desarrollar un programa de estudio y monitoreo para las nutrias y su protección. Es fundamental en toda

su área de distribución, determinar de manera regional, las tendencias poblacionales, cualificar y cuantificar las presiones que las afectan para definir claramente las acciones para su conservación.

Agradecimientos

Agradecemos a los Sres. R. Martínez Díaz y R. Sosa Terán por su incondicional apoyo moral y monetario en este estudio. Agradecemos la colaboración en campo a G. Ceba Palacios, A. Fonseca Gutiérrez, A. Cinta Azamar, E. Rodríguez Valencia y A. Rodríguez Bravo, quienes nos compartieron sus conocimientos, lanchas, tiempo y su esfuerzo para localizar las nutrias en los recorridos en el Lago. También agradecemos a J. P. Gallo Reynoso, y a S. Macías Sánchez, por su apoyo bibliográfico, metodológico, sus comentarios y aportaciones. Al Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana y su director F. García Orduña por permitir el uso de las instalaciones de la casa de la Universidad Veracruzana en Catemaco, a J. Hermida Lagunes, por las facilidades proporcionadas en las instalaciones mencionadas, a P. C. Quintana Morales por su apoyo en los análisis estadísticos de los datos. Finalmente por su lectura crítica y comentarios queremos agradecer a F. E. Nicolalde Morejón, S. T. Álvarez-Castañeda y los revisores anónimos por sus observaciones y comentarios que sin duda alguna enriquecieron esta contribución.

Literatura citada

- ANOOP, K. R., y S. A. HUSSAIN.** 2005. Food and feeding habits of smooth-coated otters (*Lutra perspicillata*) and their significance to the fish population of Kerala, India. *Journal of Zoology* 266:15–23.
- ARANDA, M.** 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.
- ARELLANO N. E., E. SÁNCHEZ, y M. A. MOSQUEDA.** 2012. Distribución y abundancia de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en Tlacotalpan, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 28:270-279.
- BERTONATTI, C., y A. PARERA.** 1994. "Lobito de río". Fundación Vida Silvestre Argentina. *Revista Vida Silvestre* Ficha 32:1-2.
- BOTELLO, F., J. M. SALAZAR, P. ILLOLDI-SALAZAR, M. LINAJE, G. MONRROY, D. DUQUE, y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2006. Primer registro de la nutria de río neotropical (*Lontra longicaudis*) en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:133-135.
- BRIONES, S. M., J. CRUZ A., J. P. GALLO-REYNOSO, y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2008. Abundancia de la nutria neotropical de río (*Lontra longicaudis annectens* Major, 1897) en el Río Zimatán en la Costa de Oaxaca México. Pp. 354-376 in *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México II* (Lorenzo, C., E. Medinilla, y J. Ortega, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. (AMMAC). Ciudad de México, México.
- CABALLERO, S. I.** 2009. Estudio preliminar del hábitat y la distribución de nutria de río (*Lontra longicaudis*) en San Juan Coyula, Cuicatlán, Oaxaca. *Memoria de*

- residencia profesional. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex-Hda. de Nazareno, Xoxocotlan. Oaxaca, México.
- CALMÉ, S., y M. SANVICENTE.** 2009. Distribución, uso de hábitat y amenazas para la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*): un enfoque etnozoológico. Pp. 124-130 in El Sistema Ecológico de la Bahía de Chetumal/Corozal: Costa Occidental del Mar Caribe (Espinoza A. J., G. A. Islebe, y H. A. Hernández, eds.). El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, México.
- CARRILLO-RUBIO, E.** 2002. Uso, características y modelación del hábitat de la nutria de río neotropical (*Lontra longicaudis annectens* Major 1897) en el Bajo Río San Pedro, Chihuahua. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.
- CARRILLO-RUBIO, E., y LAFÓN, A.** 2004. Neotropical river otter micro-habitat preference in West Central Chihuahua, México. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 21:10-15.
- CASARIEGO, M., M. A., R. LIST, y G. CEBALLOS.** 2006. Aspectos Básicos sobre la Ecología de la Nutria de Río (*Lontra longicaudis annectens*) para la Costa de Oaxaca. Revista Mexicana de Mastozoología 10:71-74.
- CASARIEGO, M., M. A., R. LIST, y G. CEBALLOS.** 2008. Tamaño poblacional y alimentación de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) en la costa de Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 24:179-200.
- CASARIEGO-MADORELL, M. A.** 2004. Abundancia relativa y hábitos alimentarios de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) en la costa de Oaxaca, México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- CASTILLO, G., y J. LABORDE.** 2004. La vegetación. Pp. 231-265 in Los Tuxtlas el paisaje de la sierra (Guevara S., J. Laborde y G. Sánchez-Ríos, eds.). Instituto de Ecología, A. C.-Unión Europea. Xalapa, México.
- CHEMES, S. B., A. R. GIRAUDO, y G. GIL.** 2010. Dieta de *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae) en el Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina) y su comparación con otras poblaciones de la cuenca del Paraná. Mastozoología Neotropical 17:17-29.
- CIRELLI, V., y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2009. Selection of restoration and conservation Areas Using Species Ecological Niche Modeling: A Case Study of the River Otter *Lontra longicaudis annectens* in Central Mexico. Pp. 261-278 in Endangered Species: New Research (Columbus, A. M., y L. Kuznetsov, eds.). Nova Science Publishers. New York, EE.UU.
- COATES, E., R., y A. ESTRADA.** 1986. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la estación de biología "Los Tuxtlas". Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- COLARES, E. P., y H. F. WALDEMARIN.** 2000. Feeding of the Neotropical River Otter (*Lontra longicaudis*) in the Coastal Region of the Rio Grande do Sul State, Southern Brazil IUCN. Otter Specialist Group Bulletin 17:6-13.
- CRUZ, A. J.** 2000. Abundancia relativa de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) del río Zimatán, Costa de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura.

- Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Oaxaca, México.
- DUQUE, D.** 2007. Distribución, abundancia y hábitos alimentarios de la nutria (*Lontra longicaudis*) en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- ESTRADA, A., R. COATES-ESTRADA, Y M. MARTÍNEZ-RAMOS.** 1985. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Pp. 379-393 In La Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas: un recurso para el estudio y conservación de las selvas del trópico húmedo (Gómez-Pompa A., y S. Del Amo eds.). Segundo volumen. INIREB-Alhambra Mexicana. Ciudad de México, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1989. Distribución y estado actual de la nutria o perro de agua (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) en la Sierra Madre del Sur, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Ciudad de México, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major 1987. Revista Mexicana de Mastozoología 2:10-32.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1991. The status and distribution of rivers otters (*Lutra longicaudis annectens*, Major, 1897), in México. Habitat 6:57-62.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1996. Distribution of the Neotropical river otter (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) in the Rio Yaqui, Sonora, México. IUCN Otter Specialists Group Bulletin 13: 27-31.
- GALLO-REYNOSO, J. P., Y MA. A. CASARIEGO.** 2005. *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818). Pp. 374-376 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva coords.). FCE, CONABIO. Ciudad de México, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P., Y J. ÉGIDO-VILLARREAL.** 2006. Nutrias de México. Grupo de Conservación de las nutrias en México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Guaymas. Sonora, México. Consultado 12 de mayo del 2013 <http://www.ciad.mx/guaymas/nutrias/INDEX.HTM>.
- GALLO-REYNOSO, J. P., N. N. RAMOS-ROSAS, Y O. RANGEL-AGUILAR.** 2008. Depredación de aves acuáticas por la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*), en el río Yaqui, Sonora, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 79:275-279.
- GANDHIV, K.** 2009. Survey of otters in Pokhara Valley lakes of Nepal. NEF Newsletter 18:33-34.
- GAONA S., A. GONZÁLEZ-CHRISTEN, Y R. LÓPEZ-WILCHIS.** 2003. Síntesis del conocimiento de los mamíferos silvestres del Estado de Veracruz, México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 1:91-123.
- GARCÍA, E.** 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios, S. A. Ciudad de México, México.
- GORI, M., G. M. CARPANETO, Y P. OTTINO.** 2003. Spatial distribution and diet of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* in the Ibera lake (northern Argentina). Acta Theriologica 48:495-504.
- GONZÁLEZ-CHRISTEN, A.** 1986. Las nutrias de la Sierra de Santa Marta, Veracruz. IV Simposio de Fauna Silvestre. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad

- de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad de México, México.
- GONZÁLEZ-CHRISTEN, A.** 2008. La Diversidad Alfa Beta y gama de la mastofauna en la Sierra de Santa Martha, Veracruz, México. Pp. 104-123 in Avances en el estudio de los mamíferos de México II AMMAC (Lorenzo C., E. Espinoza M. y J. Ortega, eds.). Ciudad de México, México.
- GUERRERO, F. J.** 2007. Evaluación del hábitat de la nutria (*Lontra longicaudis*) en tres ríos de Temascaltepec, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- GUTLEB, A.** 1992. The otter in Austria: a review on the current state of research IUCN Otter Specialist Group Bulletin 7:4-9.
- HELDER, J., y K. DE ANDRADE.** 1997. Food and feeding habits of the neotropical river otter *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae). Mammalia 61:193-203.
- JIMÉNEZ, G. M. I.** 1993. Fauna Helmintológica de *Cichlasoma fenestratum* (Pices: Cichlidae) del Lago de Catemaco, Veracruz, México. Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología 64:75-78.
- LARIVIÈRE, S.** 1999. "*Lontra longicaudis*". Mammalian Species 609:1-5.
- LÓPEZ-WILCHIS, R.** 2003. Base de datos de los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Ciudad de México, México. Disponible en: <http://investigacion.izt.uam.mx/mamiferos>.
- LOUZADA-SILVA, D., T. MARTINS VIEIRA, J. PINHO DE CARVALHO, A. PUCCI HERCOS, y B. MERGULHÃO DE SOUZA.** 2003. Uso de espaço e de alimento por *Lontra longicaudis* no Lago Paranoá, Brasília, D. F. Universitas Ciências da Saúde 1:305-316.
- MACDONALD, S., y C. MASON.** 1992. A note on *Lutra longicaudis* in Costa Rica. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 7:37-38.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S.** 2003. Evaluación del hábitat de la nutria neotropical de río (*Lontra longicaudis* Olfers, 1818) en dos ríos de la zona centro del estado de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S., y A. HERNÁNDEZ.** 2007. Distribución y abundancia de la nutria Neotropical *Lontra longicaudis* en el Río Santiago, Nayarit, México. Mesoamericana 11:93.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S. y M. ARANDA.** 1999. Análisis de la alimentación de la nutria neotropical de río *Lontra longicaudis* (Mammalia: Carnívora) en el sector del río Los Pescados, Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 76:49-57.
- MARMONTEL, M., C. I. BUCK SILVA, R. BOTEROARIAS, y H. A. MIGUEL.** 2011. Rescue, tagging and release of a neotropical otter (*Lontra longicaudis*) in western brazilian amazon. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 28:36-46.
- MARTÍNEZ-GALLARDO, R. y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 1997. Lista de mamíferos Terrestres. Pp. 625-628 in Historia Natural de Los Tuxtlas (González, S. E, R. Dirzo, y R. C. Vogt, eds.). México. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- MASON, C., y S. MACDONALD.** 1987. The use of spraints for surveying otter *Lutra lutra* populations: An evaluation. Biological Conservation 41: 167-177.
- MEDEL y ALVARADO, L.** 1994. Historia de San Andrés Tuxtla (1525-1975). Tomo III (1951-1975). Edición Príncipe, Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, México.

- MEDINA, G.** 1992. A new method for studying movements of the southern river otter in Chile. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 7: 23-24.
- MITTERMEIER R. A., P ROBLES G., M. HOFFMAN, J. PILGRIM, T. BROOKS, C. GOETTSCH, M., J. LAMOREUX, Y G. A.B. DA FONSECA.** 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Threatened Terrestrial Ecoregions. Agrupación Sierra Madre. Ciudad de México, México.
- MORALES, M. J. E., Y J. T. VILLA C.** 1998. Notas sobre el uso de la fauna silvestre en Catemaco, Veracruz México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 73: 127 -144.
- OLSON D. M., E. DINERSTEIN, E. C. D. WIKRAMANAYAKE, N. D. BURGESS, G. V. N. POWELL, E. C. UNDERWOOD, J. A. D'AMICO, I. ITOUA, H. E. STRAND, J. C. MORRISON, C. J. LOUCKS, T. F. ALLNUTT, T. H. RICKETTS, Y. KURA, J. F. LAMOREUX, W. W. WETTENGEL, P. HEDAO, Y K. R. KASSEM.** 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. BioScience 51:933-938.
- PARERA, A.** 1993. The Neotropical River Otter *Lutra longicaudis* in Iberá Lagoon, Argentina. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 8: 13-16.
- PARERA, A.** 1996. Las nutrias verdaderas de la Argentina. Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- PASSAMANI, M., Y CAMARGO, S. L.** 1995. Diet of the River Otter *Lutra longicaudis* in Furnas Reservoir, South-Eastern Brazil. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 12: 32-34
- PEREDO, F. R., O. OCHOA CONTRERAS, Y G. AYORA VÁZQUEZ.** 1993. Diccionario Enciclopédico Veracruzano. Universidad Veracruzana. Editorial Futura Servicios de Comunicación Gráfica. Xalapa, Veracruz.
- PLATT, S., Y T. R. RAINWATER.** 2011. Predation by neotropical otters (*Lontra longicaudis*) on turtles in Belize. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 28:1-60.
- RAMÍREZ, P. J., M. C. BRITTON, A. PERDOMO, Y A. CASTRO.** 1986. Guía de los mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Ciudad de México, México.
- RAMÍREZ-BRAVO, O. E.** 2010. Neotropical Otter (*Lontra longicaudis*) records in Puebla, Central Mexico. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 27:134-136.
- RAMOS-ROSAS, N. C. VALDESPINO, J. GARCÍA-HERNÁNDEZ, J. P. GALLO-REYNOSO, Y E. J. OLGUÍN.** 2013. Heavy metals in the habitat and throughout the food chain of the Neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in protected Mexican wetlands. Environmental Monitoring and Assessment 185:1163-1173.
- RHEINGANTZ M., L. G. OLIVEIRA-SANTOS, H. F. WALDEMARIN, Y E. PELLEGRINI CARAMASCHI.** 2012. Are Otters Generalists or do they prefer Larger, Slower Prey? Feeding Flexibility of the Neotropical Otter *Lontra longicaudis* in the Atlantic Forest. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 29:80-94.
- RHEINGANTZ, M.** 2009. *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818), the Neotropical Otter. IUCN Otter Specialist Group 29: 70-120.
- RHEINGANTZ, M. L., H. F. WALDEMARIN, L. RODRIGUES, Y T. P. MOULTON.** 2011. Seasonal and spatial differences in feeding habits of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae) in a coastal catchment of southeastern Brazil. Zoologia 28:37-44.
- RUIZ-OLMO, J., J. M. LÓPEZ-MARTÍN, Y S. PALAZÓN.** 2001. The influence of fish abundance on the otter (*Lutra lutra*) populations in Iberian Mediterranean habitats. Journal of

Zoology 254:325–336.

- SÁNCHEZ, O., R. MEDELLÍN, A. ALDAMA, B. GOETTSCH, J. SOBERÓN, Y M. TAMBUTTI.** 2007. Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA).** 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-041-PESC-2004. Pesca responsable en el Lago de Catemaco, ubicado en el Estado de Veracruz. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. Diario Oficial de la Federación (Primera Sección), Pp. 1-2, jueves 15 de marzo de 2007. Ciudad de México, México.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación (Segunda Sección), Pp. 1-78, jueves 30 de diciembre. Ciudad de México, México.
- SILVA-LÓPEZ G., M. R. MENDOZA-LÓPEZ, J. S. CRUZ-SÁNCHEZ, O. GARCÍA-BARRADAS, G.A LÓPEZ-SUÁREZ, L. G. ABARCA-ARENAS, F. GUTIÉRREZ-MENDIETA, Y A. MARTÍNEZ-CHACÓN.** 2012. A qualitative assessment of *Lontra longicaudis annectens* aquatic habitats in Alvarado, México. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 29: 70-120.
- SILVA-LÓPEZ, G.** 2009. Records for the Neotropical River Otter in landscapes of the Ramsar Site Alvarado Lagoon System, México. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 26: 44-49.
- TAYLOR I. R., M. J. JEFFRIES, S. G. ABBOTT, I. A. R. HULBERT, Y S. R. K. VIRDEE.** 1988. Distribution, habitat and diet of the otter *Lutra lutra* in the Drina catchment, Yugoslavia. Biological Conservation 45: 109-119.
- UNEP-WCMC.** 2013. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species On the World Wide Web: <http://www.unep-wcmc-apps.org/isdb/CITES/Taxonomy/tax-species-result.cfm/isdb/CITES/Taxonomy/tax-species-result.cfm?source=animals&displaylanguage=eng&genus=Lontra&species=longicaudis>.
- VILLAGÓMEZ, C., H. E. C. DURÁN DE BAZÚA, Y E. R. GONZÁLEZ.** 2001. Plaguicidas organoclorados en sedimentos y organismos acuáticos del Lago de Catemaco, Veracruz, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental 17:23-30.
- WALDEMARIN, H.F. Y ALVAREZ, R.** 2008. *Lontra longicaudis*. In IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 May 2013.

Sometido: 21 de mayo de 2013

~~*Revisado: 2 de julio de 2013*~~

Aceptado: 15 de agosto de 2013

Editor asociado: Juan Pablo Gallo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Longitud, masa corporal, y crecimiento de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en México

Juan Pablo Gallo-Reynoso^{1*}, Samuel Macías-Sánchez²,
Edith Arellano-Nicolás³ y Alberto González-Romero²

Abstract

Neotropical otter is a medium to large size species, adult male has a mean size of 142 ± 11 cm (range: 130 – 162 cm, $n = 9$), with a mean body mass of 16 ± 5 kg (range: 10 – 24 kg, $n = 9$); adult female has a mean size of 116 ± 9 cm (range: 109 – 127 cm, $n = 4$) with a mean body mass of 13 ± 2 kg (range: 10 – 15 kg, $n = 4$). A growth curve was performed using data from size-body mass regarding the age of 24 individuals (some individuals were measured at different ages, thus the sample size might be larger at certain ages). The largest individual measured correspond to an adult male from Río Pinela, State of Guerrero, with a total size of 162 cm, and weight of 24 kg, very close to the reported size and weight for the giant otter (*Pteronura brasiliensis*) which is of 141 to 163 cm in length and 24 to 28.8 kg in weight. A significant length – body mass relationship was found ($r^2 = 0.964$; $P < 0.001$, $n = 33$). With this regression, body mass can be estimated with a given length and vice versa for Neotropical otters. Theoretical growth was developed for pups by each sex. The relationships found between size and age and between body mass and age, have the utility to predict body mass, size and approximate age of the pups that happen to be found abandoned, or of any other age class individual that are taken to a zoo for their care.

Key words: Body mass, growth, *Lontra longicaudis*, Neotropical otter, size.

Resumen

La nutria neotropical es una especie de tamaño mediano a grande, los machos adultos presentaron una longitud media de 142 ± 11 cm (intervalo: 130 – 162 cm, $n = 9$), con una masa corporal media de 16 ± 5 kg (intervalo: 10 – 24 kg, $n = 9$); las hembras adultas presentaron una longitud media de 116 ± 9 cm (intervalo: 109 – 127 cm, $n = 4$) y una masa corporal media de 13 ± 2 kg (intervalo: 10 – 15 kg, $n = 4$). Se realizó una curva de crecimiento empleando datos de talla-masa corporal respecto a la edad, de 24 individuos (algunos individuos fueron medidos a diferentes edades, por lo que el

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Unidad Guaymas. Laboratorio de Ecofisiología. Carretera a Varadero Nacional km 6.6. Las Playitas, Guaymas, Sonora, México 85480. E-mail: jpgallo@ciad.mx (JPGR)

²Instituto de Ecología, A.C. Antigua Carretera a Coatepec No. 351, El Haya. Xalapa, Veracruz, México 91070. E-mails: macsanch@yahoo.com (SMS), alberto.gonzalez@inecol.edu.mx (AGR)

³Asociación Territorios Vivos México A. C. Traviata Mz-10, Lt-1. Lomas Hidalgo, Tlalpan, Distrito Federal, México 14240. E-mail: lunita16ab@yahoo.com.mx (EAN)

*Corresponding author

tamaño de muestra es mayor a diferentes edades). El individuo con la talla más grande correspondió a un macho adulto del Río Pinela, Guerrero, con una longitud total de 162 cm y 24 kg de masa corporal, acercándose a las medidas reportadas para la nutria del Amazonas (*Pteronura brasiliensis*) que es de 141 a 163 cm de longitud y de 24 a 28.8 kg de masa corporal. La relación entre la longitud y la masa fue significativa ($r^2 = 0.964$; $P < 0.001$, $n = 33$). Con estos resultados, es posible estimar la masa corporal a una longitud total dada y viceversa para la nutria neotropical. Se obtuvo el crecimiento teórico de las crías por sexo. Las relaciones entre la longitud y la edad, y entre la masa corporal y la edad, tienen la utilidad de predecir la masa corporal, la longitud y la edad aproximada de las crías que se llegaran a encontrar abandonadas, o de otros individuos de cualquier clase de edad que sean llevados a los zoológicos para su cuidado.

Palabras clave: Crecimiento, *Lontra longicaudis*, nutria neotropical, masa corporal, talla.

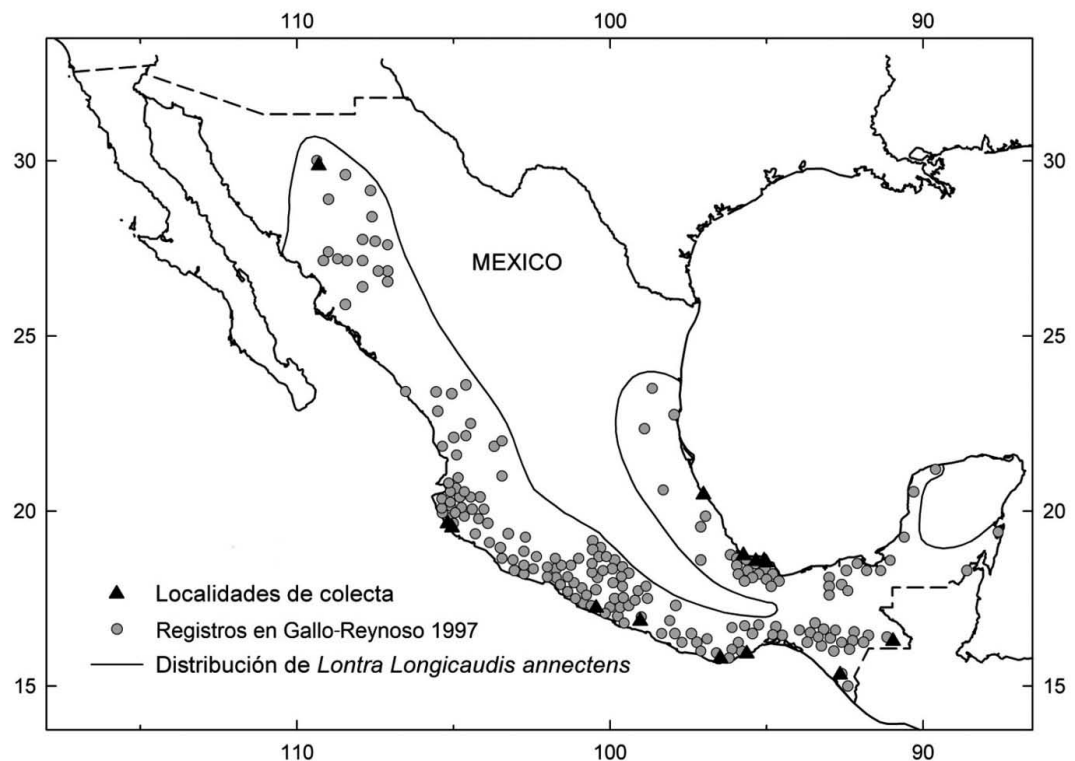
Introducción

La talla y la masa corporal son características alométricas inherentes a los individuos de una especie, son muy variables entre individuos, aun así, demuestran cómo los individuos de una especie en particular crecen en un lapso de tiempo dado (Peters 1983). Existen datos aislados sobre la longitud y la masa de algunos cachorros de nutrias neotropicales capturados como mascotas; de algunos juveniles y adultos de zoológicos y acuarios y una mínima cantidad de datos han sido obtenidos de la cacería furtiva (Gallo-Reynoso 1989). A la fecha no hay trabajos que presenten datos cuantitativos sobre el incremento en la talla o la masa por sexo de los individuos desde el nacimiento hasta la madurez de la nutria neotropical. Tampoco se han publicado series secuenciales sobre el crecimiento individual ya sea por sexo o por edad, o en general de la especie, por lo cual no se conocen las tallas máximas por sexo a la cual esta especie pueda crecer, esto tiene implicaciones ecológicas ya que el tamaño de un individuo puede ser reflejo de la calidad del hábitat en que vive, en cuanto a los recursos que este aprovecha del mismo; algunos de estos recursos pueden ser monopolizados en la forma de un territorio con cierta calidad (con características tales como aislamiento, abundancia de presas, protección, cobertura arbórea) y de esta manera maximizar el éxito reproductivo del individuo que mantiene dicho territorio.

La dificultad logística de realizar un monitoreo efectivo de las poblaciones silvestres de nutria neotropical, que incluyan la captura, el manejo y la liberación, para la toma de parámetros biológicos y fisiológicos, no ha permitido ampliar el conocimiento de esta especie en vida silvestre. Por lo anterior, no existe una descripción de las relaciones de la talla y la masa corporal con la edad y con el sexo de los individuos de vida silvestre. El objetivo de este trabajo fue el construir la relación teórica entre la longitud y la masa corporal; y las curvas de crecimiento teóricas para ambos sexos; así como describir la tendencia general del crecimiento corporal en esta especie, a partir de los registros disponibles de talla, masa y edad de individuos en cautiverio, cazados y, o registrados en la literatura. Con la finalidad de conocer cómo crecen los individuos de la especie; lo que servirá para estudios sobre su metabolismo, o bien, para estimar los diferentes estadios de crecimiento con base en la masa o la longitud de los individuos en cautiverio o capturados en la vida silvestre.

Material y Métodos

Se obtuvieron las medidas de 24 individuos para el presente estudio compuesto de 7 hembras (2 crías, 1 juvenil, 4 adultas), 13 machos (3 crías, 3 juveniles, 7 adultos). Tres individuos fueron medidos en más de una ocasión, desde crías hasta adultos y se usaron para describir el crecimiento en diferentes edades por sexo y en general para la especie, y cuatro individuos de sexo desconocido. Se analizaron las relaciones de talla y masa corporal por sexo, entre sexos y finalmente se construyeron las curvas teóricas del crecimiento de la especie por sexo y edad, mediante una integración de los diferentes individuos medidos y pesados, incluyendo registros cuyo sexo es desconocido y registros obtenidos de la literatura (Fig. 1; Tabla 1). Las medidas tomadas en más de una ocasión por una misma persona (para mantener el error muestral al mínimo) de tres diferentes individuos (v. gr. "Mitch", "Nutella", y "Ody") fueron utilizadas para describir el crecimiento.



Morfometría. Las medidas externas consideradas fueron: longitud total, de la punta de la nariz a la punta de la cola; masa corporal total, con diferentes tipos de básculas y su precisión (con básculas de campo y básculas digitales de acuarios, zoológicos, y laboratorios) y la edad (días, meses y años) de los individuos mantenidos en cautiverio. En cuanto a la edad, la excepción fue la cría del Río Tzendales, Chiapas (Fig. 2 a), cuya edad fue determinada de aproximadamente 15 días, por no tener abiertos aún los ojos tras 11 días de cautiverio. Lo anterior, basado en la comparación con las nutrias euroasiáticas que los abren entre los 30 y 35 días (Mason y Macdonald 1986) y las nutrias norteñas que los abren entre los 21 y 35 días (Toweill y Tabor 1984). Además de

su longitud total de 33.5 cm, similar a las crías de nutria euroasiática que miden 30 cm a los 16 días de nacidas (Reuther 1999).

Longitud (cm)	Masa corporal (kg)	Sexo	Fuente
162	24	Mad	Río Pinela, Guerrero (Gallo-Reynoso 1989)
144	20	Mad	Río Atoyac, Guerrero (Gallo-Reynoso 1989)
138	16.3	Mad	Zoológico de Chapultepec, Méx. D. F., Veracruz. (Gallo-Reynoso 1989)
134	13	Mad	Río Bavispe, Granados, Sonora (Gallo-Reynoso 1996)
138.5	15.8	Mad	San Miguel Pochutla, Oaxaca (Gallo-Reynoso 1989)
153	18	Mad	Sontecomapan, Veracruz (Gallo-Reynoso 1989)
130	10	Mad	2 km NW Francisco Villa, 20 m, Jalisco (IBUNAM) (Gallo-Reynoso 1989)
135.5	10.5	Mad	Casitas, Tecolutla, Veracruz. 9/11/1989 (A. González Romero)
127	15	Had	Zoomat Tuxtla Gutiérrez Chiapas. Costa de Oaxaca (Gallo-Reynoso 1989)
118	13	Had	Zoomat Tuxtla Gutiérrez Chiapas, Escuintla (Gallo-Reynoso 1989)
109	12.5	Had	Los Tuxtlas, Veracruz. Estación IBUNAM (Navarro 1982)
109	10.2	Had	Acuario de Veracruz (F. Vanoye, com. pers.)
136	14.8	?	Davis 1978
87.5	10.5	?	Davis 1978
101	14.8	?	Harris 1968
89	3.5	Mjuv	Río San Nicolás, Quemaro, Jalisco (EBCH-UNAM)
95	4.1	Mjuv	"Mitch" Sontecomapan, Veracruz
84	3.3	Hjuv	"Nutella" Alvarado, Veracruz
86	4	Hjuv	"Nutella" Alvarado, Veracruz
97.5	5	Hjuv	"Nutella" Alvarado, Veracruz
100	6.5	Hjuv	"Nutella" Alvarado, Veracruz
104.5	7	Hjuv	"Nutella" Alvarado, Veracruz
105	6.8	Hjuv	"Nutella" Alvarado, Veracruz
109	6.7	Mjuv	"Ody" Acuario Aragón, D.F. Guerrero 7/09/2004
110.2	6.5	Mjuv	"Ody" Acuario Aragón D.F. Guerrero 19/10/2004
112.5	7	Mjuv	"Ody" Acuario Aragón D.F. Guerrero 15/11/2004
114	8	Mjuv	Acuario de Veracruz (F. Vanoye, com. pers.)
33.5	0.32	Mc	Río Tzendales, Chiapas (IBUNAM) (Gallo-Reynoso 1989)
57	0.64	Mc	"Mitch" Sontecomapan, Veracruz
83	3.2	Hc	"Nutella" Alvarado, Veracruz
60	1.5	Hc	"Nutella" Alvarado, Veracruz
67	2	Hc	"Nutella" Alvarado, Veracruz
67.3	1.4	Mc	Tecolapa, Veracruz. (Navarro 1982)
69	2.1	Hc	"Nutella" Alvarado, Veracruz

Tabla 1. Longitud, masa corporal y sexo en la nutria neotropical ($n = 34$). Mad = Macho adulto; Had = Hembra adulta; Mjuv = Macho juvenil; Hjuv = Hembra juvenil; Mc = cría macho y Hc = cría hembra.

Individuos medidos en cautiverio. Los individuos medidos en cautiverio fueron: dos crías, un macho y una hembra de aproximadamente 1 mes y medio de edad, capturados en la localidad de Isla, Veracruz y posteriormente transportados a Tlacotalpan, Veracruz (Fig.

2 b). Dos hembras del Zoológico Miguel Álvarez del Toro (Zoomat) en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en octubre de 1987 (Fig. 2 c), previo a ser alimentadas en su encierro. Una de estas hembras era cría cuando fue capturada y se mantuvo como mascota en la costa de Oaxaca, se estimó una edad de tres años; con año y medio de cautiverio en el Zoomat. La otra hembra provenía del río Escuintla, Chiapas, capturada en vida silvestre a una edad estimada de dos años, con dos años y medio más en el Zoomat.

Figura 2. a) Cría de nutria neotropical de 10 días de edad proveniente del Río Tzendales, Chiapas. La cría aún no ha abierto los ojos, los incisivos y los caninos ya se encuentran extruidos. Notar la coloración amarillo-cremoso de los labios y la barbilla (Foto. J. P. Gallo-Reynoso). b) Cría hembra de aproximadamente mes y medio de edad proveniente de la localidad Islas, Veracruz. Notar el color chocolate de la piel y los labios y la barbilla amarillo-cremoso (Foto. E. Arellano-Nicolás). c) Hembra adulta de Chiapas. Zoológico Miguel Álvarez del Toro 1987 (Foto. J. P. Gallo-Reynoso).



Un macho adulto, de 12 años de edad en cautiverio, capturado como cría en el estado de Veracruz, sin localidad específica de captura, y medido y pesado en el Zoológico de Chapultepec (Ciudad de México) al morir en noviembre de 1986. Una hembra pesada y medida en la Estación de Biología Tropical, Los Tuxtlas, Veracruz del Instituto de Biología (UNAM) en 1987. Un macho de Sontecomapan, Veracruz (“Mitch”), medido y pesado como cría y después como adulto en 1988. Dos individuos, un macho y una hembra fueron medidos y pesados en el Acuario de Veracruz. Una cría hembra de Veracruz (“Nutella”) pesada y medida repetidamente durante su desarrollo. Finalmente una cría macho del estado de Guerrero (“Ody”) del Acuario San Juan de Aragón en la Ciudad de México.

Individuos de colecciones científicas. Las medidas tomadas de individuos cazados o muertos accidentalmente fueron siete y se encuentran depositados en diversas colecciones científicas (Colección Nacional de Mamíferos (CNMA); Estación Biológica de Chamela de la UNAM (EBCH-UNAM); Colección de Vertebrados del Centro de Investigación en

Alimentación y Desarrollo – Guaymas, CIAD, y entre paréntesis números de catálogo de cada colección): macho adulto del Río Pinela, Guerrero (CNMA 24562); macho adulto del río Atoyac, Guerrero (CNMA 24561); macho adulto del Río San Nicolás, Jalisco (EBCH-UNAM 442); macho adulto ca. Francisco Villa, Jalisco (CNMA 14544); macho adulto de Pochutla, Oaxaca (CIAD 061996); macho adulto enmallado en red de pesca del Río Bavispe, cerca de Granados, Sonora (CIAD 100595); y una cría macho de una semana de edad, medida y pesada después de ser recuperada de una crecida del Río Tzendales, Chiapas; después llevada a la Ciudad de México, en donde murió 11 días después (CNMA 26880; Gallo-Reynoso 1989).

Registros tomados de la literatura. Seis registros se obtuvieron de la literatura, uno de Harris (1968), dos de Davis (1978), un individuo del Río Tecolapa, Veracruz (Navarro 1982). Finalmente dos machos adultos registrados por Ceballos y Miranda (1986).

Análisis estadístico. Se emplearon las pruebas estadísticas de t-Student para conocer las diferencias significativas estadísticas entre las medias de las medidas obtenidas, y de regresión lineal, potencial y exponencial para describir las relaciones entre masa y longitud con un nivel de significancia del 99%. Se utilizó el paquete estadístico SigmaStat 3.3. y los programas para graficar Sigmaplot 8 y 10.

Resultados

La nutria neotropical es un mamífero de tamaño mediano a grande, el tamaño promedio de los machos adultos fue de 142 ± 11 cm (intervalo: 130 – 162 cm, $n = 9$), con una masa corporal promedio de 16 ± 5 kg (intervalo: 10 – 24 kg, $n = 9$). El tamaño promedio de las hembras adultas fue de 116 ± 9 cm (intervalo: 109 – 127 cm, $n = 4$), con una masa corporal promedio de 13 ± 2 kg (intervalo: 10 – 15 kg, $n = 4$; Tabla 1).

El tamaño promedio de los juveniles (machos y hembras) fue de 101 ± 10 cm (intervalo: 84-114 cm, $n = 12$), con una masa corporal promedio de 6 ± 2 kg (intervalo: 3 – 8 kg, $n = 12$). Las crías (machos y hembras combinados) presentaron un tamaño promedio de 65 ± 18 cm (intervalo: 34 – 95 cm, $n = 9$), y una masa corporal promedio de 2 ± 1 kg (intervalo: 0.3 – 4.1 kg, $n = 9$). El crecimiento de las crías hembra en cuanto a longitud y masa, presentaron una relación exponencial significativa. En cuanto a la longitud total y edad (en días), presentaron una relación potencial con un incremento promedio diario de 0.33 cm (Fig. 3). En cuanto a la masa corporal y la edad, presentaron una relación potencial con un incremento promedio diario de 22 gr (Fig. 4). El tamaño de muestra fue de dos crías, una de ellas medida 11 veces a diferentes tiempos (meses) y la otra fue medida una sola vez.

El crecimiento de las crías macho en cuanto a la longitud total y la masa corporal, presentaron una relación exponencial significativa. En cuanto al crecimiento de la longitud total y la edad, presentaron una relación potencial con un incremento promedio diario de 0.20 cm (Fig. 3). En cuanto al incremento de la masa corporal y la edad, presentaron una relación potencial con un incremento promedio diario de 13.6 gr (Fig. 4). El tamaño de muestra fue de nueve crías, compuesta con medidas tomadas a tres diferentes individuos de edad conocida (número de días) en diferentes etapas de su

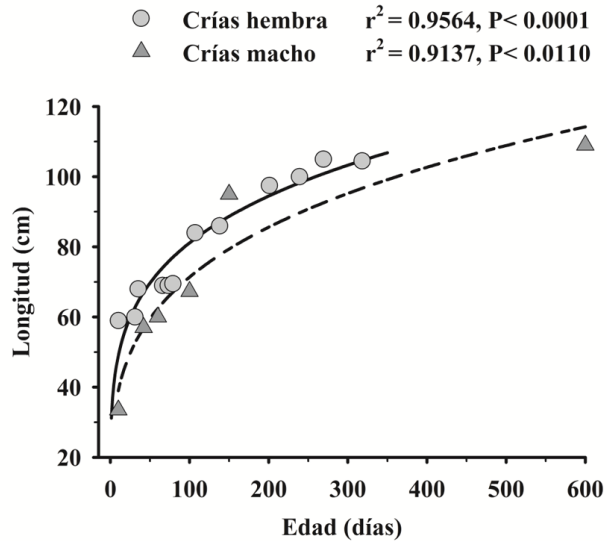


Figura 3. Crecimiento de las crías hembra y macho de nutria neotropical, longitud contra la edad.

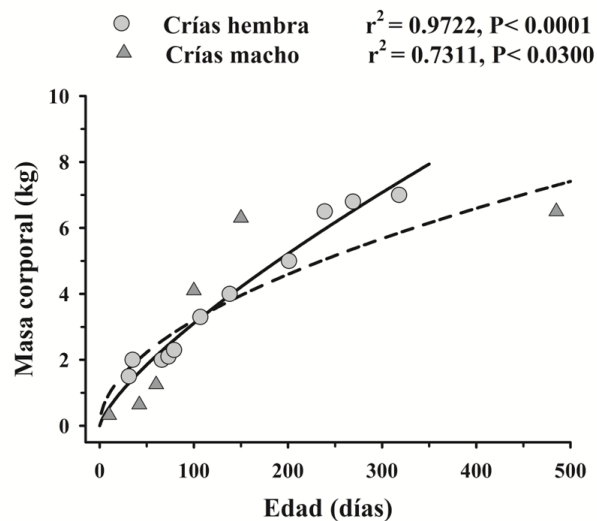


Figura 4. Crecimiento de las crías hembra y macho de nutria neotropical, masa corporal contra la edad.

crecimiento.

El crecimiento de las hembras desde los estadios de cría hasta la edad adulta presentó una relación potencial significativa (Fig. 5 y 6). Las nutrias hembras alcanzaron la talla máxima alrededor de los 30 meses de edad. Con respecto a los machos presentaron una relación potencial significativa en su crecimiento con respecto a la longitud y masa corporal (Fig. 5 y 6). Las nutrias macho alcanzaron la talla máxima alrededor de los 60 meses de edad, denotando la existencia de dimorfismo sexual con respecto a las hembras.

Aunque los datos sobre la relación longitud – masa corporal, son aún escasos, se encontró una regresión potencial significativa en el incremento de la longitud total y la masa corporal de individuos de diferentes edades y sexos ($r^2 = 0.964, P < 0.0001, n = 34$), lo cual indica que las variables longitud y masa corporal se encuentran relacionadas tanto en hembras ($r^2 = 0.9375, P < 0.0001, n = 14$) como en machos ($r^2 = 0.9583, P <$

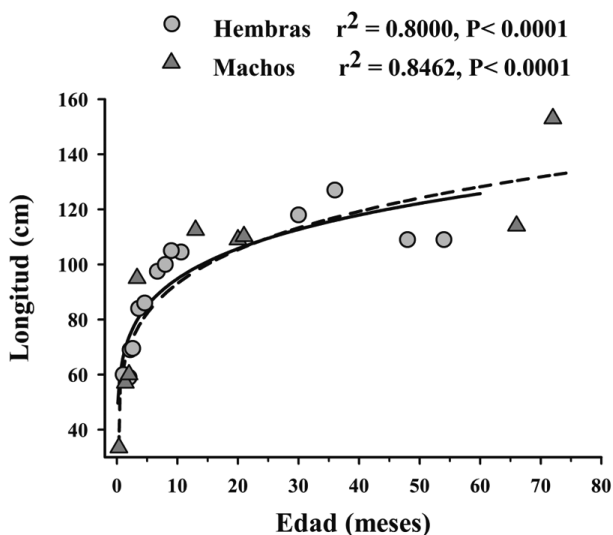


Figura 5. Crecimiento de las nutrias neotropicales hembra y macho desde crías hasta adultas en longitud.

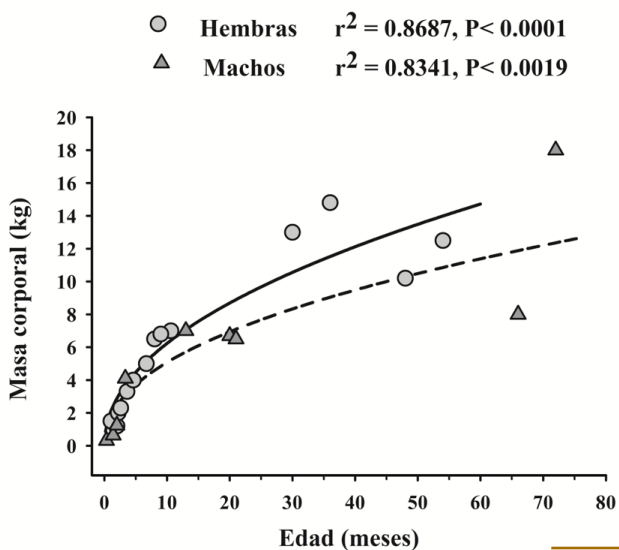


Figura 6. Crecimiento de las nutrias neotropicales hembra y macho desde crías hasta adultas en cuanto a masa corporal. Se encuentra una mayor variabilidad en la masa corporal que en la talla, lo que se puede explicar debido al grado de madurez sexual del individuo.

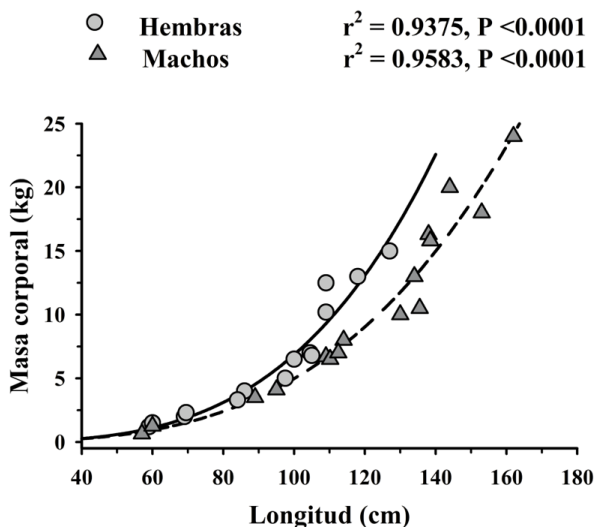


Figura 7. Relación entre la talla y la masa corporal de los individuos adultos hembras ($n = 14$) y machos ($n = 17$) de nutria neotropical.

0.0001, $n = 17$) (Fig. 7).

La relación encontrada en este trabajo entre la masa corporal y la longitud total con respecto a la categoría de edad de todos los individuos (Fig. 8) es significativa, así como la relación logarítmica de longitud y masa corporal para las nutrias neotropicales de ambos sexos y de todas las categorías de edad para todos los individuos ($r^2 = 0.9598$, $P < 0.0001$, $n = 33$; Fig. 9). Esta relación tiene la utilidad de predecir la masa corporal, la longitud y la edad aproximada de los individuos de nutria neotropical.

Figura 8. Incremento de la talla y la masa corporal para las nutrias neotropicales de ambos sexos y de todas las categorías de edad.

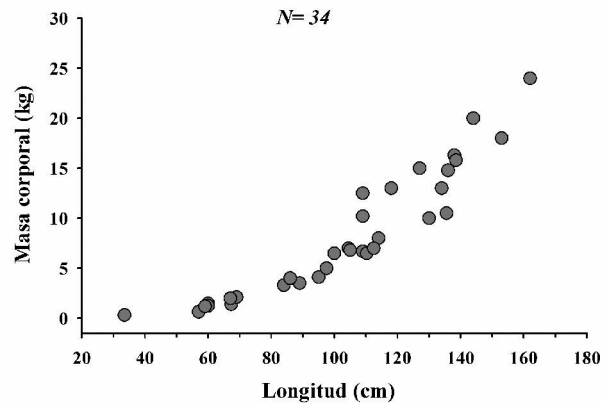
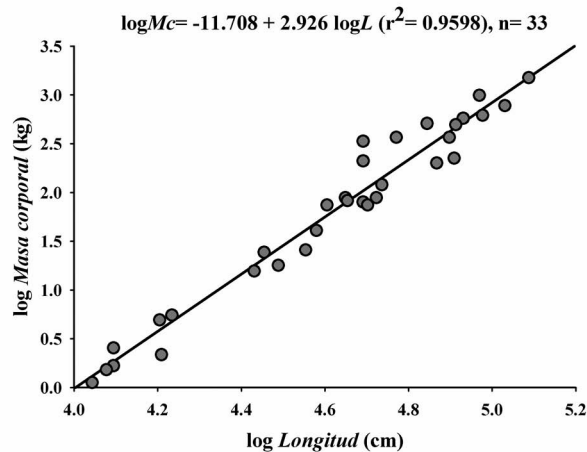


Figura 9. Relación logarítmica de talla y masa corporal para las nutrias neotropicales de ambos sexos y de todas las categorías de edad ($n = 33$).



Discusión

Es notorio que el individuo más grande, un macho obtenido del Río Pinela, estado de Guerrero, midió 162 cm de longitud total y pesó 24 kg (Gallo-Reynoso 1989). Estas medidas resultan ser similares a algunas medidas tomadas al lobito de río del Amazonas (*Pteronura brasiliensis*) de 141 cm de longitud y 24 kg de masa corporal (Harris 1968) y se acerca a la talla máxima de esa especie de 163 cm con 28.8 kg de masa corporal (Rosas et al. 2009). Este acercamiento a la talla de *Pteronura* se debe a la longitud de

la cola en la nutria neotropical que es muy larga. Otra gran diferencia radica en el tipo de vida que tienen ambas especies, los individuos de *Pteronura* viven en ríos grandes, en grupos familiares; mientras que en *L. longicaudis* los machos son individuos solitarios que viven en ríos de tamaño mediano a pequeño, con pozas grandes en las partes altas de las serranías cuyo flujo de agua es perenne, estas zonas son altamente ricas en recursos para las nutrias por lo que son muy importantes, debido a que sus recursos pueden ser monopolizados en la forma de un territorio (Gallo-Reynoso 1989)

Aun así otros individuos de nutria neotropical de Argentina y Uruguay, medidos por Redford y Eisenberg (1992) han sido de tamaño pequeño; el promedio de tres individuos de sexo y estado de madurez desconocido que midieron estos autores fue de 105 cm de longitud total con un intervalo de 89 – 120 cm, similar a la talla de las hembras medidas en este trabajo. Así mismo, las medidas de las hembras y de los juveniles son similares al promedio de la longitud de tres machos y tres hembras adultos de la nutria nortea *Lontra canadensis* (113 cm y 98 cm de longitud total, respectivamente) en Luisiana (Lariviere y Walton 1998). Para los adultos de nutria neotropical, se ha reportado un intervalo de masa corporal de 5 a 15 kg el valor del intervalo bajo sería similar al de los individuos juveniles de este trabajo, mientras que el valor del intervalo alto se encuentra dentro de los valores encontrados para los adultos (Harris 1968). Promedios menores a 12 kg para esta especie fueron registrados por Eisenberg (1989) y Bertonatti y Parera (1994), comparando con nuestros datos, estos individuos corresponderían a juveniles y subadultos. Sin embargo, es importante mencionar que las diferencias en cuanto a talla y la masa corporal de los individuos mencionados, son debidas tanto a los diferentes estadios de desarrollo, como a la disponibilidad de alimento y las condiciones propias de los ecosistemas donde se encontraron.

La relación entre la masa corporal y la longitud total respecto a la edad de todos los individuos encontrada en este trabajo es significativa, así como la relación entre la longitud, la masa corporal y la edad para las crías hembra y macho, por lo que estas relaciones tienen la utilidad de predecir la masa corporal, la longitud y la edad aproximada de las crías que se encuentran abandonadas, o que sean llevadas a los zoológicos para su cuidado. Así como la masa corporal y la talla que deban tener los individuos adultos de la nutria neotropical que son ingresados en zoológicos, que se encuentren heridos o que son capturados en vida silvestre. Sería conveniente obtener un mayor número de medidas de diferentes individuos para construir una relación más precisa entre la longitud y la masa corporal, y entre éstas con la edad, las cuales fueron difíciles de desarrollar ya que se desconoce la edad de algunos de los individuos medidos. Finalmente, se recomienda, que los animales que actualmente están en cautiverio sean pesados y medidos mensualmente para obtener curvas de crecimiento, produciendo series del mismo individuo y así poder validar los resultados teóricos presentados en este trabajo y ajustar la utilidad del mismo.

Agradecimientos

Muchas son las personas que ayudaron en la conjunción de los datos a largo plazo que se analizaron en el presente trabajo. Agradecemos a los guías de campo: I. Lozano, E. Mayo, C. Moreno, R. Ramírez, J. Vélez. A los colegas investigadores: A. Miranda, F. Soberón, J. Higareda, N. Maldonado y S. Martínez (Acuario de Aragón), F. Vanoye

(Acuario de Veracruz) y P. A. Reyes (Zoológico Ciudad de México). Finalmente, a J. Vargas Cuenca de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología UNAM por su ayuda con los datos de los ejemplares de la colección. Finalmente se agradece a los revisores anónimos que ayudaron a que este trabajo mejorara sustancialmente.

Literatura citada

- BERTONATTI, C., y A. PARERA. 1994.** Lobito de río. Revista Vida Silvestre, nuestro libro rojo. Fundación Vida Silvestre Argentina. Ficha No. 34.
- CEBALLOS, G., y A. MIRANDA. 1986.** Los Mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- DAVIS, J. A. 1978.** A classification of the otters. Pp 14-33 in Otters: Proceedings of the first working meeting of the otter specialist group (Duplaix, N. ed.). IUCN. Morges, Switzerland.
- EISENBERG, J. F. 1989.** Mammals of the Neotropics, the northern neotropics: Panama, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. The University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1989.** Distribución y estado actual de la nutria o perro de agua (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) en la Sierra Madre del Sur, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. Ciudad de México, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1996.** Distribution of the neotropical river otters (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) in the Río Yaqui, Sonora, México. IUCN Otter Specialists Group Bulletin 13:27-31.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1997.** Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. Revista Mexicana de Mastozoología 2:10-32.
- HARRIS, C. J. 1968.** Otters, a study of the recent Lutrinae. Weidenfeld and Nicholson. Londres, Inglaterra.
- LARIVIERE, S., y L. R. WALTON. 1998.** *Lontra canadensis*. Mammalian Species 587:1-8.
- MASON, C. F., y S. M. MACDONALD. 1986.** Otters, ecology and conservation. Cambridge University Press. Cambridge, EE.UU.
- NAVARRO, D. 1982.** Mamíferos de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. Ciudad de México, México.
- PETERS, R. H. 1983.** The ecological implications of body size. Cambridge University Press. Cambridge, EE.UU.
- REDFORD, K. H., y J. F. EISENBERG. 1992.** Mammals of the neotropics. Vol. II. The southern cone. University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- REUTHER, C. 1999.** Development of weight and length of eurasian otter (*Lutra lutra*) cubs. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 16:11-26.
- ROSAS, F. C. W., C. SOARES DA ROCHA, G. E. DE MATTOS, y S. M. LAZZARINI. 2009.** Body weight-length relationships in giant otters (*Pteronura brasiliensis*) (Carnivora, Mustelidae). Brazilian Archives of Biology and Technology 52:587-591.
- TOWELL, D. E., y J. E. TABOR. 1984.** The northern river otter *Lutra canadensis* (Schreber). Pp 688-703 in Wild mammals of North America (Chapman, J. A., y G. A. Feldhamer, eds.). Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.

Sometido: 23 de mayo de 2013

Revisado: 17 de julio de 2013

Aceptado: 31 de julio de 2013

Editor asociado: Consuelo Lorenzo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Ecología de la nutria (*Lontra longicaudis*) en el municipio de Temascaltepec, estado de México: estudio de caso

Jimena J. Guerrero-Flores ^{1*}, Samuel Macías-Sánchez ²,
Víctor Mundo-Hernández³ y Fernando Méndez-Sánchez³

Abstract

The neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) is one of the least studied otter species, which makes it priority to conduct research on its ecology in order to identify key areas for the species conservation. The knowledge of otter ecology in Mexico has increased thanks to studies conducted by numerous researchers. However, very little is known about the ecology of the species in the State of Mexico, where habitat conditions might be less than ideal because of heavy anthropogenic disturbances. Given this scenario, the ultimate aim of this study is to present recent findings on the ecology of *L. Longicaudis* in Temascaltepec, State of Mexico. Key findings from studies conducted in the area between 2003 and 2007; include a strong association between otter density and specific riparian habitat characteristics, otter diet largely based on an invasive species and the existence of a striking otter-human conflict which could jeopardize the survival of the species in the area.

Key words: carnivore, ecology, Estado de México, *Lontra longicaudis*, Temascaltepec.

Resumen

La nutria Neotropical (*Lontra longicaudis*) es una de las especies de las que se tiene menos información, por lo que es prioritario realizar estudios que aporten conocimiento acerca de su ecología y así proponer acciones para su conservación. Actualmente, éste conocimiento se está incrementando en nuestro país gracias a los estudios realizados por diversos investigadores. Sin embargo, existen zonas muy poco estudiadas, como es el caso del Estado de México, donde el hábitat de la especie presenta severas alteraciones antropogénicas. Dada esta situación, el presente estudio tiene como objetivo principal el dar a conocer hallazgos recientes en cuanto a la ecología de *L. longicaudis* en Temascaltepec, Estado de México. Dentro de los hallazgos clave, obtenidos de estudios realizados entre 2003 y 2007, se encuentran la existencia de una fuerte asociación entre la densidad de nutrias y características del hábitat ripario, dieta basada casi exclusivamente en una especie invasora y la existencia de un fuerte conflicto nutria-

¹Institute of Biodiversity, Animal Health and Comparative Medicine, University of Glasgow. University Avenue, Glasgow, United Kingdom G128QQ. E-mail: j.guerrero-flores.1@research.gla.ac.uk (JJGF)

² Instituto de Ecología A. C. Antigua carretera a Coatepec No. 351, El Haya. Xalapa, Veracruz, México 91070. E-mail: macsanch@yahoo.com (SMS)

³ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario No. 100, Col. Centro 50000. Toluca, Estado de México, México. E-mails: chirolirosensey@yahoo.com.mx (VMH), fms@uaemex.mx (FMS)

*Corresponding author

hombre, que podría poner en peligro la supervivencia de la especie en el área.

Palabras clave: carnívora, ecología, Estado de México, *Lontra longicaudis*, Temascaltepec.

Introducción

A nivel mundial, las nutrias son especies que despiertan un gran interés y curiosidad al hombre. Diversos estudios han encontrado que la población en general las considera carismáticas (Gallo-Reynoso 1997; Macías-Sánchez 2003; Kruuk 2006; Guerrero-Flores 2007) y el hecho de que sea así, representa ventajas ya que la participación pública en esfuerzos para la conservación de éstos organismos puede facilitarse, además de que su asociación natural a los humedales implica que dichos esfuerzos resultarían en la conservación de hábitats enteros (actualmente amenazados) y en consecuencia la de muchas otras especies.

En México, la nutria Neotropical, *Lontra longicaudis* es la especie de más amplia distribución y se encuentra catalogada como especie amenazada (NOM059-SEMARNAT-2010). A nivel internacional, esta clasificada como especie deficiente en datos (Waldemarin y Alvares 2008). A pesar de esto, es una de las especies de nutria de las que se tiene menos información, por lo que se considera prioritario realizar estudios que aporten información acerca de su ecología que permita tener las herramientas para proponer áreas prioritarias para su conservación (Gallo-Reynoso 1989; Waldemarin 2004; Kruuk 2006).

Actualmente el conocimiento acerca de la ecología de *L. longicaudis* en México se ha incrementado gracias a los esfuerzos realizados por diversos investigadores (Simón 2003). Sin embargo, en el Estado de México este conocimiento es escaso y hasta hace poco tiempo, limitado a la descripción de la distribución de la especie dentro del mismo. Específicamente, la presencia de la especie ha sido reportada en localidades de los municipios de Coacalco, Ixtapan de la Sal, Otzoloapán, Tejupilco, Temascaltepec, Valle de Bravo, Villa Guerrero y Zacazonapan (Gallo-Reynoso 1997; Fig. 1).

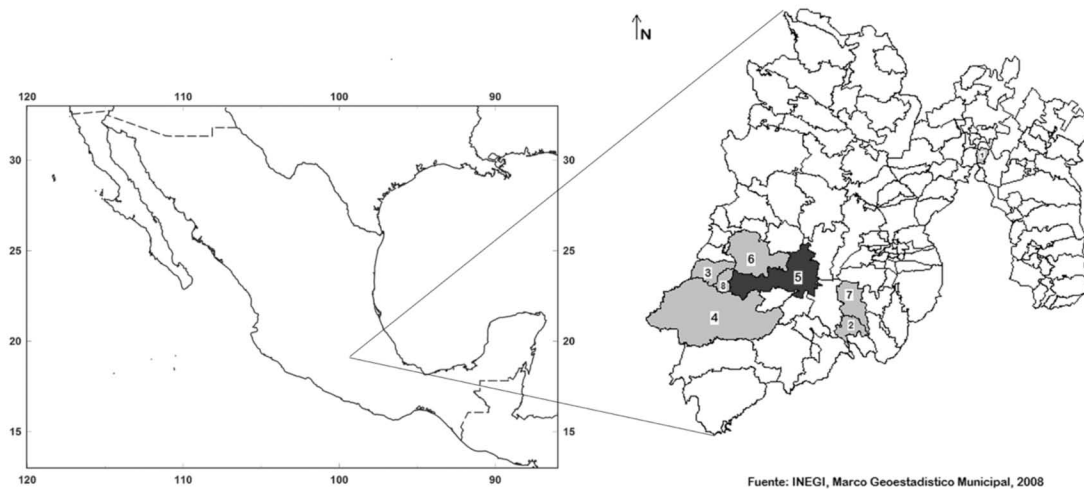


Figura 1. Muestra la ubicación del área de estudio, municipio de Temascaltepec (5), así como los municipios donde se ha registrado a *Lontra longicaudis* en trabajos anteriores: Coacalco (1), Ixtapan de la Sal (2), Otzoloapán (3), Tejupilco (4), Temascaltepec (5), Valle de Bravo (6), Villa Guerrero (7) y Zacazonapan (8).

En el presente trabajo se muestran los resultados de estudios realizados por nosotros entre 2004 y 2007, así como los datos obtenidos de una revisión bibliográfica de trabajos que han sido realizados en el área de estudio, con la finalidad de realizar un análisis

de la situación de la nutria y dar a conocer los avances en el estudio de la ecología de *L. longicaudis* en el Estado de México, tomando como área de estudio el municipio de Temascaltepec. Dentro de este municipio, se practican de manera intensiva actividades económicas como la piscicultura, agricultura, ganadería, y minería (Borboa 1999).

Todas estas actividades tienen un alto impacto en el hábitat ripario y se sabe que ponen en peligro la supervivencia de las nutrias (Mason 1995; Kruuk 2006). En este estudio, investigamos de que manera las anteriores actividades, así como las características naturales del ambiente ripario de la zona de estudio afectan la densidad poblacional de las nutrias.

Material y Métodos

El municipio de Temascaltepec, se encuentra en la zona geográfica sur del Estado de México (Fig. 1). En cuanto a su ubicación, las coordenadas extremas son: Latitud norte, 18.9786° N a 19.2316° N y longitud oeste, -99.8138° W a -100.2388° W. Pertenece a la provincia geológica denominada Sierra Madre del Sur y más concretamente, a la subprovincia conocida como Cuenca del Río Balsas; los niveles de terreno van de 1,420 a 3,080 metros sobre el nivel del mar (Borboa 1999).

El clima en el territorio de Temascaltepec se presentan dos zonas climáticas, templada subhúmeda al norte y al este y semiárida subhúmeda al sur y al oeste. El clima que caracteriza a la zona de estudio es semicálido subhúmedo con lluvias en verano (ACw2). La temperatura media anual varía entre los 18 y 22 °C. La máxima se registra en los meses de abril y mayo, en un intervalo de 25 a 26 °C; la mínima en diciembre y enero, va de los 16 a los 17 °C. La precipitación pluvial media anual se encuentra entre los 800 y 1,600 mm. Los meses con mayor registro de lluvias son agosto y septiembre (Borboa 1999).

Los ríos del municipio son afluentes del Río Cutzamala. Los ríos principales son: Verde, El Vado y Godínez. Los ríos El Vado y Verde, son perennes que se originan de los deshielos del volcán Xinantécatly al unirse a la altura de la cabecera municipal, forman una sola corriente que recibe el nombre de Río Temascaltepec que aguas abajo algunos autores denominan Río Grande. El Río Godínez nace en el paraje de este nombre, y después de recibir aguas de los manantiales La Albarrada y Telpintla, toma el nombre de Río Telpintla, y desemboca en el Río Temascaltepec.

La subcuenca del Río Temascaltepec, cubre una superficie de aproximadamente 1,224 km² y es irrigada por 24 afluentes, siendo el Río Temascaltepec el más importante. Éste río continúa su cauce y a la altura de la comunidad El Tule se le incorporan los arroyos El Castillo, Las Anonas, La Laja, El Chilero y La Chía. Más adelante, a la altura de la localidad de Río Grande, se le incorporan los arroyos El Salto, El Ahogado, La Payaya, Los Sabinos, Mina de Fierro y El Chiquito. Finalmente, el Río Temascaltepec al unirse con el Río Tilostoc, forma el Río Cutzamala y desemboca en el Río Balsas (Borboa 1999; Simón 2003).

La información se muestra dividida en los siguientes apartados: distribución de la nutria dentro del área de estudio, dieta, descripción y evaluación del hábitat.

Distribución. Se realizó una revisión bibliográfica, para obtener información de los registros históricos y actuales de la especie en el estado, de esta manera se revisaron los

trabajos de Gallo-Reynoso (1986; 1989), Brito *et al.* (1998) y Simón (2003). También se realizaron salidas de campo entre los años 2004 y 2006 con la finalidad de obtener registros de la especie mediante rastros.

Gallo-Reynoso (1986) utilizó métodos indirectos (recolección e identificación de excretas) a fin de confirmar la presencia de la especie. El mismo autor, en 1989, vuelve a la localidad para continuar con el estudio de distribución. Posteriormente, Brito *et al.* (1998), por medio de estaciones olfativas y recorridos (búsqueda de huellas), estudiaron la distribución de *L. longicaudis* sobre el cauce del Río Temascaltepec.

En el año de 2003, Simón, realizó un estudio sobre la distribución de la especie en diferentes cauces del área de estudio. Recorrió el Río Temascaltepec así como algunos afluentes, utilizando el método de transecto libre en busca de rastros de la especie tales como huellas, madrigueras, excrementos, y zonas de descanso. También aplicó entrevistas a los pobladores que habitaban en los márgenes de los cauces recorridos.

Finalmente, entre diciembre de 2004 y junio de 2006, realizamos salidas a tres ríos del municipio de Temascaltepec: El Vado, Telpintla y Temascaltepec. La distribución de la especie fue estudiada mediante cuestionarios aplicados a los habitantes del municipio y recorridos de longitud variable durante los que se llevó a cabo la búsqueda e identificación de rastros de la especie, principalmente excrementos (Guerrero-Flores *et al.* 2006).

Dieta. Entre noviembre de 2004 y junio de 2006 se realizaron salidas a campo y se colectaron excrementos a lo largo de dos ríos de la zona de estudio: Río Grande (Continuación del Río Temascaltepec) y Río Telpintla. Se realizaron colectas durante las dos temporadas climáticas características de la zona: temporada de sequía (diciembre a mayo) y temporada lluviosa (junio a noviembre; Guerrero-Flores *et al.* 2005; Mundo-Hernández 2007).

Los resultados de la identificación de presas presentes en los excrementos se expresaron como frecuencia de ocurrencia (FO), para considerar la importancia de una especie con respecto a las demás se calculó el porcentaje de aparición (PA). También se calculó la amplitud del nicho trófico de la especie por medio del Índice de Levins (Krebs 1999) y la sobreposición de nicho trófico tanto entre temporadas climáticas como entre ríos por medio del índice de Pianka (Krebs 1999). Cuando se encontraron semillas en los excrementos, se realizaron pruebas de germinación de las mismas (Mundo-Hernández, 2007).

Descripción y Evaluación del hábitat. Para llevar a cabo la descripción del hábitat de *Lontra longicaudis* en Temascaltepec, Simón (2003) realizó una revisión bibliográfica y recorridos durante los cuales registro los tipos de vegetación dominante, sustrato y elevación del área, así como la profundidad, ancho y tipo de corrientes acuíferas habitadas por la especie. A la par, estableció cuatro puntos de muestreo (Arroyo Verde, Río Quelites, El Castillo y El Chilero) para analizar la calidad del agua con base en los siguientes parámetros: Coliformes fecales, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, sólidos suspendidos, presencia de detergentes y aspectos estéticos.

Posteriormente, para evaluar el hábitat de *L. longicaudis*, se realizaron recorridos en tres ríos de la zona de estudio: El Vado, Telpintla y Temascaltepec (Guerrero-

Flores 2007). Dentro de cada río se establecieron segmentos, en cada uno de ellos se obtuvo información acerca de diversas variables ambientales, específicamente área de cobertura vegetal riparia, parámetros físico-químicos del agua (sólidos totales disueltos, conductividad, temperatura, pH, oxígeno) y abundancia de trucha arcoíris (*Onchorhynchus mykiss*).

También se estimaron densidades de nutrias para cada río con base en el conteo de excretas y utilizando dos tasas de defecación (TD) que se han estimado para la especie hasta el momento; específicamente, tres excretas (Gallo-Reynoso 1996) y seis excretas (Macías-Sánchez 2003).

Los resultados obtenidos se analizaron en primera instancia, para buscar patrones que sugirieran diferencias entre los tres ríos con base a sus variables ambientales, para lo que se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). Posteriormente realizamos un análisis de funciones discriminantes (FC) para poner a prueba la hipótesis de que diferencias en las variables ambientales entre ríos estuvieran asociadas a las diferentes densidades de nutria estimadas (Guerrero-Flores 2007).

Resultados

Distribución. En el municipio de Temascaltepec Gallo-Reynoso (1986) registró a la especie en afluentes del Río Temascaltepec, este fue el primer registro para el municipio. Posteriormente, el mismo autor (1989) presentó un nuevo registro para el Río Temascaltepec, basado en la obtención de la piel de un organismo cazado en 1981. La presencia de la especie fue confirmada por Brito *et al.* (1998) en este río mediante la identificación de huellas.

Posteriormente, Simón (2003) encontró rastros de la especie a lo largo del Río Temascaltepec y sus afluentes los ríos Verde, Colorado y El Chilero, así como en los arroyos Confites y Quelites, registrando la presencia de nutria en altitudes desde 1,600 a 2,492 m. Finalmente, nosotros encontramos la presencia de la especie a lo largo del Río Temascaltepec, específicamente en las localidades de El Tule y Río Grande, además de un nuevo registro para el Río Telpintla. La presencia de la especie no fue confirmada en el Río El Vado, ya que en ningún momento se encontraron rastros que indicaran su presencia. Durante el estudio registramos la presencia de la especie a altitudes de entre 1,484 a 1,802 m (Guerrero-Flores 2007).

Dieta. Durante el primer estudio realizado (Guerrero-Flores *et al.* 2005) se colectaron 69 excrementos de *L. longicaudis* en la localidad de Telpintla. Observándose que el 100% de las muestras contenían restos de *Onchorhynchus mykiss*, sin registrarse otras especies presa.

Posteriormente en un estudio más extenso, de noviembre de 2004 a junio de 2006, se colectó un total de 157 excrementos en las dos localidades estudiadas (Mundo-Hernández 2007). En los que se identificaron cuatro grupos de presas: peces, anfibios, invertebrados y plantas. El grupo mejor representado fue el de los peces con un porcentaje de aparición de 91.8% en los excrementos, seguido por invertebrados 3.5%, anfibios 2.9% y plantas 1.7%.

Tanto en época de seca como de lluvias, el grupo de presa principal fue el de los peces, no se encontraron diferencias significativas en la dieta entre temporadas.

En cuanto a la variación espacial, en ambos ríos el grupo de mayor frecuencia de aparición fue el de los peces, sin embargo, en el Río Grande se registraron grupos de presas adicionales, contrario a lo que ocurrió en Telpintla, donde únicamente se registraron peces en la dieta. Los análisis mostraron que la dieta varía espacialmente.

Para la época seca el índice de Levins (estandarizado) fue de 0.03 y en la época de lluvias de 0. Entre ríos (considerando ambas estaciones) el índice de Levins para el Río Telpintla fue de 0 y para el Río Grande fue de 0.08. El solapamiento trófico entre estaciones fue de 1 y entre ríos de 0.99. En cuanto a las semillas encontradas en los excrementos, ninguna de ellas germinó.

Descripción y evaluación del hábitat. De acuerdo a los datos de Simón (2003) en la zona estudiada se encuentran tres tipos de vegetación, selva baja caducifolia, bosque de encino y encino-pino, el sustrato es rocoso de origen basáltico lo cual forma en los cauces un gran número de pozas, haciendo que los cauces sean muy accidentados, presentándose varias caídas de agua.

La profundidad de los ríos fue muy variable al igual que el ancho del cauce, encontrando rastros de nutria en ríos y arroyos de entre 2-20 m de ancho.

El análisis físico-químico de los ríos mostró una calidad variable entre estaciones de muestreo. Se registro la presencia de la especie en tres de las cuatro estaciones de muestreo: Río Verde, Río Quelites y Río Chilero. En estas tres localidades se encontraron coliformes fecales lo que indicó contaminación por descargas domésticas. Con respecto al pH, en estas tres estaciones presento valores cercanos a la neutralidad. La alcalinidad fue variable entre las estaciones de muestreo. El oxígeno disuelto y sólidos suspendidos mantuvieron niveles adecuados para la vida acuática de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT 1996). La estación arroyo El Castillo, mostró el pH más bajo (2.71), la alcalinidad fue alta con respecto a las otras estaciones, el oxígeno fue adecuado y no se encontró contaminación por descargas domésticas. Se presentaron los niveles más elevados de sólidos suspendidos, sin embargo éstos no rebasaron los niveles permisibles establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT 1996).

Se detectó presencia de detergentes en todas las estaciones de muestreo.

Como resultado de la evaluación del hábitat (Guerrero-Flores 2007), la densidad más alta estimada se obtuvo en el Río Temascaltepec, mientras que en el Río el Vado no se encontró ningún rastro que evidenciara su presencia (Tabla 1).

Río	TD = 3*	TD = 6**	Periodo
Temascaltepec	0.117/ 5km = 0.023/ km	0.058/ 5km = 0.011/ km	Abr-May 06
Telpintla	0.005/ 4k = 0.001/ km	0.002/ 4km = 0.0005/ km	Abr-Jun 06
El Vado	0	0	Mar 06-Jun 06

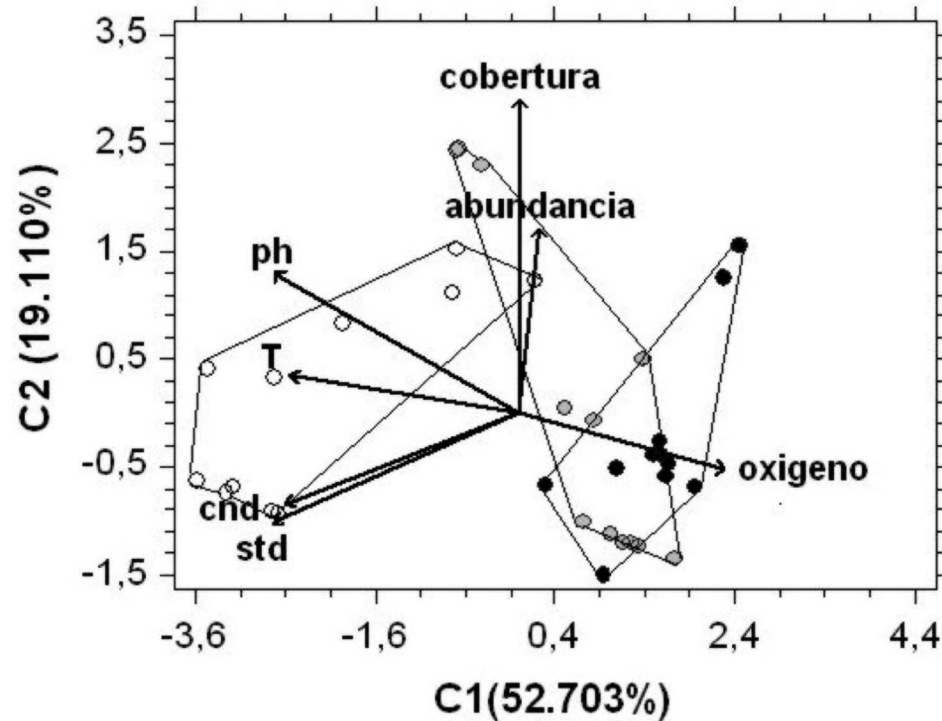
*Gallo-Reynoso (1996). **Macías-Sánchez (2003).

Tabla 1. Densidades estimadas de nutria neotropical para cada río, utilizando dos tasas de defecación de las nutrias.

Los resultados de ACP, mostraron que una importante fuente de variación entre los ríos son los parámetros físico-químicos. De esta manera, las variables ambientales

de manera conjunta, permitieron encontrar patrones que diferencian los ríos (Fig. 2). Específicamente en el Río El Vado se presentaron los niveles más bajos de oxígeno disuelto, así como los niveles más altos de los otros parámetros físico-químicos medidos. También se estimó la menor abundancia de truchas en éste río.

Figura 2. Grafica de análisis de Componentes principales (ACP). Se presentan vectores desde la intersección hacia cada una de las variables ambientales: oxígeno disuelto, temperatura (T), pH, sólidos totales disueltos (std), conductividad (cnd), abundancia de peces y cobertura vegetal. Cada punto simboliza un dato de la base original y considera simultáneamente valores de cada una de las variables ambientales ("N" dimensional). El grupo más compacto fue el del Río Temascaltepec, mientras que el más disperso fue el del Río Telpintla. La aportación de las variables, se incrementa en la dirección del vector. Río Temascaltepec, Río Telpintla y Río El Vado.



Adicionalmente, los análisis de funciones discriminantes (FC) sugirieron que las diferencias en variables ambientales entre ríos están relacionadas a las densidades de nutria estimadas para cada río. Las variables que se relacionaron mayormente con los niveles de densidad de nutrias son la abundancia de presas, temperatura del agua y oxígeno. Específicamente, en el río El Vado no se encontraron rastros que indicaran la presencia de la especie mientras que si se encontraron rastros que permitieron estimar densidades en los Ríos Grande y Telpintla (Guerrero-Flores 2007).

Discusión

Los datos indican que la presencia de la nutria en el municipio de Temascaltepec se mantiene constante y que no se trata de registros esporádicos. Coincidiendo siempre el registro de la especie en el Río Temascaltepec en los diversos estudios realizados y variando en cuanto a su presencia en los tributarios. Los individuos presentes en el estado y particularmente en el municipio de Temascaltepec, podrían estar relacionados con las poblaciones del Río Balsas en el Estado de Guerrero, ya que esta red hidrográfica se encuentra conectada con dicho río. Por otro lado, durante el desarrollo del estudio, varios pobladores de la región mencionaron haber observado hembras con crías, lo que da mayor importancia al área ya que se estaría hablando de la presencia de una población estable en la región o de una zona de crianza. A este respecto, se ha reportado que las hembras gestantes prefieren las partes altas de los ríos (ya sean las corrientes principales

o los tributarios) para cuidar a sus camadas debido a que estas zonas son más estables y seguras para las crías durante las temporadas de crecientes (Gallo-Reynoso 1989).

También podría tratarse de una zona de dispersión, en algunos casos las nutrias utilizan para cambiar de cuenca las zonas altas, porque es en estas en donde se encuentran más cercanas las cabeceras de los cauces y esto hace más fácil el movimiento de los individuos de una cuenca a otra (Gallo-Reynoso 1989 y 1997). Tal vez esta ruta explique la presencia de la especie en Valle de Bravo, el municipio más norteño de los municipios de la región suroeste del Estado de México, donde se ha registrado la presencia de nutrias.

La literatura reporta comúnmente la presencia de *L. longicaudis* en un intervalo altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 1,700 m. Sin embargo, es en nuestra zona de estudio donde se ha obtenido para el país uno de los registros a mayor altitud, 2,492 m (Simón 2003) seguido por el registro obtenido en Durango a los 2,200 m (Servín *et al.* 2003). Siendo superados estos registros por los obtenidos para Ecuador en el Lago Aucacocha a una elevación de 3,885 m donde se observaron dos individuos, así como huellas y restos de peces a la orilla del lago (Castro-Revelo y Zapata-Ríos 2001), esto último refuerza nuestra teoría acerca de que la limitante altitudinal para que la especie remonte los cauces es la disponibilidad de alimento.

En cuanto a la evaluación del hábitat, la menor abundancia de truchas fue estimada en El Río El Vado, posiblemente porque que las truchas para su adecuada reproducción y supervivencia, requieren altos niveles de oxígeno disuelto y temperaturas bajas, lo que no sucede dentro de éste río. De esta forma, las truchas son más abundantes en los ríos Telpintla y Temascaltepec precisamente porque éstos presentan parámetros físico-químicos más adecuados para ellas.

Por otro lado, el hecho de que no se encontraran rastros de nutrias en El Vado, mientras que si se encontraron rastros en los ríos Grande y Telpintla, podría deberse también a los parámetros físico-químicos, pues en los ríos donde éstos son adecuados para las truchas, éstas son más abundantes, lo que está relacionado directamente con la densidad de nutrias presentes en los ríos según los análisis de funciones discriminantes (Guerrero-Flores 2007).

En cuanto a las densidades estimadas, estas resultaron bajas en comparación con las obtenidas para esta especie en otras latitudes (Gil 2003) lo que puede deberse a que en esta región nos encontramos en el límite de su área de distribución hacia el centro del país (Aranda 2000; Gallo-Reynoso 2005) y las condiciones de hábitat podrían ser menos favorables que en el resto de su área de distribución, presentando el hábitat una menor capacidad de carga.

En cuanto a la alimentación de la nutria, en el área estudiada observamos similitudes con lo reportado en otros estudios en cuanto a grupos de presa consumidos como son peces, anfibios, pequeños invertebrados e incluso plantas, mostrando el aspecto generalista de la especie (Gallo-Reynoso 1989; Spínola y Vaughan 1995; Pardini 1998; Macías-Sánchez y Aranda 1999; Quadros y Monteiro-Filho 2000).

Se ha documentado en varias especies de nutrias el consumo de especies introducidas (Gallo-Reynoso 1989; Beja 1996) y el consumo de especies de la familia Salmonidae se ha registrado tanto para *L. longicaudis* como para otras especies (Gallo-Reynoso 1989; Carss *et al.* 1990; Hansen 2003). Sin embargo, el hecho de que la dieta este conformada

casi al 100% por una sola especie, como fue el caso de la trucha en el área de estudio, no se había observado anteriormente en *L. longicaudis*, presentándose un caso similar aunque no tan marcado en una población de *L. canadensis* en Yellowstone (Crait y Ben-David 2006). Al comparar los índices de amplitud del nicho trófico encontrados en el presente trabajo con los estudios realizados en otras zonas, se observa que si bien la especie ha sido descrita como generalista (Gallo-Reynoso, 1989); los índices de amplitud y sobreposición de nicho trófico (cerca de cero), estimados en Temascaltepec, parecieran indicar que se trata de un organismo especialista. Sin embargo, la presencia de más de una especie en la dieta, sugiere más bien una condición oportunista. Este tipo de comportamientos por parte de una especie, se relacionan directamente con las posibilidades que ésta tiene de depredar sobre una determinada presa, ya sea la facilidad de ésta para ser cazada, la biomasa que aporte o su abundancia en la zona (Lanski y Molnar 2003; Morales et al. 2004). Tomando esto en cuenta, sugerimos que en el caso de las nutrias en Temascaltepec, los patrones observados podrían indicar que la trucha, especie introducida, ha desplazado a las especies nativas y debido a que *L. longicaudis* presenta un amplio espectro alimenticio, aprovecha el recurso con mayor disponibilidad (Gallo-Reynoso 1997; Macías-Sánchez y Aranda 1999); adicionalmente, el aporte de biomasa de la trucha podría ser mayor al que proporcionan otras especies de presas presentes. Por esta razón, consideramos importante realizar estudios de abundancia y/o disponibilidad de presas en la zona de estudio.

La presencia de rastros de *L. longicaudis* en algunas zonas con claras alteraciones antropogénicas, tales como las descargas de drenajes a los cuerpos de agua, deforestación de las riberas y las descargas de una mina en uno de los afluentes, parecieran sugerir tolerancia por parte de la especie. Sin embargo, en la localidad de Telpintla, se registró un mayor número de rastros durante el año 2004 y posteriormente éstos disminuyeron considerablemente durante los muestreos del 2006. De acuerdo a nuestras observaciones, esto pudo deberse a un incremento en la turbidez del agua, propiciado aparentemente por las descargas de una granja de cerdos que fue establecida a la orilla del río posterior al primer muestreo. Este incremento en la turbidez, pudo dificultar la detección de presas, provocando que los organismos frecuentaran menos este río. De ser así, esto podría significar que en el área de estudio, la especie sí responde a alteraciones antropogénicas en su hábitat.

No obstante lo anterior, el municipio de Temascaltepec presentan condiciones ambientales que permiten la permanencia de la especie por lo que consideramos de vital importancia continuar con los estudios de la especie en esta región. Esto es relevante ya que además de tratarse de una especie considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) como especie amenazada (A), la región forma parte de un área natural protegida (ANP) con decreto federal, con la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales, Zona Protectora Forestal que considera los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, Estado de México (SEMARNAT 2005).

Finalmente, los estudios acerca de la especie en nuestro país se han realizado principalmente en ambientes tropicales, lo que marca una serie de condiciones que difieren del área de estudio en el Estado de México. Por esta razón, consideramos importante continuar con los estudios en la región, abordando preferentemente el

estado actual de la ictiofauna nativa, dinámica y genética de poblaciones de nutrias, con la finalidad de entender mejor el comportamiento de la población de nutrias en esta región. También se deberían implementar talleres de educación ambiental dirigidos a los pobladores de la región, ya que esta actividad contribuiría no solo a la conservación de la nutria si no a evitar una mayor afectación del ecosistema en general.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), así como al Instituto de Ecología A.C. (INECOL), por el apoyo logístico para este proyecto. Agradecemos las observaciones y sugerencias de: V. Sosa Fernández (INECOL), J. Manjarrez Silva, F. de J. Rodríguez Romero y U. Aguilera Reyes (UAEM) que enriquecieron este trabajo. Agradecemos a International Otter Survival Fund (IOSF) por el financiamiento otorgado para la realización del presente estudio. Agradecemos a la señora Catalina y familia (El Tule, Temascaltepec) por su apoyo para la realización del trabajo de campo. Agradecemos a Red Acción Ambiente A.C. por las facilidades y apoyo otorgados. Agradecemos especialmente a J. P. Gallo Reynoso por sus sugerencias y apoyo durante la realización del presente estudio y la oportunidad de contribuir al conocimiento de las nutrias en México.

Literatura citada

- ARANDA, M. 2000.** Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México.
- BEJA, P. R. 1996.** An analysis of otter *Lutra lutra* predation on introduced American crayfish *Procambarus clarkii* in Iberian streams. *Journal of Applied Ecology* 33:1156-1170.
- BORBOA, R. A. 1999.** Temascaltepec, Monografía Municipal. Tercera edición Instituto Mexiquense de Cultura. Toluca, México.
- BRITO, M. A, G. R. BOLAÑOS, Y E. N. BERNAL. 1998.** Distribución y abundancia de nutria (*Lutra longicaudis*) (Carnívora: Mustelidae) en el municipio de Temascaltepec, Estado de México. Memorias del IV Congreso Nacional de Mastozoología. Xalapa, Veracruz.
- CARSS, D. N., H. KRUK, Y J. W. H. CONROY. 1990.** Predation on adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., by otters, *Lutra lutra* (L.), within the River Dee system, Aberdeenshire, Scotland. The Fisheries Society of the British Isles.
- CASTRO-REVELO, I., Y G. ZAPATA-RÍOS. 2001.** New altitudinal record for *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae) in Ecuador. *Mammalia* 65:237-239.
- CITES. 2007.** Lista de especies CITES. Secretaría de la Conservación Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre. Commission Europe & joint Nature Conservation Committee. Ginebra, Suiza. <http://www.cites.org/eng/resources/species.html>
- CRAIT, J. R., Y M. BEN-DAVID. 2006.** River otters in Yellowstone lake depend on a declining cutthroat trout population. *Journal of Mammalogy* 87:485-494.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1986.** Otters in México. *Otters, Journal of the Otter Trust* 1:19-24.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1989.** Distribución y estado actual de la nutria o perro de agua (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) en la Sierra Madre del Sur, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

México.

- GALLO-REYNOSO, J. P. 1996.** Distribution of the Neotropical river otter (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) in the Rio Yaqui, Sonora, México. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 13:27-31
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1997.** Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. Revista Mexicana de Mastozoología 2:10-32.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 2005.** Nutria de río o perro de agua. Pp 374-376 in. Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva. Coord). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Fondo de Cultura Económica. México.
- GIL, C. G. 2003.** Densidades de lobito de río (*L. longicaudis*) en Las lagunas Galarza y Luna. Pp 343-347 in Fauna del Iberá. Mastofauna (Álvarez, B. B. Coord.). EUDENE. Corrientes, Argentina.
- GUERRERO-FLORES, J., V. MUNDO-HERNÁNDEZ, Y O. MONROY-VILCHIS. 2005.** Distribución y Dieta de *Lontra longicaudis* en Temascaltepec, Estado de México. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Zoología. Monterrey, México.
- GUERRERO-FLORES J., MACÍAS-SÁNCHEZ S., Y F. MÉNDEZ-SÁNCHEZ. 2006.** Distribución y densidad de nutria (*Lontra longicaudis*) en Temascaltepec, Estado de México. Memorias del VIII Congreso Nacional de Mastozoología. Zacatecas, México.
- GUERRERO-FLORES J. 2007.** Evaluación del hábitat de la nutria *Lontra longicaudis* en tres ríos de Temascaltepec, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México.
- HANSEN, H. 2003.** Food habits of the North American river otter (*Lontra canadensis*). The River Otter Journal XLL (II):1-2.
- KREBS, C. J. 1999.** Ecological methodology. Second Edition. Addison Wesley Longman, Inc. Boston, EE.UU.
- KRUUK, H. 2006.** Otters: ecology, behaviour and conservation. Oxford University Press Inc. Nueva York, EE.UU.
- LANSKI, J., Y T. MOLNÁR. 2003.** Diet of otters living in three different habitats in Hungary. Folia Zoology Hungary 52:378–388.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S., Y M. ARANDA. 1999.** Análisis de la alimentación de la nutria *Lontra longicaudis* (Mammalia: Carnívora) en un sector del Río Los Pescados, Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 76:49-57.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S. 2003.** Evaluación de hábitat de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis* Olfers, 1818) en dos ríos de la zona centro del Estado de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz.
- MASON, F. 1995.** Habitat quality, water quality and otter distribution. Hystrix 7:195- 207
- MORALES, J. J., M. LIZANA, Y F. ACERA. 2004.** Ecología trófica de la nutria paleártica *Lutra lutra* en el río Francia (Cuenca del tajo Salamanca). Galemys 16:57-77.
- MUNDO-HERNÁNDEZ, V. 2007.** Determinación de la dieta de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en dos ríos del Municipio de Temascaltepec, Estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- PARDINI, R. 1998.** Feeding Ecology of the Neotropical River Otter *Lontra longicaudis* in an Atlantic Forest Stream, south-eastern Brazil. Journal of Zoology 245:385-391.

- QUADROS, J., Y E. L. A. MONTEIRO-FILHO. 2000.** Fruit occurrence in the diet of the Neotropical Otter, *Lontra longicaudis* in Southern Brazilian Atlantic Forest and its implications for seed dispersion. *Mastozoología Neotropical/Journal of Tropical Mammalogy* 7:33-36.
- SEMARNAT. 2010.** NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Jueves 30 de Diciembre de 2010.
- SEMARNAT. 2005.** Acuerdo por el que se determina como área natural protegida de competencia federal, con la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, Estado de México. Diario Oficial de la Federación (Segunda Sección). Jueves 23 de junio de 2005.
- SEMARNAT. 1996.** Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación. Lunes 6 de enero de 1997.
- SERVÍN, J., E. CHACÓN, N. ALONSO-PÉREZ, Y C. HUXLEX. 2003.** New records of mammals from Durango, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 48:136-138.
- SIMÓN, M. S. 2003.** Distribución y hábitat actual de la nutria (*Lontra longicaudis*) en la Subcuenca del río Temascaltepec, Estado de México. Tesina de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- SPÍNOLA, R. M. Y C. VAUGHAN. 1995.** Dieta de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en la estación biológica La Selva, Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:125-132.
- WALDEMARIN, H. F. 2004.** *Lontra longicaudis*. en: IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species.
- WALDEMARIN, H. F., Y R. ALVARES. 2008.** *Lontra longicaudis* in: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species.

Sometido: 20 de mayo de 2013

Revisado: 20 de julio de 2013

Aceptado: 2 de agosto de 2013

Editor asociado: Juan Pablo Gallo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Uso de hábitat y perspectivas de *Lontra longicaudis* en un área protegida de Tamaulipas, México

Piedad Esther Mayagoitia-González^{1*}, Alejandro Fierro-Cabo²,
Raul Valdez¹, Mark Andersen¹, David Cowley¹ y Robert Steiner³

Abstract

The habitat of the neotropical otter (*Lontra longicaudis*) at La Vega Escondida Protected Area (LVPA), located in southern Tamaulipas, is surrounded by an expanding urban landscape. Wetlands in this region are under an intense pressure due to several anthropogenic activities such as agriculture, livestock and commercial fisheries. The main goals of this study were to evaluate otter habitat within LVPA and determine human attitudes towards this species. Our data suggests canals were the most utilized habitat; the majority of otter evidence, which was comprised of scats were found in this habitat. Additionally, a high presence of logs and roots were recorded in canals (50% and 70% of canal transects). Responses from interviews indicate that the majority of the people had a positive attitude towards otters. Management recommendations include conservation strategies focused on highlighting both the ecological and cultural value of otters in this region.

Key words: anthropogenic activities, neotropical otter, otter evidences, urban landscape, wetlands.

Resumen

El hábitat de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en el Área Natural Protegida (ANP) La Vega Escondida, ubicada al sur de Tamaulipas, se encuentra rodeado de un paisaje urbano en expansión. Los humedales en esta región están sometidos a una intensa presión debido a diversas actividades antropogénicas tales como la agricultura, ganadería y pesca comercial, así como construcciones y rellenos en orillas de laguna y río. El presente estudio tuvo como objetivos principales la evaluación y uso de hábitat de la nutria dentro del ANP La Vega Escondida, así como determinar la actitud de la población humana hacia esta especie. Los resultados sugieren que los canales fueron el

¹Department of Fish, Wildlife and Conservation Ecology, New Mexico State University. 2980 South Espina, New Mexico USA 88003-8003. E-mail: pemg110@nmsu.edu (PEM-G), rvaldez@ad.nmsu.edu (RV), manderse@ad.nmsu.edu (MA), dcowley@ad.nmsu.edu (DC).

²Instituto de Investigación en Ingeniería, Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Tampico-Madero. Tamaulipas, México 89337. E-mail: fierro@utb.edu (AF-C).

³Department of Economics and Applied Statistics, New Mexico State University. 1320 East University Avenue, New Mexico, USA 88003-8001. E-mail: rsteiner@nmsu.edu (RE).

*Corresponding author

hábitat más utilizado, hallándose en este la mayoría de las evidencias. Se registró una alta presencia de troncos y raíces prominentes (50% y 70% de los transectos de canal). Las respuestas de los entrevistados indican que en general existe una actitud positiva hacia las nutrias. Las recomendaciones de manejo para esta área son estrategias de conservación orientadas a resaltar el valor tanto ecológico como cultural de las nutrias en esta región.

Palabras clave: actividades antropogénicas, humedales, nutria neotropical, paisaje urbano, rastros.

Introducción

La nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) se encuentra actualmente distribuida desde el norte de México hasta el norte de Argentina. En México, se encuentra en 22 de los 32 estados (Chéhebar 1990) en los ríos principales, lagunas, lagos, manglares, así como en presas y canales de irrigación (Gallo-Reynoso 1986). De igual manera habita en distintos ecosistemas tales como la selva tropical, selva baja y en regiones áridas (Gallo-Reynoso 1997; Macías-Sánchez 2003) y a distintas elevaciones, desde el nivel del mar hasta los 1,700 m (Chéhebar 1990). El río Tamesí, ubicado en el sur de Tamaulipas, es probablemente el límite norteño de su distribución en la costa del Golfo de México.

El hábitat de la nutria en ésta zona se halla impactado por las ciudades aledañas de Tampico, Madero y Altamira, que en conjunto tienen una población de más de 500,000 personas (INEGI 2009) y colindan con el sistema lagunar del sur de Tamaulipas.

Las poblaciones de nutria en México han sido severamente diezmadas debido a la caza furtiva, la remoción de la vegetación riparia que a su vez ocasiona erosión y la destrucción de hábitat. De igual manera, los residuos agrícolas, industriales y municipales contaminan los cuerpos de agua en los que ésta especie habita (Foster-Turley *et al.* 1990). Esta especie se encuentra en la lista roja de la Unión para la Conservación de la Naturaleza (IUCN; Waldemarin y Alvares 2008) y el gobierno mexicano la ha designado como especie amenazada por medio de la NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT 2010).

De acuerdo a la IUCN, la nutria neotropical es una especie deficiente de información (Waldemarin y Alvares 2008). No obstante, se han realizado investigaciones en distintas zonas de México. Gallo-Reynoso (1997) evaluó el estatus y la distribución de esta especie a nivel nacional. Se ha determinado la preferencia de hábitat en el centro-oeste de Chihuahua (Carrillo-Rubio y Lafón 2004) y una evaluación del hábitat en la zona centro de Veracruz (Macías-Sánchez 2003).

La búsqueda de rastros (excretas, huellas, comederos) y avistamientos en las orillas de cuerpos de agua ha sido empleada en diversos trabajos (Spínola-Parallada y Vaughan-Dickhaut, 1995; Díaz-Gallardo *et al.* 2007) para determinar la presencia de nutrias. En cuanto a la caracterización de hábitat de nutria, se han seleccionado variables tales como el diámetro, longitud y distancia a la línea del agua de troncos y rocas, cobertura vegetal y profundidad de los cuerpos de agua circundantes (Spínola-Parallada y Vaughan-Dickhaut 1995). Gallo-Reynoso (1997) y Macías-Sánchez (2003) realizaron entrevistas a los pobladores para detectar posibles conflictos nutria-humano.

Para la ciudad de Tampico, las nutrias poseen un valor tanto ecológico como cultural. En el idioma huasteco, la palabra "Tampico" significa "lugar de perros de agua" que

era la forma de referirse a las nutrias por los antiguos pobladores de esta región. Esta especie es tan significativa que en el escudo de éste municipio se encuentran dibujadas dos nutrias. En cuanto al valor ecológico, la nutria en esta región se ubica en la cima de la pirámide trófica del ecosistema de humedal, además de ser una especie altamente sensible a la contaminación de los cuerpos de agua, convirtiéndolo en un bioindicador (Parera 1996). En consecuencia, los objetivos de esta investigación fueron: 1) determinar el uso de hábitat de la nutria dentro del ANP La Vega Escondida realizando recorridos en busca de rastros de nutria (excretas, huellas y comederos) y avistamientos; 2) describir características del hábitat relacionados con la presencia de nutria. El área de estudio se clasificó en tres tipos de hábitat principal: canal, río y laguna, en los que se realizaron transectos; 3) determinar la biomasa y longitud de los peces como variable para la disponibilidad de alimento y 4) identificar la perspectiva de las personas que viven o visitan frecuentemente el área de estudio con respecto a las nutrias por medio de entrevistas.

Material y Métodos

Área de estudio. El estudio se realizó en el Área Natural Protegida (ANP) La Vega Escondida, ubicada al poniente de la ciudad de Tampico (Fig. 1). Los cuerpos de agua que comprenden esta reserva son los márgenes este y oeste del río Tamesí, las lagunas de la Escondida y El Corchal y la porción noroeste de la laguna del Chairel (Periódico Oficial 2003). La temperatura media anual es de 24 °C y la precipitación anual fluctúa entre los 400 y 800 mm. El ANP La Vega Escondida pertenece a la región fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo (Benke y Cushing 2005) y el tipo de vegetación es la selva baja caducifolia (INEGI 2010). La Vega Escondida fue declarada ANP por el gobierno municipal de Tampico en noviembre de 2003, quedando protegidas 2,217 hectáreas de hábitat terrestre y 2,400 hectáreas de humedales. Igualmente, 24 especies de animales y 4 de vegetales, se encuentran legalmente protegidas (Periódico Oficial 2003). Las actividades antropogénicas predominantes son la agricultura, la ganadería (Benke y Cushing 2005) y la pesca comercial (SAGARPA 2004). Los impactos provocados por la agricultura y la ganadería en esta área incluyen la remoción de la vegetación riparia y la contaminación de los cuerpos de agua por el uso de pesticidas y fertilizantes (García de León *et al.* 2005). Referente a la pesca, en los últimos 18 años se ha reportado un decremento en las poblaciones de interés comercial debido posiblemente al uso de artes y técnicas de captura prohibidas, tales como el arponeo y redes de enmalle no reglamentarias (SAGARPA 2004).

Entrevistas. Se realizaron un total de 84 entrevistas dentro del ANP La Vega Escondida de junio a agosto de 2008 utilizando una adaptación de los cuestionarios empleados por Gallo-Reynoso (1997) y Macías-Sánchez (2003). El grupo de entrevistados fue conformado por pobladores del ejido Isleta, ubicando dentro de la reserva, al igual que pescadores comerciales, deportivos y personas trabajando en la periferia de la reserva como: obreros, instructores de velleo, guardaparques y empleados de empresas circundantes. Cada entrevista consistió de 37 preguntas. Las entrevistas cubrieron diversos aspectos relacionados con la biología de la nutria como la percepción de los pobladores sobre el estado actual de esta especie, comportamiento y uso de hábitat.

Mediante estas entrevistas también se detectaron posibles conflictos nutria-humano y la actitud de los entrevistados hacia las nutrias. Otras preguntas realizadas fueron la edad, profesión y tiempo de vivir o visitar el ANP La Vega Escondida.

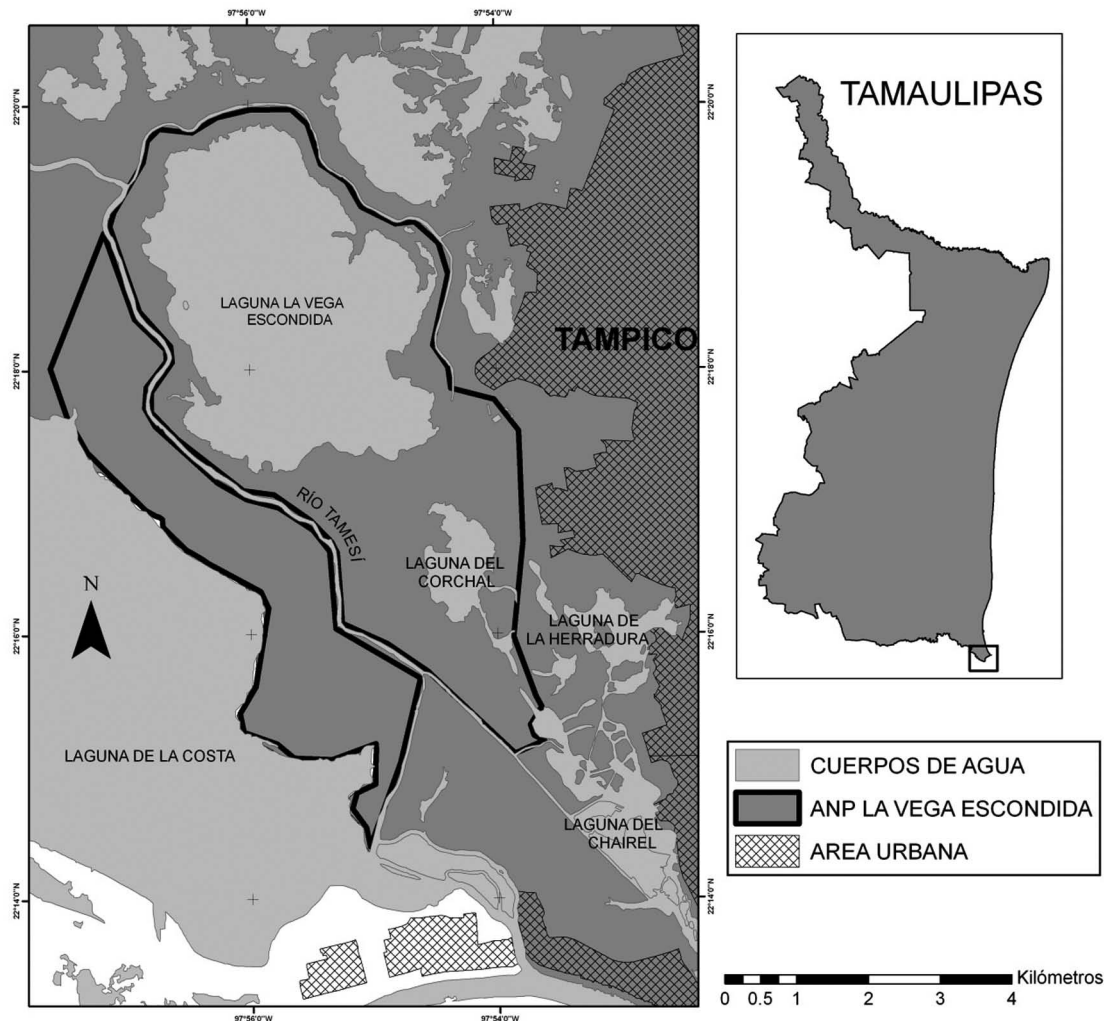


Figura 1. Delta del río Tamesí. El Área Natural Protegida La Vega Escondida, ubicada en Tampico, Tamaulipas, México, se encuentra dentro del contorno negro.

Uso de hábitat. De junio a agosto de 2008 y de febrero a agosto de 2009 se realizaron un total de 74 recorridos en busca de evidencias de nutria (excretas, huellas y comederos) y avistamientos (Carrillo-Rubio y Lafón 2004). La mayoría de los recorridos se llevaron a cabo en lancha debido al terreno constantemente inundado o a la densa vegetación espinosa en ciertas secciones del área de estudio. Éstos se realizaron en la orilla del río, canales y lagunas. Para todas las evidencias de nutria encontradas, se documentaron las coordenadas geográficas por medio de un GPS, fecha y localidad (Macías-Sánchez 2003).

Se registraron las características del sitio (rocas, troncos, palizada cobertura vegetal y la presencia de actividades antropogénicas) de manera similar a estudios realizados en Chihuahua (Carillo-Rubio 2002) y Costa Rica (Spínola-Parallada y Vaughan-Dickhaut 1995). Se prospectaron sitios conspicuos tales como rocas, troncos, raíces prominentes o estructuras artificiales en busca de excretas (Melquist y Hornocker 1979).

Evaluación de hábitat. Durante mayo de 2009 se evaluaron 28 transectos de 100 m de longitud en los sitios donde se hallaron previamente evidencias de nutria. Estos fueron usados como el centro de cada transecto. La zona de estudio se clasificó en tres tipos principales de hábitat: canales, río y lagunas. Para cada transecto se registró la fecha, hora y localidad y se tomaron cuatro fotografías, cada una a 25 m de distancia. Se evaluaron variables cuantitativas, así como, características del terreno y de la cobertura vegetal de orilla (Pardini y Trajano 1999; Carrillo-Rubio y Lafón 2004). La turbidez, la profundidad del agua a 5-10 m de distancia de la orilla y la altura del talud constituyeron las variables cuantitativas. Las actividades antropogénicas tales como construcciones, pesca, agricultura, ganadería y actividades de recreación conformaron las variables cualitativas. En las características del terreno se incluyeron rocas, raíces prominentes, playones de arena, grava, troncos y palizada. Respecto a la vegetación, ésta se clasificó en herbácea, arbustiva y leñosa. La descripción de la orilla se realizó mediante la evaluación espacial de las características del terreno, al igual que las actividades antropogénicas circundantes y la vegetación.

Disponibilidad de peces. Los muestreos de peces se llevaron a cabo durante el 2009 en dos fechas, el primero en temporada de estiaje (2-4 de junio), y el segundo en temporada de lluvias (4-6 agosto). Se empleó una red de 65 m x 2.5 m con tres distintas luces de malla (3.8, 5.1 y 6.4 cm) y una atarraya de 1.5 m de diámetro con 1.3 cm de luz de malla. Se seleccionaron un total de 20 sitios para el muestreo: 10 en hábitat de laguna, 6 en hábitat de río y 4 en hábitat de canal. En cada punto, la red fue extendida por 30 minutos y la atarraya fue lanzada 10 veces aleatoriamente. Se utilizó una balanza portátil para medir el peso y un ictiómetro para la longitud total de cada individuo, el cual fue identificado a nivel especie. Se calcularon la biomasa y la longitud de peces con modificaciones al método empleado por Macías-Sánchez (2003). Para todos los puntos se registraron la fecha y las coordenadas geográficas.

Análisis de datos. De las entrevistas, se seleccionaron 18 preguntas que aportaron la información más significativa. Se emplearon tablas de distribución para indicar el número de respuestas a cada pregunta y su porcentaje correspondiente.

Diez pares de preguntas fueron combinadas mediante la tabulación cruzada (“cross-tabulation”). Para cada par de preguntas, se construyeron hipótesis nulas y alternativas para detectar diferencias significativas mediante la prueba de exacta de Fisher.

Para el uso de hábitat se establecieron a posteriori 16 transectos dentro del área de estudio en las secciones previamente prospectadas para evidencias de nutria. La longitud de los transectos varió de 400 a 1,200 m, con un promedio de 1,640 m respectivamente. Esto debido a que ciertas secciones del área podían prospectarse ampliamente, mientras en las que otras secciones eran de menor extensión o el terreno presentaba irregularidades tales como zonas inundadas o vegetación cerrada. Se empleó un índice de abundancia de rastros para cada tipo de evidencia y en cada tipo de hábitat.

Los índices de abundancia de rastros se calcularon sumando el total de cada evidencia de nutria hallado por transecto, por hábitat y por temporada. Por último se dividió el número de evidencias de nutria halladas en cada transecto entre la longitud de dicho

transecto y entre el número de recorridos realizados en cada transecto por temporada.

Para la evaluación de hábitat, se calcularon los mínimos, máximos y medias de las variables cuantitativas (turbidez, profundidad de 5-10 m de distancia de la orilla y altura del talud). Para las variables cualitativas (actividades antropogénicas), las características del terreno (rocas, troncos, raíces prominentes, grava, playones de arena) y la cobertura vegetal se emplearon porcentajes. Estos se calcularon dividiendo el número de transectos por hábitat con la variable en cuestión, entre el número total de transectos del hábitat correspondiente. Respecto a la vegetación, ésta se clasificó en herbácea, arbustiva y leñosa y la cobertura se calculó utilizando cinco categorías: 0-20%, 21-40%, 41-60%, 61-80% y 81-100%.

En cuanto a la longitud y biomasa de peces, en cada punto de muestreo se clasificó el tipo de hábitat y se registró el número total de peces. Se establecieron tres categorías de longitud: de 0-20 cm, de 21-30 cm y de 31-50 cm. Se calculó el número total de peces por tipo de hábitat y de cada categoría de longitud para los dos muestreos (mayo y agosto). Posteriormente, se procedió a sumar el número de peces de los dos muestreos, clasificándolos con las categorías anteriormente mencionadas. Se utilizó la prueba de ji-cuadrada (χ^2) para detectar diferencias significativas entre el número total de peces en cada categoría de longitud y por hábitat. Para estandarizar el esfuerzo de muestreo realizado, se utilizó la captura por unidad de esfuerzo ("Count catch per unit effort," CPUE). La captura por unidad de esfuerzo para cada tipo de hábitat y categoría de longitud se obtuvo dividiendo el número total de peces de dicha longitud por el tipo de hábitat entre las horas de muestro del hábitat específico. Las horas de muestreo se calcularon dividiendo el número total de muestreos realizados en cada hábitat (20 en laguna, 12 en río y 8 en canal) por el tiempo de cada muestreo (30 min).

En consecuencia, el CPUE inicial fue calculado dividiendo el número total de peces entre 10 horas para laguna, 6 hr para río y 4 hr para canal. El CPUE empleado para el cálculo final en los tres tipos de hábitat fue de 6 horas.

Resultados

Entrevistas. Ochenta y tres personas (99%) confirmaron haber visto nutrias. La mayoría de los avistamientos fueron reportados en lagunas (69%), seguido por el río Tamesí (42%) y los canales (13%). Respecto a la frecuencia de avistamientos, 48 personas (57%) respondieron que estos ocurrían regularmente, y cerca del 50% afirmó que éstos ocurrían por semana. Sin embargo, 36 personas (43%) afirmaron que los avistamientos no ocurrían de manera regular.

Cincuenta y seis personas (67%) confirmaron que el último avistamiento de nutria había ocurrido en el intervalo de un mes de la fecha de la entrevista. El río Tamesí fue el sitio más frecuente de avistamientos ($n = 27$, 32%; $n =$ número de entrevistados), seguido por la Laguna del Chairel ($n = 22$, 26%). Treinta y nueve personas (46%) respondieron que las nutrias eran más comunes anteriormente, 27 (32%) afirmaron no notar diferencia alguna y 10 (12%) contestaron que actualmente se ve un mayor número de nutrias.

Treinta y un personas (37%) confirmaron haber tenido conflictos con nutrias, siendo la mayoría de estos (87%) el robo de peces y el rompimiento de redes.

La mayoría de los entrevistados viven el ejido "La Isleta", se dedican a la pesca comercial o trabajan en las periferias del ANP. Cerca del 80% reportaron visitar

diariamente el área de estudio. Cerca del 70% de los entrevistados ha vivido o visitado el área de estudio entre los últimos 16-60 años.

Los pescadores conformaron más del 70% de los entrevistados, la mayoría de ellos dedicados a la pesca comercial ($n = 47$, 56%), seguido por pesca de subsistencia ($n = 24$, 29%) y pesca deportiva ($n = 2$, 2%). Respecto a sitios para pescar, los más comunes fueron las lagunas (44%) y el río Tamesí (29%).

Setenta y cuatro entrevistados (88%) manifestaron estar a favor de un plan de conservación para las nutrias. Las dos razones más comunes fueron que las nutrias no hacen daño (24%) y que quedan pocas (23%). Otras personas expresaron que las nutrias son animales propios de la región (7%), que son un símbolo de Tampico (5%) y que son carismáticas (3%). Respecto a la edad, 43 años fue el promedio de los entrevistados.

La percepción de las personas respecto a si las nutrias eran más abundantes anteriormente dependió del tiempo que éstas han vivido o visitado el ANP La Vega Escondida [Tabla 1; $\chi^2 = 21.7$; grados de libertad (g. l.). 10; $P = 0.0167$; Prueba Exacta de Fisher = 0.0263]. Las personas que han estado por más de 15 años fueron más propensas a responder que las nutrias eran más abundantes anteriormente.

Tabla 1. Tabulación cruzada del número de entrevistados que respondieron a las preguntas "¿Cuándo se veían más nutrias?" y "tiempo de vivir o visitar el Área Natural Protegida La Vega Escondida," ubicada en Tampico, Tamaulipas, México.

¿Cuándo se veían más nutrias?	Tiempo de vivir o visitar el ANP La Vega Escondida					
	< 6 meses	1-15 años	16-30 años	31-45 años	46-60 años	>60 años
Anteriormente	0	5	11	11	8	3
Ahora	1	0	3	3	2	0
No ha cambiado	0	10	11	5	1	0

Los pescadores fueron el grupo con más conflictos con nutrias (Tabla 2; $\chi^2 = 11.92$; g. l. 4; $P = 0.0179$; Prueba Exacta de Fisher = 0.0033), al igual que las personas que han vivido o visitado el ANP La Vega Escondida por más de 30 años ($\chi^2 = 22.99$; d. f. 6; $P = 0.0008$; Prueba Exacta de Fisher = 0.0003).

Sin embargo, la mayoría de los entrevistados, incluyendo a los pescadores, expresaron una actitud positiva respecto a la conservación de las nutrias ($\chi^2 = 0.32$; d. f. 2; $P = 0.8480$; Prueba Exacta de Fisher = 1.000), al igual que gran parte de las personas que anteriormente tuvieron conflictos tales como rompimiento de redes y robo de peces por parte de las nutrias ($\chi^2 = 0.64$; d. f. 2; $P = 0.72$; Prueba Exacta de Fisher = 1.000).

Uso de hábitat. Durante la temporada de 2008, el índice de abundancia más alto de excretas (0.69) y comederos (1) se registró en los canales. No obstante, la mayor parte de los avistamientos (0.18) al igual que la totalidad de huellas (0.19) se registraron en el río. Para la temporada 2009, los índices más altos de excretas (3.09), avistamientos (0.25) y huellas (1.50) se registraron en canales. No se reportaron comederos en esta temporada (Tabla 3).

Evaluación de hábitat. Respecto a las variables cuantitativas, el promedio más alto para la profundidad del agua fue registrado en hábitat de río (0.43 m). El promedio más bajo para la turbidez fue registrado para los canales y las lagunas (0.30 m). De igual manera, el promedio más alto para altura del talud fue reportado en lagunas (1.20 m; Tabla 5).

En cuanto a las variables cualitativas, las actividades antropogénicas con mayor presencia fueron la agricultura y la ganadería para el río y los canales (90% y 87% de los transectos, respectivamente). Aunado a esto, en todos los transectos de laguna se registraron construcciones tales como casas, carreteras, puentes, torres eléctricas. En la mayor parte de estas construcciones se registró una escasa presencia de nutrias, excepto en los puentes. Esto se debe a que son sitios son frecuentados por pescadores, por lo que con frecuencia hay restos de peces y crustáceos. Las características del terreno con mayor presencia fueron raíces, troncos y palizada. Se registraron raíces en 93% de los transectos de río. Igualmente, en cerca del 70% de los transectos en los tres hábitats se hallaron troncos. La palizada tuvo una presencia alta en canales y lagunas (70% y 100%; Fig. 2). Sólo la vegetación herbácea obtuvo una cobertura de 80-100% en canales y lagunas (65% y 68% de los transectos).

¿Ha tenido problemas con nutrias?	Ocupación/Empleo				
	Pesca comercial	Pesca deportiva	Empleado	Estudiante	Ama de casa
Si	29	0	2	0	0
No	31	1	18	2	1

Tabla 2. Tabulación cruzada del número de entrevistados que respondieron a las preguntas “¿Ha tenido problemas con nutrias?” y “Ocupación o empleo,” en el Área Natural Protegida La Vega Escondida, ubicada en Tampico, Tamaulipas, México.

Disponibilidad de peces. No se encontraron diferencias significativas entre el tipo de hábitat y el número de peces por categoría de longitud para el número total de peces. Los valores más altos para el número total se registraron en las lagunas, seguido del río y los canales. Contrariamente, la CPUE (Count catch per unit effort) más alta fue obtenida en canales para peces de 0-20 cm. En una base de esfuerzo estandarizado (“effort-standardized basis”) en las lagunas se capturó una menor cantidad de peces que en el río y los canales. Las lagunas tuvieron una menor proporción de peces pequeños (0-20 cm), y una mayor proporción de peces medianos (21-20 cm) y grandes (31-50 cm) a comparación de los otros dos tipos de hábitat. Por último, se observó que tanto para el número total de peces como para el CPUE los valores más altos fueron para peces de 0-20 cm (Tabla 5).

Discusión

La información respecto a la percepción del estado actual de la población nutrias en el ANP La Vega Escondida es contrastante. Más del 50% de los entrevistados respondió que las nutrias se ven frecuentemente y el 67% reportó el último avistamiento a menos de un mes de la entrevista. Aunado a esto, la mayoría de los entrevistados frecuenta el área diariamente. Por lo tanto, el número de respuestas sugieren que actualmente la población de nutrias dentro del área de estudio no está sufriendo un impacto negativo. Sin embargo, la mayoría de las personas que han vivido o visitado el área de estudio por más de 15 años contestaron que anteriormente veían más nutrias. Las nutrias son animales sumamente escurridizos, por lo que los avistamientos por sí solos no son confiables para determinar el estatus poblacional (Melquist y Hornocker 1979). Si efectivamente la población de nutrias está disminuyendo, el decremento en las poblaciones de peces en estos humedales podría ser una causa (SAGARPA 2004). La información obtenida no es suficiente evidencia para afirmar que la población de nutrias en el ANP La Vega Escondida este decreciendo, a pesar de que ciertas respuestas así lo sugieran.

Las lagunas cumplen ciertos requerimientos de hábitat tales como una altura del talud favorable con respecto al nivel del agua y una densa cobertura de vegetación herbácea (> 60%). Con una altura favorable, se reduce el riesgo de que se inunde el terreno (Pardini y Trajano 1999). Esto es una variable significativa en el ANP La Vega Escondida, al estar situada en tierras bajas donde las inundaciones ocurren de manera regular. En cuanto a la vegetación herbácea, ésta es un componente importante de las madrigueras de nutria, ya que provee protección (Carrillo-Rubio y Lafón 2004). Por otra parte, en el río se registró una alta presencia de raíces, lo cual constituye otro elemento importante de las madrigueras (Pardini y Trajano 1999). Además, el río tiene la máxima profundidad del agua de 5-10 m de la orilla. Las nutrias del centro-oeste de Chihuahua muestran preferencia por pozas de 0.8-1 m de profundidad, debido a que hay una mayor cantidad de presas disponibles (Carrillo-Rubio y Lafón 2004). La información sugiere que ambos hábitats son áreas potenciales para refugio.

Tabla 3. Índice de abundancia de evidencias de nutria por hábitat y por temporada en el Área Natural Protegida La Vega Escondida, ubicada en Tampico, Tamaulipas, México.

Habitat	2008				2009			
	Excretas	Comederos	Avistamientos	Huellas	Excretas	Comederos	Avistamientos	Huellas
Canal	0.69	1	0	0	3.09	0	0.25	1.5
Río	0	0	0.18	0.19	2.89	0	0	0.21
Laguna	0.22	0	0.07	0	0.22	0	0	0.07

Un mayor número de evidencias, principalmente excretas se hallaron en canales durante las dos temporadas. Los troncos, seguidos de raíces fueron las características predominantes en este hábitat. Diversos estudios demuestran que los troncos se asocian con las letrinas de nutria (Spínola-Parallada y Vaughan-Dickhaut 1995; Swimley *et al.* 1998). Los resultados de esta investigación revelan que los canales fueron el hábitat más utilizado por las nutrias dentro del ANP La Vega Escondida, probablemente debido a una alta presencia de troncos, que son sitios donde estas tienden a dejar sus excretas.

Otra probable causa es que los canales, al tener menor extensión que el hábitat de río y laguna, no han sido sujetos al mismo nivel de impacto antropogénico (construcciones, ganadería, pesca). A pesar de que no hay suficiente información para determinar el impacto real de las actividades humanas dentro del área de estudio, la mayoría de los usuarios concentran su actividad en las lagunas y el río. En consecuencia, probablemente las nutrias se hallan en los canales debido a que es un hábitat menos perturbado.

Respecto a la biomasa y longitud de peces, los tres hábitats son sitios potenciales para la obtención de presas, ya que el mayor número de peces capturados fue en la categoría de 0-20 cm. Sin embargo, al estandarizar el esfuerzo de captura mediante CPUE, se observó una mayor cantidad de peces de 0-20 cm en los canales. En Dinamarca, se ha documentado una preferencia de la nutria eurasiática (*Lutra lutra*) por presas de 9-21 cm (Taastrøm y Jacobsen 1999). Igualmente, se ha reportado la preferencia de nutrias por cazar en áreas cubiertas con tulares en lugar de espacios abiertos (Lanszki *et al.* 2001). En este estudio, los canales, seguido del río son los sitios preferidos para cazar.

Respecto a los conflictos nutria-humano, la información sugiere que estos son eventos aislados y esporádicos, ya que sólo un 37% manifestó haber tenido conflictos con ellas. En general, las nutrias no son vistas como una especie problemática. La mayoría de los entrevistados mostraron una actitud positiva hacia un plan de conservación para las nutrias. Esta actitud positiva se detectó incluso en los pescadores, que fueron el

grupo más afectado por conflictos con nutrias. También se detectó cierta conciencia ecológica ya que al preguntar razones para proteger a las nutrias, la mayoría respondió que quedaban pocas y que estas son parte del entorno natural.

Variables cuantitativas						
	2008			2009		
	Profundidad 5-10 m de la orilla			Profundidad 5-10 m de la orilla		
	Canal	Río	Laguna	Canal	Río	Laguna
Min (m)	0.40	2.30	0.40	0	1.3	1.30
Max (m)	5.20	6.20	2.70	3.80	8.70	3.90
x (m)	2.11	3.98	1.30	2.20	3.33	2.16
	Altura del talud			Altura del talud		
	Canal	Río	Laguna	Canal	Río	Laguna
Min (m)	0	0.05	0.20	0	0.40	0.20
Max (m)	1.00	0.25	1.00	1.00	1.50	2.00
x (m)	2.11	3.98	1.30	2.20	3.33	2.16
	Turbidez			Turbidez		
	Canal	Río	Laguna	Canal	Río	Laguna
Min (m)	0.20	0.20	0.18	0	0.20	0.25
Max (m)	1.24	1.00	1.50	0.46	0.84	0.30
x (m)	0.48	0.13	0.55	0.47	0.79	1.20

Tabla 4. Mínimos, máximos y promedios de las variables cuantitativas (profundidad de 5-10 m de la orilla, altura del talud y turbidez) registrados en hábitat de canal, río y laguna durante el 2008 y 2009 dentro del Área Natural Protegida La Vega Escondida, ubicada en Tampico, Tamaulipas, México. Las unidades están expresadas en metros (m).

Conclusión

La perspectiva de los entrevistados respecto a las nutrias fue positiva, ya que la mayoría se mostró a favor de implementar un plan para su conservación. No obstante, no se ha clarificado el estatus de esta especie dentro del ANP La Vega Escondida. En consecuencia, el futuro de las nutrias permanece incierto, ya que su hábitat se halla impactado por la remoción de la vegetación riparia. De igual manera, las poblaciones de peces en este sistema lagunar han sufrido un decremento.

Las estrategias de conservación de esta especie deberán incluir un programa integral de manejo del ANP La Vega Escondida el cual resalte su importancia como humedal, enfocado a restaurar la vegetación riparia y utilizar a la nutria como emblema. Este estudio indica que las nutrias mostraron una mayor preferencia por marcar sitios con troncos y raíces. De igual manera, las nutrias mostraron cierta tolerancia a las actividades antropogénicas, ya que un gran número de evidencias se hallaron cerca de casas, en puentes y cerca de ganadería. Por lo tanto, el enfoque de conservación de la especie dentro del programa de manejo de la reserva podría ser el de “especie paraguas”. La eficiencia de esta estrategia puede incrementarse al incluir vínculos funcionales de dicha especie con otras especies del mismo ecosistema (Bifulchi y Lodé 2005).

Por otro lado, el río Tamesí es uno de los nuevos candidatos Ramsar para ser designado un humedal de importancia internacional, debido a que anualmente arriban más de 20,000 aves acuáticas. Aproximadamente el 3.6% de las aves que hibernan en México arriban al sistema lagunar del Río Tamesí (Pérez-Arteaga *et al.* 2002). Para las subregiones ambientales del Golfo de México, se ha sugerido el enfoque de ecosistema como herramienta de conservación, el cual explica como los altos niveles tróficos

persisten debido al transporte de nutrientes, sedimentos y materia orgánica (Yañez-Arancibia y Day 2004). Esto debería garantizar la protección del hábitat de la nutria en el área de estudio y sus alrededores.

La organización de talleres orientados a explicar la importancia de los humedales (Macías-Sánchez 2003) y de la nutria como su especie bioindicadora pueden ser otra exitosa herramienta de conservación. Debido a que las nutrias poseen un valor ecológico y cultural para la ciudad de Tampico, los esfuerzos locales de concientización deben situar a esta especie como una de máxima importancia para esta región. De igual manera, se deben de incluir tanto las perspectivas como las necesidades de los pobladores del área de estudio para obtener resultados favorables para la conservación de esta especie.

Tabla 5. Número total de peces y por captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por seis horas de muestreo en hábitat de laguna, río y canal dentro del Área Natural Protegida La Vega Escondida, ubicada en Tampico, Tamaulipas, México. Las categorías de longitud son de 0-20 cm, de 21-30 cm y de 31-50 cm.

Categoría de longitud	Canal		Río		Laguna	
	# de peces	CPUE	# de peces	CPUE	# de peces	CPUE
0-20 cm	55	82.5	70	70	116	69.6
21-30 cm	18	27	18	18	60	36
31-50 cm	2	3	4	4	13	7.8

Respecto la población de nutrias dentro del ANP, no hay datos contundentes para determinar su estado actual. Sin embargo, factores tales como la destrucción del hábitat, el decremento en la población de peces y la disminución de avistamientos de nutrias en años recientes, sugieren que la población de nutrias en el ANP La Vega Escondida ha sido impactada de manera negativa. Futuras investigaciones acerca de la densidad proporcionarán información significativa acerca del estatus, distribución y uso de hábitat. Se recomienda realizar análisis acerca de la alimentación de las nutrias en esta área, los cuales se han efectuado en otras partes de México (Macías-Sánchez y Aranda 1999) así como de la abundancia de presas potenciales además de peces. Por último, la implementación de radio-telemetría y análisis de ADN. A pesar de ser costosa, la radio-telemetría permite estudiar especies cuyos patrones de actividad son difíciles de observar. Aunado a esto, es posible reconocer individuos, identificar áreas clave y medir el rango hogareño (Johnson y Berkley 1999).

La pesca en los humedales costeros del Golfo de México tiene un alto impacto económico, ya que engloba el 30% de la pesca total del país (Yañez-Arancibia y Day 2004). En los pueblos costeros, constituye cerca del 80% de la economía local. Sin embargo, los recursos pesqueros del Golfo de México han sido sobreexplotados y los humedales se han degradado debido a la destrucción de hábitat, la expansión urbana y la construcción de canales. Es por ello que existe una urgente necesidad de un manejo integral de zonas costeras. La integración de los valores culturales, económicos y ecológicos, así como equilibrio entre la protección ambiental y el desarrollo económico, son la clave a un plan de manejo exitoso (Yañez-Arancibia y Day 2004). El cultivo de varias especies en vez del monocultivo ha resultado exitoso en términos de sostenibilidad en el alto río Lerma (Moctezuma-Malagón *et al.* 2008). Un plan de manejo similar, considerando la problemática ambiental y las necesidades de la población locales,

podría ser implementado dentro del ANP La Vega Escondida. Tampico es el primer destino turístico del estado de Tamaulipas.

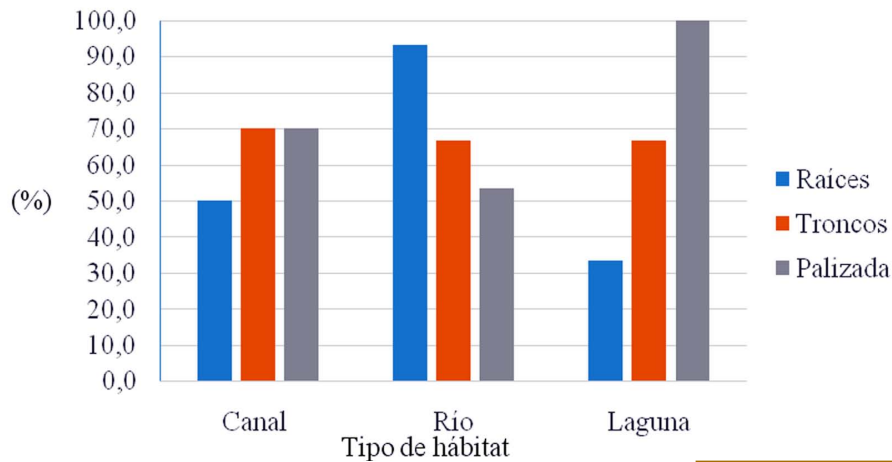


Figura 2. Porcentaje de transectos de los hábitats de canal, río y laguna con raíces, troncos y palizada dentro del Área Natural Protegida, La Vega Escondida, ubicada en Tampico, Tamaulipas, México.

No obstante, el sistema lagunario situado al noroeste de la ciudad no ha sido adecuadamente promocionado (Sánchez-Crispín y Propin-Frejomil 2005). El ANP La Vega Escondida posee potencial para realizar actividades ecoturísticas tales como paseos en lancha, avistamiento de fauna y kayak. Los esfuerzos deben ser orientados hacia la promoción de Tampico como un centro litoral turístico en vez de un destino de playa. El sistema lagunario sería incluido dentro de los elementos hídricos del área, resultando en una mayor diversidad de actividades ofrecidas a los turistas (Sanchez-Crispín y Propin-Frejomil 2005). En conclusión, la conservación de las nutrias en el ANP La Vega Escondida debe ser contemplada dentro de un plan de manejo integral, donde se incluya a la población humana local. Los beneficios ecológicos incluyen un hábitat viable para la nutria y la sensibilización por parte de la sociedad. Los beneficios socioeconómicos producto de este plan serán un incremento en la economía local y una mejor calidad de vida para la población local.

Agradecimientos

Agradecemos a T&E Inc. y al zoológico Gladys Porter de Brownsville, Texas, por su financiamiento durante las dos temporadas de campo. A R. Castro-Grajales y a E. Barragán-Sandoval por su asistencia de campo en las temporadas 2008 y 2009.

Literatura citada

- BENKE, A. C., Y C. E. CUSHING (EDS).** 2005. Rivers of North America. Elsevier Academic Press. Boston, EE.UU.
- BIFOLCHI, A., Y T. LODÉ.** 2005. Efficiency of conservation shortcuts: an investigation with otters as umbrella species. *Biological Conservation* 126:523-527.
- CARRILLO-RUBIO, E., Y A. LAFÓN.** 2004. Neotropical river otter micro-habitat preference in west-central Chihuahua, Mexico. *IUCN Otter Specialist Group* 21:8-11.
- CHÉHEBAR, C.** 1990. Action Plan for Latin American Otters. Pp. 64-73 in *Otters: an action plan for their conservation* (Foster-Turley, P. S., S. Macdonald, y C. Mason eds.). International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Suiza.

- DÍAZ-GALLARDO, N. L., L. I. IÑIGUEZ, Y E. SANTANA.** 2007. Ecología y conservación de la nutria (*Lontra longicaudis*) en la cuenca baja del río Ayuquila, Jalisco. Pp. 165-182 in Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos (Sánchez Rojas, G., y A. Rojas Martínez, eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, México.
- FOSTER-TURLEY, P., S. MACDONALD, Y C. MASON (EDS).** 1990. Otters: an action plan for their conservation. Kelvyn Press. Broadview, EE.UU.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1986. Otters in Mexico. *Journal of the Otter Trust* 1:19-24.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:10-32.
- GARCÍA DE LEÓN, F. J., D. GUTIÉRREZ-TIRADO, D. HENDRICKSON, Y H. ESPINOSA-PÉREZ.** 2005. Fish of the continental waters of Tamaulipas: Diversity and conservation status. Pp 136-166 in *Biodiversity, ecosystem, and conservation in Northern Mexico* (Cartron, J. L., G. Ceballos, y R. S. Felger, eds.). Oxford University Press. New York, EE.UU.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA).** 2009. Resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005 en http://www.inegi.org.mx/lib/olap/general_ver4/MDXQueryMT.asp?#Regreso&c=10401. Consultado el 3 de junio de 2010
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA).** 2010. Principales tipos de vegetación en <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/datosgeogra/vegfauna/vegetaci.cfm?s=geo&c=947>. Consultado el 3 de junio de 2010
- JOHNSON, S. A., Y K. A. BERKLEY.** 1999. Restoring river otters in Indiana. *Wildlife Society Bulletin* 27:419-427.
- LANSZKI, J., S. KÖRMENDI, C. HANCZ, Y T. G. MARTIN.** 2001. Examination of some factors affecting selection of fish prey by otters (*Lutra lutra*) living by eutrophic fish ponds. *Journal of Zoology, London* 255:97-103.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S., Y M. ARANDA.** 1999. Análisis de la alimentación de la nutria *Lontra longicaudis* (Mammalia: Carnivora) en un sector del río los Pescados, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 76:49-57.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S.** 2003. Evaluación del hábitat de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis* Olfers, 1818) en dos ríos de la zona centro del estado de Veracruz, México. Tesis de maestría. Maestría en manejo de fauna silvestre. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- MELQUIST, W. E., Y M. G. HORNOCKER.** 1979. Methods and techniques for studying and censusing river otter populations. Forest, Wildlife, and Range Experiment Station, Technical Report 8. University of Idaho. Moscow, EE.UU.
- MOCTEZUMA-MALAGÓN, A., C. E. GONZÁLEZ-ESQUIVEL, G. DE LA LANZA-ESPINO, Y C. GONZÁLEZ-REBELES ISLAS.** 2008. A methodology for evaluating the sustainability of inland wetland systems. *Aquaculture International* 16:525-537.
- PARDINI, R., Y E. TRAJANO.** 1999. Use of shelters by the neotropical otter (*Lontra longicaudis*) in an Atlantic forest stream, southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy* 80:600-610.
- PARERA, A.** 1996. Las "nutrias verdaderas" de la Argentina. *Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina* 21:1-37.

- PÉREZ-ARTEAGA, A., K. J. GASTON, Y M. KERSHAW.** 2002. Undesignated sites in Mexico qualifying as wetlands of international importance. *Biological Conservation* 107:47-57.
- PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE TAMAULIPAS.** 2003. Acuerdo municipal mediante el cual se declara Área Natural Protegida clasificada como zona especial sujeta a conservación ecológica al área denominada “La Vega Escondida” ubicada en el municipio de Tampico, Tamaulipas. Miércoles 12 de noviembre de 2003. Ciudad Victoria, México.
- SAGARPA.** 2004. Norma Oficial Mexicana NOM-033-PESC-2003, Pesca responsable en el sistema lagunar Champayán y Río Tamesí, incluyendo las lagunas Chairrel y La Escondida, ubicados en el Estado de Tamaulipas, especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. *Diario Oficial de la Federación*, Viernes 28 de mayo de 2004. Ciudad de México, México.
- SÁNCHEZ-CRISPÍN, A. ,Y E. PROPIN-FREJOMIL.** 2005. Potencial regional del turismo en la zona metropolitana de Tampico, México. *Cuadernos Geográficos*, Universidad de Granada 37:153-182.
- SEMARNAT.** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres -Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, Jueves 30 de diciembre de 2010. Ciudad de México, México.
- SPÍNOLA-PARALLADA, R. M., Y C. VAUGHAN-DICKHAUT.** 1995. Abundancia relativa y actividad de marcaje de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:38-45.
- SWIMLEY, T. J., T. L. SERFASS, R. P. BROOKS, Y W. M. TZILKOWSKI.** 1998. Predicting river otter latrine sites in Pennsylvania. *Wildlife Society Bulletin* 26:836-845.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., Y J. W. DAY.** 2004. Environmental sub-regions in the Gulf of Mexico coastal zone: the ecosystem approach as an integrated management tool. *Ocean and Coastal Management* 47:727-757.
- TAASTRØM, H. M., Y L. JACOBSEN.** 1998. The diet of otters (*Lutra lutra*) in Danish freshwater habitats: comparisons of prey fish populations. *Journal of Zoology*, London 248:1-13.
- WALDEMARIN, H. F., Y ALVARES, R.** 2008. *Lontra longicaudis*. in IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2010.1. en <http://www.iucnredlist.org/details/12304/0>. Consultado el 16 de mayo de 2010.

Sometido: 22 de mayo de 2013

Revisado: 25 de julio de 2013

Aceptado: 30 de Julio de 2013

Editor asociado: Juan Pablo Gallo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Registro fósil de la nutria neotropical en México

Joaquín Arroyo-Cabrales^{1*}, Oscar J. Polaco^{1,2} y Ana Fabiola Guzmán¹

Abstract

The scarce Mexican fossil record for the Neotropical otter *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae, Lutrini) is synthesized. The two available records, previously reported under different species name, are the only ones known from the Pleistocene of America. Also, three archaeological records suggest that this animal may have been known by the Prehispanic people in the country.

Keywords: Fossils, *Lontra longicaudis*, México, Neotropical otter, subfossils.

Resumen

Se sintetiza el escaso registro fósil que existe en México de la nutria neotropical *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae, Lutrini). Los dos registros proporcionados y publicados previamente bajo otro nombre, representan los únicos registros conocidos de la especie para el Pleistoceno del Continente Americano. Asimismo, se reportan tres registros procedentes de sitios arqueológicos, indicando que estos animales pudieron ser conocidos por la gente prehispánica en el país.

Palabras Clave: Fósiles, *Lontra longicaudis*, México, nutria neotropical, subfósiles.

Introducción

Actualmente se considera que las nutrias forman la subfamilia Lutrinae dentro de la diversa familia Mustelidae (Mammalia, Carnivora; Wilson y Reeder 2005); aunque otros autores (e. g. Baskin 1998) las han asignado a la subfamilia Melinae y, particularmente, a la Tribu Lutrini. Como la mayoría de los mustélidos, se ha propuesto que las nutrias se originaron en el Viejo Mundo y migraron al Continente Americano (Kurtén y Anderson 1980). Cuatro géneros extintos se han descrito para el Nuevo Mundo y proceden de depósitos terciarios (Baskin 1998).

Diversos caracteres son diagnósticos de las nutrias, aunque de utilidad en el registro fósil es el endotímpano, que es plano; el premolar superior 4, que tiene un hipocono o cresta hipoconal, así como un metacono muy reducido; el primer molar superior, que tiene el cóngulo externo muy reducido e indentado entre el paracono y el metacono; y el primer molar inferior, que presenta un trigónido que está primitivamente abierto y un

¹Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticul Álvarez Solórzano", Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Moneda # 16, Col. Centro, México, D. F., 06060 México. E-mails: arromatu@hotmail.com (JA-C), ana_guzman@inah.gob.mx (AFG)

²Finado

*Corresponding author

talónido que es bajo, largo y ampliamente expandido de manera interna (Baskin 1998). En particular, el género *Lontra* se caracteriza por presentar los procesos postorbitales muy desarrollados, siendo la distancia entre los mismos mayor a la distancia desde la punta del proceso postorbital al extremo distal de la sutura media de los nasales (van Zyll de Jong 1972).

El género *Lontra*, el cual se considera endémico del Continente Americano, está constituido por cuatro especies recientes: *L. canadensis*, *L. longicaudis*, *L. felina* y *L. provocax*. La primera está distribuida en Norteamérica, las dos últimas son conocidas sólo en la porción más sureña de Sudamérica y sólo *Lontra longicaudis* (Olfers 1818) tiene una mayor distribución y se conoce desde el norte de México hasta el centro-sur de Brasil, Chile y Argentina, así como Paraguay y Uruguay (Larivière 1999).

El registro más antiguo del género, en América, proviene de finales del Plioceno (Blancano III, hace aproximadamente 3 millones de años antes del presente AP), representado por *L. canadensis*. Dicha especie está registrada durante la mayor parte del Pleistoceno, tanto en la edad irvingtoniana (1.8 – 0.3 millones de años AP), como en la edad rancholabreana (300,000 – 11, 000 años AP), en Estados Unidos de América y Canadá (Larivière y Walton 1998).

En México, el registro fósil de nutria es escaso, se ha registrado en sólo dos localidades (Aviña 1969; Álvarez 1969; Fig. 1), señalándose en cada caso como el primer registro de *Lutra* (= *Lontra*) *canadensis* para el Pleistoceno del país.

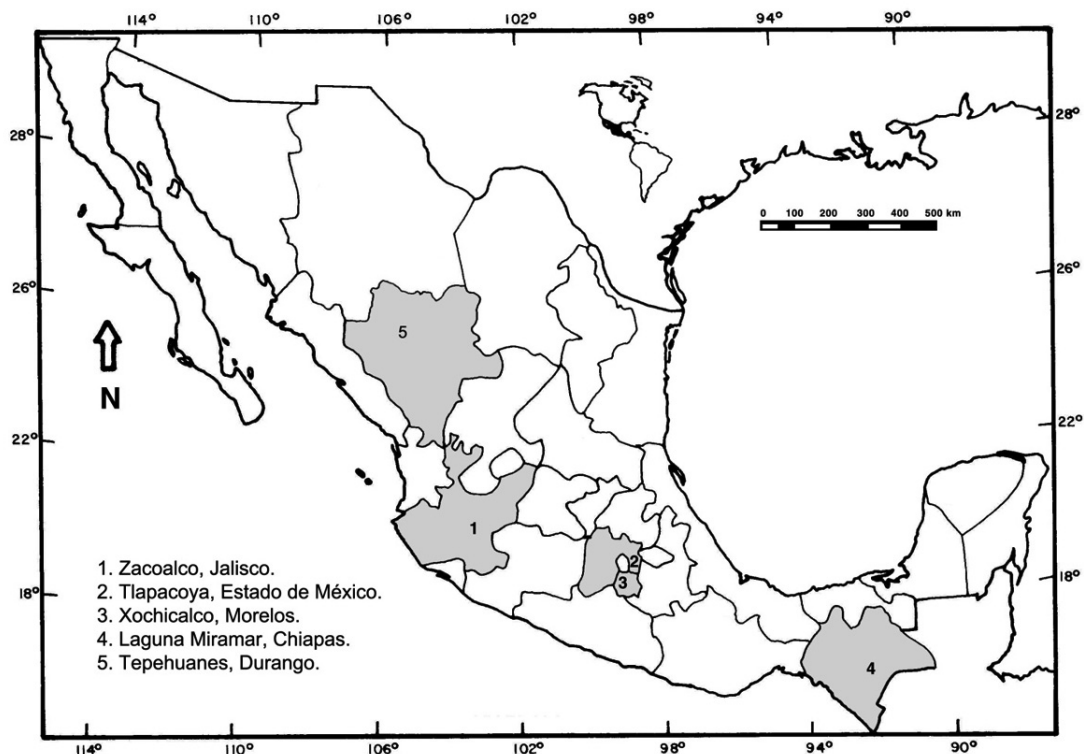


Figura 1. Mapa de la República Mexicana donde se señalan las localidades paleontológicas (1, 2) y arqueológicas (3, 4, 5) con restos óseos de la nutria neotropical *Lontra longicaudis*.

Aviña (1969) documentó diversos materiales procedentes de Zacoalco, Jalisco, los cuales incluyen fragmentos maxilares con algunos dientes, ramas mandibulares, dientes aislados y fragmentos de huesos largos (húmero, fémur, radio, cúbito) y de huesos planos (pelvis, escápula). Dichos ejemplares actualmente estarían bajo resguardo del Museo

de Paleontología de Guadalajara, aunque los ejemplares no se localizaron en esta ocasión; afortunadamente, existen dos réplicas de una maxila y un dentario, que están depositadas en la Colección Paleontológica del Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticul Álvarez Solórzano" como un lote bajo el mismo número de catálogo (DP 1224), Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, INAH (Fig. 2).



Figura 2. Fotografías de las réplicas (DP 1224) del fragmento de mandíbula izquierda (A, B) y de la maxila izquierda (C) de un ejemplar de la nutria neotropical *Lontra longicaudis*, procedente de los yacimientos del Lago de Chapala, Jalisco. Las fotografías corresponden a: A) Vista lingual; B) Vista oclusal; C) Acercamiento del diente carnasial.

Álvarez (1969) estudió los fragmentos de un cráneo (DP 949) procedente de Tlapacoya, Estado de México, asociado al material del carpincho *Nechoerus* sp., dentro de un estrato compuesto por una ceniza volcánica asignada a una edad de $24,200 \pm 500$ años AP. Estos fragmentos también están bajo resguardo de la Colección Paleontológica mencionada anteriormente (Fig. 3).

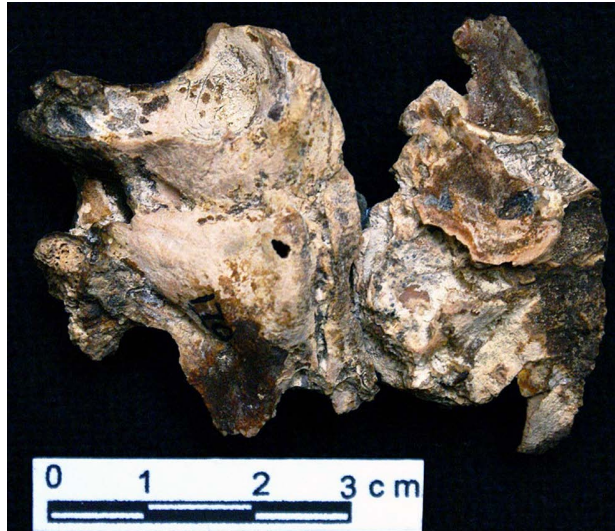


Figura 3. Fotografías de los fragmentos de un cráneo DP-949 de un ejemplar de la nutria neotropical *Lontra longicaudis*, procedente del sitio arqueológico-paleontológico de Tlapacoya, Estado de México. Las fotografías corresponden a: A) Región basioccipital; B) Vista ventral/oclusal de una porción del maxilar con el diente carnasial izquierdo; C) Vista dorsal de la región frontal.

El uso del nombre que los autores arriba señalados hacen de *Lutra canadensis* corresponde a la propuesta de ese entonces (ver, por ejemplo, Hall y Kelson 1959); no fue sino hasta que Van Zyll de Jong (1972) revisó las nutrias y propuso que las especies americanas que pertenecían a *Lutra*, en realidad deberían estar asignadas al género *Lontra* Gray, 1843. Además, existen dos especies en Norteamérica, *L. canadensis* se distribuye en gran parte de Norteamérica, al norte de México de donde fue extirpada en el pasado (Álvarez-Castañeda 2000), mientras *L. longicaudis* ocupa gran parte del territorio mexicano, desde

el noroeste y noreste del país hacia el sur, excluyendo la parte norte de la Península de Yucatán (Guzman-Soriano et al. 2013), continuando hacia Centro y Sudamérica (Gallo-Reynoso 1997).

Resultados y Discusión

La revisión de los restos óseos fósiles aquí reportados, permitió verificar los caracteres del premolar superior 4 y de los molares 1 superior e inferior, lo que apoyó la nueva asignación de dichos materiales al género *Lontra*. Además, el tipo de dentición corresponde a *L. longicaudis*, la cual tiene menos desarrolladas las cúspides de los dientes molariformes que en *L. canadensis*, con los cingula y talones siendo menos expandidos (Van Zyll de Jong 1972).

Temporalmente, los dos registros ubican la presencia de la especie para el Pleistoceno Tardío de México (300,000 – 10,500 años AP), con un ejemplar correspondiente a un estrato fechado en 24,000 años AP y el otro proveniente de sedimentos a los que se les asigna una edad irvingtoniana (?)–rancholabreana (Lucas 2008). En ambos casos, los restos fueron recuperados dentro de la Provincia Morfotectónica Eje Volcánico Transversal Mexicano (ver Ferrusquía-Villafranca et al. 2010).

Por otro lado, pocos restos de nutria han aparecido en los sitios arqueológicos y ninguno se ha interpretado como evidencia de su uso por los humanos, sino más bien como elementos intrusivos que llegaron al depósito de manera natural. Ello ocurrió en el Cerro El Indio, Tepehuanes, Durango (Guzmán 2003), en Xochicalco, Morelos (Álvarez y Ocaña 1999) y en Laguna Miramar, Chiapas (Rivero Torres 1992).

Con respecto a la posible asociación de la nutria con el personaje mítico *Ahuitzotl*, Escalante Betancourt (1999) presenta los argumentos a favor y en contra de tal asociación, incluyendo la amplia distribución de la nutria en el país; sin embargo, aunque algunos aspectos morfológicos y de comportamiento pudieran coincidir, otros como que el personaje mítico tiene orejas puntiagudas y una mano en la cola lo acercan más a representar una quimera y no un animal conocido, sumado a lo escaso del registro arqueológico tampoco parece apoyar dicha asociación.

Para finalizar, cabe señalar que los registros paleontológicos y arqueológicos de las nutrias son muy escasos y eso se puede deber tanto al tipo de ambiente que habita, el ripario, que en pocas ocasiones permite la formación de yacimientos potentes, además que naturalmente los depredadores tienen menor abundancia, lo que se ve reflejado en el registro fósil.

Agradecimientos

Primeramente dedicamos esta pequeña contribución al segundo autor de la misma, quien falleció antes de verla realizada, pero que tenía muchos ánimos para que saliera. Asimismo, agradecemos la amable invitación de J. P. Gallo para la entrega de este manuscrito. Finalmente, F. Aguilar con el mapa y con las fotografías nos apoyaron para terminar el escrito, lo que agradecemos.

Literatura citada

ÁLVAREZ, T. 1969. Restos fósiles de mamíferos de Tlapacoya, Estado de México (Pleistoceno-Reciente). Pp. 93-112 in Contributions in Mammalogy. A volumen

- honoring Prof. E. Raymond Hall (Jones, J. K., Jr., ed.). Miscellaneous Publications, University of Kansas Museum of Natural History 51.
- ÁLVAREZ, T., y A. OCAÑA.** 1999. Sinopsis de restos arqueozoológicos de vertebrados terrestres, basada en informes del Laboratorio de Paleozoología del INAH. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, México, Colección Científica 386:1-108.
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T.** 2000. Familia Mustelidae. Pp. 731-756 in Mamíferos del Noroeste de México II (Álvarez-Castañeda, S. T., y J. L. Patton, eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, México.
- AVIÑA, C. E.** 1969. Nota sobre carnívoros fósiles del Pleistoceno de México. Departamento de Prehistoria, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, Paleoecología 5:1-20.
- BASKIN, J. A.** 1998. Mustelidae. Pp. 152-173 in Evolution of Tertiary mammals of North America. Volume 1: Terrestrial carnivores, ungulates, and ungulate like mammals (Janis, C. M., K. M. Scott, y L. L. Jacobs, eds.). Cambridge University Press. Chicago, EE. UU.
- ESCALANTE BETANCOURT, Y.** 1999. El *ahuitzotl*. Arqueología Mexicana 6:56-61.
- FERRUSQUÍA-VILAFRANCA, I., J. ARROYO-CABRALES, E. MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, J. GAMA-CASTRO, J. RUIZ-GONZÁLEZ, O. J. POLACO, y E. JOHNSON.** 2010. Pleistocene mammals of Mexico: A critical review of regional chronofaunas, climate change response and biogeographic provinciality. Quaternary International 217:53-104.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. Revista Mexicana de Mastozoología 2:10-32.
- GUZMÁN, A. F.** 2003. La arqueofauna de la subcuenca del río Tepehuantes, Cuenca del Río Nazas, Durango. Informe interno, Laboratorio de Arqueozoología, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México, México.
- GUZMAN-SORIANO, D., J. A. VARGA-CONTRERAS, J. D. CÚ-VIZCARRA, G. ESCALONA SEGURA, O. G. RETANA GUISCÓN, A. GONZALEZ CHRISTEN, J. A. BENITES TORREZ, J. ARROYO-CABRALES, J. C. PUC CABRERA y E. VICTORIA CHAN.** 2013. Registros notables de mamíferos para Campeche, México. Acta Zoologica Mexicana 29:269-286.
- HALL, E. R., y K. R. KELSON.** 1959. The mammals of North America. The Ronald Press Co. New York, EE.UU.
- KURTÉN, B., y E. ANDERSON.** 1980. Pleistocene mammals of North America. Columbia University Press. New York, EE.UU.
- LARIVIÈRE, S.** 1999. *Lontra longicaudis*. Mammalian Species 609:1-5.
- LARIVIÈRE, S., y L. R. WALTON.** 1998. *Lontra canadensis*. Mammalian Species 587:1-8.
- LUCAS, S. G.** 2008. Late Cenozoic vertebrate fossil assemblages from Jalisco, Mexico. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 44:51-64.
- RIVERO TORRES, S. E.** 1992. Laguna Miramar, Chiapas, México. Una aproximación histórica-arqueológica de los lacandones desde el Clásico Temprano. Gobierno del Estado de Chiapas, Instituto Chiapaneco de Cultura e Instituto Nacional de Antropología e Historia, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- VAN ZYLL DE JONG, C. G.** 1972. A systematic review of the Nearctic and Neotropical

river otters (genus *Lutra*, Mustelidae, Carnivora). Life Sciences Contribution, Royal Ontario Museum 80:1-104.

WILSON, D. E., Y D. A. M. REEDER. 2005. Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference, Third edition. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.

Sometido: 25 de junio de 2013

Revisado: 25 de julio de 2013

Aceptado: 31 de julio de 2013

Editor asociado: Juan Pablo Gallo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Aspectos ecológicos de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en el camino La Veleta en la Laguna de Términos, Campeche, México

Víctor Manuel Santiago-Plata^{1*}, Juan Dios Valdez-Leal, Coral Jazvel Pacheco-Figueroa, Fabiola de la Cruz-Burelo y Eduardo Javier Moguel-Ordóñez

Abstract

We studied some ecological aspects of the neotropical Otter on the La Veleta dirt road located in the intensive use area of the Flora and Fauna Protection Area (Área de Protección de Flora y Fauna) "Laguna de Terminos". We conducted this study from March to December of 2007, it consisted on the search and identification of otter traces in a dirt road and channels in the zone. A total of 120 km were covered, and 104 traces were found (35 tracks, 16 sunning places, 29 scats, 16 latrines and 8 direct observations). We estimated a mean relative abundance of 0.86 ± 0.472 tracks/km. Temporarily the highest abundance was obtained during the Northern winds season (1.12 ± 0.288 tracks/km) and the lowest abundance was recorded during the dry season (0.70 ± 0.242 tracks/km). In addition to the 29 stools collected along the transects, we collected another 77 in nearby areas for a total of 106 stools. Fish (54.7%) was the highest consumption group, followed by crustaceans (20.5%), mollusks (14.8%), reptiles (5.1%) and insects (4.9%). No significant differences were found in the frequency of consumption of prey groups per season ($X^2 = 5267$, $df = 4$, $P < 0.261$). Results suggest that otters are permanently in the area and that environmental changes on the area, exerts some influence in their abundance, diet and seasonal movements. It is recommended that the vegetation cover in the study area are protected, and the prevention of pollution in the water bodies.

Key words: abundance, diet, distribution, neotropical otter, Laguna de Términos.

Resumen

Se estudiaron aspectos ecológicos de la nutria neotropical en el camino La Veleta ubicado en la zona de uso intensivo del Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos", de marzo a diciembre de 2007 mediante la búsqueda e identificación de rastros en un camino de terracería y canales existentes en la zona. Se recorrieron un total de 120 km, y se contabilizaron 104 rastros (35 huellas, 16 revolcaderos, 29 excretas, 16 letrinas y 8 avistamientos). Se obtuvo una abundancia relativa promedio de

¹División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. km 0.5 carretera Villahermosa-Cárdenas, Entronque a Bosques de Saloya, Apartado Postal 86150, Villahermosa, Tabasco, México. victor_plata2@yahoo.com.mx (VMSP), jdvaldezleal@yahoo.com.mx (JDVL), pachecoral@yahoo.com.mx (CJPF), fabydel_fin@hotmail.com (FCB), moguel03@hotmail.com (EJMO).

*Corresponding author.

0.86 ± 0.472 rastros/km. A nivel temporal la mayor abundancia se obtuvo en temporada de nortes (1.12 ± 0.288 rastros/km) y la menor abundancia se registró en la temporada de secas (0.70 ± 0.242 rastros/km). Adicional a las 29 excretas colectadas dentro de los transectos, se colectaron otras 77 en zonas aledañas para un total de 106 excretas analizadas, siendo peces (54.7%) el grupo de mayor consumo, seguido de crustáceos (20.5%), moluscos (14.8%), reptiles (5.1%) e insectos (4.9%). No se encontraron diferencias significativas que determinaran una variación en la frecuencia del consumo de los grupos presa por temporada ($X^2 = 5.267$; g. l. = 4; $P < 0.261$). Los resultados de este estudio sugieren que las nutrias se encuentran de manera permanente en la zona y que las variaciones ambientales en el sitio, tuvieron influencia en su abundancia, dieta y movimientos estacionales. Se recomienda mantener la cobertura vegetal en el área de estudio y evitar la contaminación de los cuerpos de agua.

Palabras clave: abundancia, dieta, distribución, nutria neotropical, Laguna de Términos.

Introducción

La nutria de neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) es una especie que habita en casi todos los arroyos, lagos, presas, lagunas y grandes ríos de América Latina (Casariego-Madorell *et al.* 2006). Pueden adaptarse a una gran variedad de hábitats, desde las regiones áridas con bosque espinoso y matorral, hasta los bosques tropicales perennifolios y caducifolios (Gallo-Reynoso 1989, 1997).

En México se distribuye sobre una estrecha franja desde Chihuahua hasta el centro del país, donde su presencia se amplía de costa a costa (Botello *et al.* 2006). La especie puede presentar hábitos diurnos y nocturnos, dependiendo del grado de actividad humana en los sitios donde se distribuye (Parera 1996); aunque su dieta incluye reptiles (Platt y Rainwater 2011), aves (Gallo-Reynoso *et al.* 2008) y pequeños mamíferos (Marques-Quintela y Gatti 2009), esta se compone principalmente de peces y crustáceos (Parera 1996).

Actualmente, la nutria neotropical se encuentra dentro del Apéndice I (en peligro de extinción) de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES 2013), y la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) la cataloga como insuficientemente conocida (Waldemarin y Álvarez 2008). En nuestro país, la especie se encuentra catalogada como Amenazada de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010).

Un sitio donde se ha observado la presencia de la especie, es el área denominada camino "La Veleta", ubicada dentro de la zona de uso intensivo del Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos" (APFFLT), localizada en el estado de Campeche (INE 1997). Actualmente las amenazas a las nutrias y en general a la fauna silvestre del área de estudio se han visto incrementadas por la apertura de un camino de terracería que interrumpe una parte del flujo de agua existente en el sitio y ha generado un incremento en la afluencia de personas que llegan a la zona a realizar actividades de pesca y cacería, aunada a la actividad ganadera en el sitio. El presente trabajo tiene como objetivo aportar información básica sobre el estado de conservación, la estimación de la abundancia, la determinación de los movimientos estacionales y la descripción de los componentes de la dieta de la nutria en esta zona del APFFLT.

Material y Métodos

Área de estudio. El área de estudio se encuentra comprendida en una porción de la zona de uso intensivo del APFFLT, localizada en el límite de los municipios de Centla, Tabasco y Carmen, Campeche (Fig. 1). Limita al norte con la carretera Federal Villahermosa-Ciudad del Carmen, al sur con el ejido El Porvenir, al este con el ejido La Ponderosa y al oeste con el río San Pedro y San Pablo (INEGI 1999).

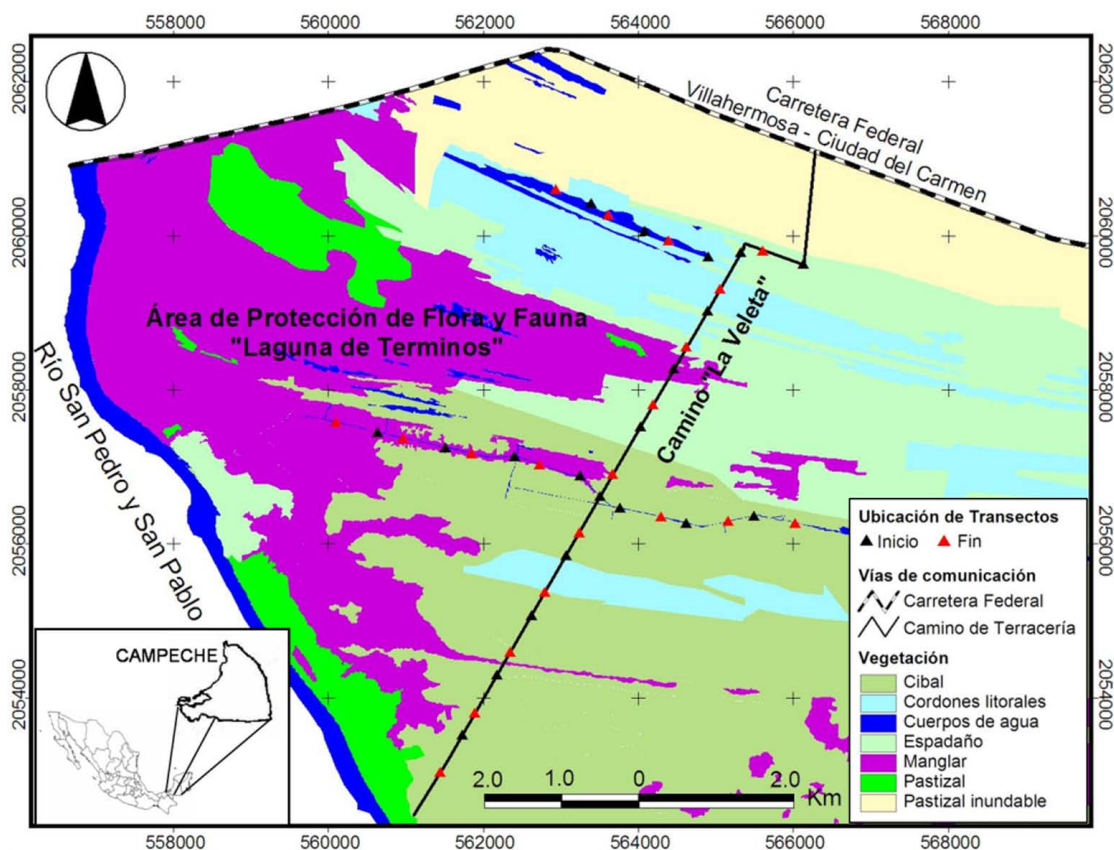


Figura 1. Ubicación del área de estudio denominada camino "La Veleta" y distribución de los transectos establecidos en la zona.

El APFFLT tiene una extensión de 706,147.67 hectáreas (INE 1997), de las cuales se delimito un polígono de 16,363.72 hectáreas, que corresponde al área de estudio. Predomina el clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (García 1973), con una precipitación anual de 1,945.9 mm (INEGI 2007), su temperatura media anual fluctúa entre los 27.2 °C con temperaturas máximas y mínimas de 35.8 °C y 18.6 °C respectivamente (INE 1997). La vegetación del sitio se caracteriza por la dominancia de especies arbóreas como pucté (*Bucidas buseras*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y palmas de tasiste (*Acoelorrhapha wrightii*), así como especies herbáceas tales como cibal (*Cladium jamaicensis*), espadaño (*Typha latifolia*) y pastizales dedicados a la ganadería (INE 1997).

En cuanto a la fauna se han reportado, 134 especies de aves (Valdez-Leal et al. 2007); 10 de anfibios y 24 de reptiles (Pacheco-Figueroa et al. 2007), así como la presencia de por lo menos 13 especies de mamíferos (J. D. Valdez-Leal, com. pers. 2007).

El presente estudio se efectuó de marzo a diciembre del 2007, periodo en el cual se obtuvieron datos de tres temporadas (secas, lluvias y nortes). Se realizó una visita por temporada con una duración de ocho días efectivos de muestreo por temporada.

Trabajo de campo. Se establecieron 20 transectos de 500 m de longitud, con 300 m de distancia entre uno y otro. Fueron distribuidos de manera equitativa (10 por área) entre un camino de terracería y canales existentes en la zona (Fig. 1). Cada uno se recorrió cuatro veces por temporada, los ubicados en el camino eran recorridos a pie, a paso lento (1 km/h). Los ubicados en los canales se recorrieron con ayuda de un cayuco o lancha inflable a una velocidad promedio de 1 km/h.

Búsqueda e identificación de rastros. Cada una de las áreas de muestreo fue recorrida en diferentes días y con un intervalo de dos días entre recorridos. Los transectos sirvieron para la observación directa de individuos, así como para la búsqueda e identificación de rastros (revolcaderos, comederos, huellas, excretas o cualquier indicio que indicara la presencia de la especie). Cada vez que se identificaba un individuo mediante observación directa o un rastro, se tomaba la situación geográfica mediante un geoposicionador (GPS), fecha, hora y transecto en el que el animal fue detectado. Los rastros encontrados fueron identificados con la guía de Aranda (2000).

Todos los rastros fueron borrados después de su identificación; para evitar contarlos más de una vez. Se recolectaron las excretas encontradas para identificar las partes duras remanentes en ellas como una aproximación a los hábitos alimenticios de la nutria en el área de estudio, esta recolecta se llevó a cabo durante los recorridos en cada uno de los transectos establecidos, así como en sitios aledaños a la zona. Las excretas recolectadas se depositaron en bolsas de papel estraza y se rotularon con fecha, hora, transecto de colecta y coordenadas geográficas de su ubicación.

Trabajo de laboratorio. Las excretas colectadas para el análisis de la dieta se colocaron en un recipiente con agua y jabón líquido y se dejaron reposar durante 24 horas con la finalidad de eliminar los residuos fecales adheridos a los componentes. Posteriormente se cernió el contenido con un tamiz (luz de malla 0.71 mm) y se secó con ayuda de una pistola de aire. Los componentes se separaron con agujas de disección y pinzas de relojero. La identificación de los componentes se realizó con ayuda de académicos especialistas de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DACBiología – UJAT). *Análisis de los datos.*

Abundancia relativa. El índice de abundancia relativa en el área de estudio se obtuvo calculando el promedio y desviación estándar de rastros de todos los transectos (repeticiones, temporada). Para calcular la dispersión teórica de los datos se realizó un procedimiento *bootstrap*, a partir de la simulación de 500 muestras *bootstrap*, en el módulo en línea provisto por Wessa (2008). Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para probar si existe diferencia en el registro de rastros entre temporadas (secas, lluvias y nortes) y entre la zona de colecta (camino de terracería y canales).

Distribución. La distribución de las nutrias y los rastros observados en el área de

estudio se mapeo, utilizando el programa ArcView ver. 3.3 GIS (ESRI, 2002), empleando ortofotos del INEGI (1995), escala 1:75000. El porcentaje de aparición, se determinó a partir del total de rastros encontrados durante el estudio, la fórmula para esta actividad fue adaptada de la recomendada en Aranda (2000) para el análisis de la dieta. $R_i/R_t \times 100$, donde: R_i = número de rastros por transecto y R_t = total de rastros por temporada.

Hábitos alimenticios. Para determinar los hábitos alimenticios de la nutria, se obtuvo la Frecuencia de Aparición de los diferentes ítems (FA), con la fórmula: $FA = f_i/N \times 100$ donde: f_i es el número de excretas en las que aparece una categoría presa y N es el número total de excretas analizadas. Además se calculó el Porcentaje de Aparición (PA), a través de la fórmula: $PA = f_i/f_t \times 100$ donde: f_i es el número de excretas en las que aparece una categoría presa y f_t es el número total de apariciones de todas las categorías presa en todas las excretas (Macías-Sánchez y Aranda 1998). Se realizó una prueba de Ji cuadrada (X^2) para determinar si hubo diferencias en el consumo de los grupos presa entre temporadas (Díaz-Gallardo et al. 2007).

Resultados

Se contabilizaron 104 registros (35 huellas, 16 revolcaderos, 29 excretas, 16 letrinas y ocho avistamientos) en 15 de los 20 transectos establecidos. Adicionalmente se colectaron 77 excretas fuera de los transectos establecidos, mismas que también fueron utilizadas para el análisis de la dieta sumando un total de 106 excretas.

Abundancia relativa. Se obtuvo una abundancia relativa promedio de 0.86 ± 0.472 rastros/km. A nivel temporal la mayor abundancia se obtuvo en temporada de nortes (1.12 ± 0.288 rastros/km), la menor abundancia se registró en la temporada de secas (0.70 ± 0.242 rastros/km; Fig. 2).

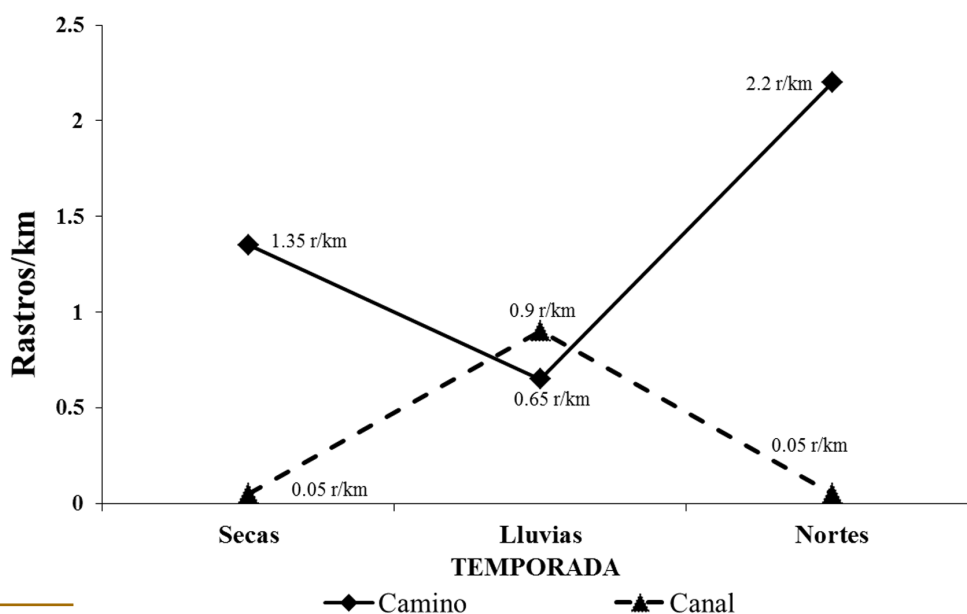


Figura 2. Comparación de índices de abundancia relativa obtenidos por zona y temporada.

En relación al número de rastros encontrados, se registró un máximo de rastros en la temporada de nortes ($n = 45$) y un mínimo en la temporada de secas ($n = 28$). No se

observaron diferencias significativas ($H = 1.61$; g.l. = 2; $P < 0.446$) en relación al número de rastros obtenidos por temporada. Al comparar la abundancia promedio de rastros por zona de colecta, la mayor abundancia, se registró en el camino de terracería con un promedio de 1.40 ± 0.243 rastros/km (Fig. 3). Se observaron diferencias significativas ($H = 4.96$; g.l. = 1; $P < 0.026$) en el número de rastros encontrados por zona de colecta (Fig. 3), observándose un mayor registro en el camino de terracería ($n = 84$) en comparación con los canales ($n = 20$).

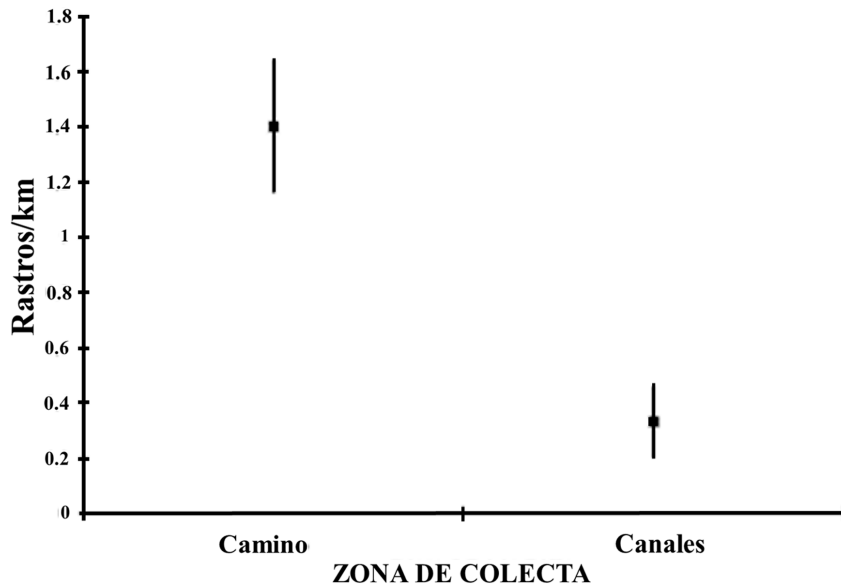


Figura 3. Promedios de rastros de nutrias obtenidos por zona (promedio \pm desviación estándar).

Distribución de las nutrias en el área de estudio. En la temporada de secas se registraron rastros en siete de los 20 transectos establecidos, siendo asoleaderos y letrinas los de mayor registro (71.4% entre ambos; Fig. 4). De acuerdo al porcentaje de aparición, el mayor número de rastros se obtuvo en los transectos ocho (42.9 %) y diez (25.0 %; Figs. 5 y 7, ver Apéndice I).

En la temporada de lluvias, se contabilizaron 31 rastros en nueve de los 20 transectos, las excretas (58.1%), fueron el rastro de mayor registro. En esta temporada no se registraron revolcaderos ni letrinas y se obtuvo el porcentaje de avistamientos más alto (3.8%; Fig. 4). La distribución de las nutrias de acuerdo con el mayor porcentaje de rastros, se registró en el transecto dos (22.6%) y los transectos 16 (29.0%) y 15 (16.1%) ubicados en los canales (Figs. 5 y 8, ver apéndice II).

En lo que respecta a la temporada de nortes, se contabilizaron 45 rastros en ocho de los 20 transectos, siendo las huellas (53.3%) el rastro de mayor registro (Fig. 4). Con base en el porcentaje de aparición y a la distribución de los rastros, se determinó que las nutrias utilizaron principalmente las zonas ubicadas en los transectos nueve (42.2%) y ocho (24.4%; Figs. 5 y 9, ver apéndice III). En los transectos restantes a pesar de registrar indicios de la presencia de nutrias, su frecuencia de rastros oscilo entre 0% y 13.3% (Fig. 5).

Hábitos alimenticios. Se analizaron 106 excretas, registrando 14 categorías de presas divididas en cinco grupos. Los peces (54.7 %) y los crustáceos (20.5 %) fueron los

grupos con mayor porcentaje de aparición, seguidos de los moluscos (14.8 %), los reptiles (5.1 %) y los insectos (4.9 %; Tabla 1). Se observaron diferencias significativas en las frecuencias de aparición de los grupos presa, observándose una preferencia por el consumo de peces ($X^2 = 66.43$; g.l. = 4; $P < 0.001$).

Variación en la dieta por temporada. No se encontraron diferencias significativas en la frecuencia de consumo de los grupos presa por temporada ($X^2 = 5.267$; g.l. = 4; $P < 0.261$). En las tres épocas de muestro, los peces fueron el principal grupo presa en la dieta de la nutria. Durante la temporada de secas y nortes, los crustáceos (24.6 % y 19.1 %) y moluscos (17.2% y 13.2%), obtuvieron sus porcentajes de aparición más elevados, mientras que el porcentaje más bajo fue en la temporada de lluvias (10.4% para ambos grupos). Se observó una relación entre el consumo de peces e insectos, dado que este último grupo obtuvo su porcentaje más elevado (6.8%) en la temporada de lluvias y al igual que los peces los porcentajes de aparición disminuyeron en las temporadas de secas (4.4%) y nortes (4.4%; Fig. 6).

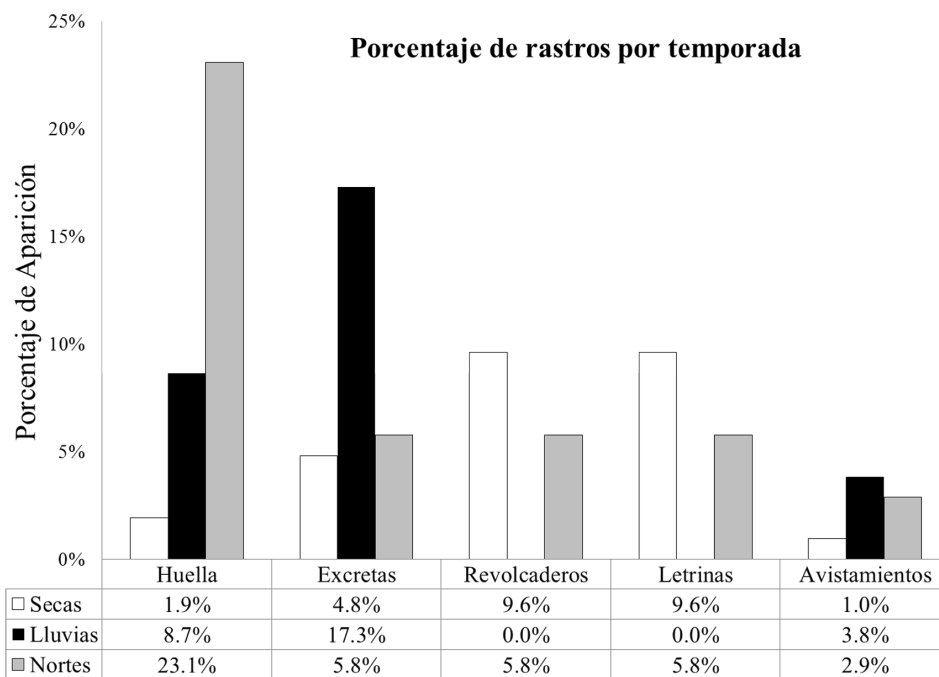


Figura 4. Porcentaje de rastros de nutrias obtenidos por temporada de muestro.

Abundancia relativa. El total de rastros obtenidos, así como su ubicación dentro del área de estudio, permitieron determinar las zonas que principalmente utilizaron las nutrias, estas estuvieron influenciadas por la disponibilidad de recursos, que a su vez varío en función de la temporalidad. En este estudio no se observaron diferencias significativas entre el número de rastros obtenidos por temporada, observándose un aumento de los mismos en temporada de nortes y lluvias. Este aumento en el número de rastros, pudo estar relacionado con la disponibilidad de alimento y/o condiciones climáticas presentes en la zona lo cual pudo influir en el número de rastros dejados por la especie durante la búsqueda de alimento dentro de la zona o el patrullaje de la misma. Kruuk (1995), menciona que la nutria euroasiática (*Lutra lutra*) tiende a aumentar sus marcas,

dejando un mayor número de rastros en época de brama o calor, ya que dan a conocer su presencia con mayor intensidad.

Al comparar el promedio de abundancia obtenida en este estudio con otros trabajos, se observa que el índice obtenido se encuentra en un nivel medio en relación a otros índices de abundancia obtenidos los cuales varían de 0.26 a 4.4 nutrias/km. A pesar de ello, el índice obtenido no puede ser comparado con esos estudios debido a las distintas metodologías que se utilizaron para calcularlos.

Diversos autores (Gallo-Reynoso 1996; Soler-Frost 2004; Díaz-Gallardo *et al.* 2007; Arellano-Nicolás 2008; Casariego-Madorell *et al.* 2008) han obtenido índices de abundancia relativa que varían de 0.21 a 4.40 nutrias/km, no obstante es importante considerar la forma en que se realizan los cálculos de abundancia de nutrias entre las distintas zonas de nuestro País, para poder así realizar comparaciones entre una zona y otra.

Distribución de las nutrias a partir de los rastros. De manera general la distribución de los rastros de nutria en la zona estudiada estuvo influenciada por la disponibilidad de los recursos; esto puede estar en función de la temporalidad, lo anterior coincide con lo obtenido por Arellano-Nicolás (2008), en Tlacotalpan, Veracruz para *L. longicaudis* y lo reportado por Carrasquilla y Trujillo (2004), para la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*), quienes mencionan que las variaciones anuales en el régimen hidrológico y la disponibilidad de presas es una de las causas determinantes para la distribución espacial de las nutrias.

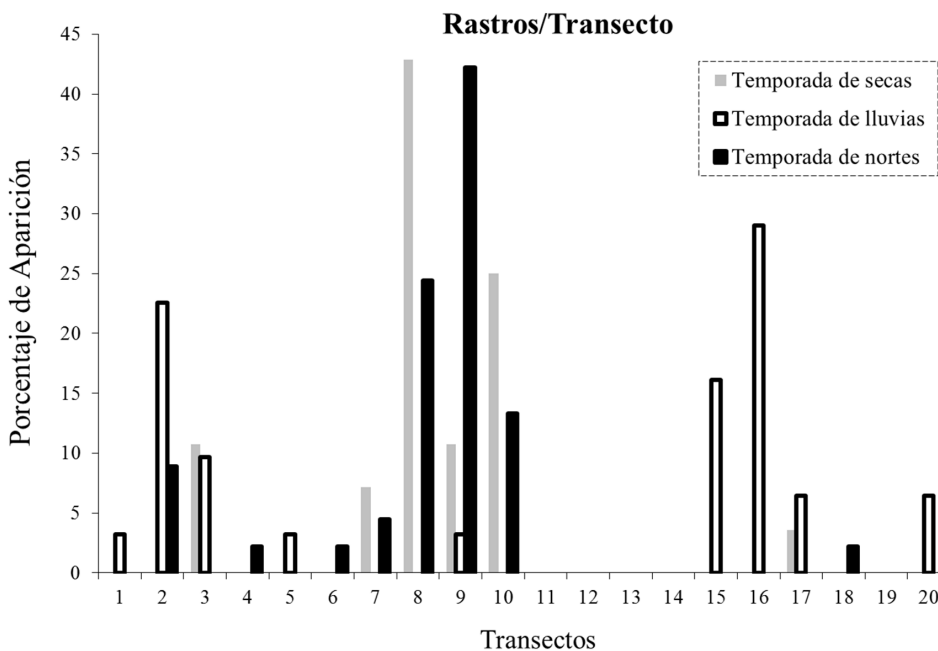


Figura 5. Transectos con mayor porcentaje de rastros por temporada de muestreo.

En comparación con la temporada de secas, en la temporada de lluvias se observaron cambios con respecto al número de rastros y su distribución dentro de los transectos establecidos en la zona de estudio. De acuerdo con la North American Drought Monitor (2007) a inicios del segundo semestre del año 2007 se presentaron condiciones de

sequía moderada sobre los estados de la vertiente del Golfo de México y aumentaron a sequía severa en porciones en los estados de Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Chiapas, estas condiciones ambientales se apreciaron durante el periodo de muestro en temporada de lluvias donde se encontró que muchos de los sitios que eran utilizados por las nutrias en la temporada de secas se encontraban con un nivel de agua muy bajo, lo que pudo influir para que las nutrias se desplazaran hacia las zonas donde los niveles de agua eran más altos y/o donde la abundancia de presas fuera mejor para ellas.

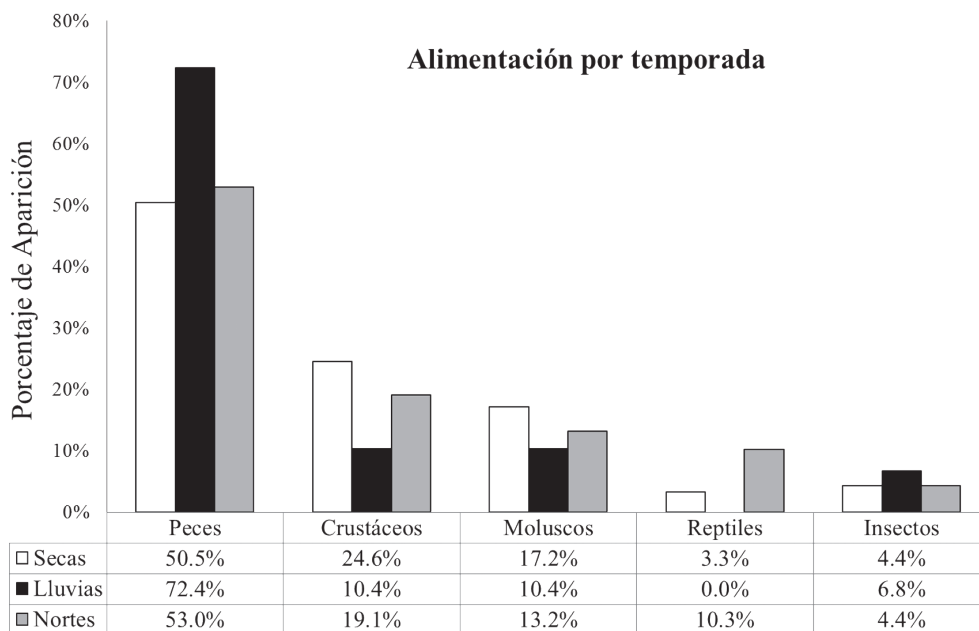


Figura 6. Comparación en la alimentación de la nutria por temporada de muestro.

Así mismo, en temporada de lluvias, el número de rastros fue menor en comparación a las temporadas de secas y nortes, registrándose la mayoría de los rastros en los transectos establecidos en los canales, donde el nivel de agua se mantuvo relativamente estable.

En esta temporada de lluvias las excretas fueron el tipo de rastro más registrado. Se ha reportado que *L. lutra*, mantiene una constante deposición de heces en sitios específicos y recurrentes, cuando la disponibilidad de presas es relativamente baja, considerando que la disminución de las presas provoca una intensidad de marcaje en los sitios de alimentación (Kruuk, 1992). En la temporada de nortes, las condiciones ambientales fueron similares a las observadas en la temporada de secas (se observó un nivel de agua estable en los canales y la recuperación de la cubierta vegetal en el camino), registrándose un aumento en el número de rastros obtenidos en los transectos. Lo anterior coincide con el trabajo de Anoop y Hussain (2004) para la nutria de pelo fino (*Lutra perspicillata*), quienes encontraron que al recuperarse los niveles de agua, así como un aumento en la cubierta vegetal en su zona de estudio, las nutrias prefirieron sitios con una alta disponibilidad de refugios, así como áreas de descanso y alimentación entre la cubierta vegetal.

usión

Hábitos alimenticios. Con relación a sus hábitos alimentarios, diversos estudios mencionan que la especie muestra mayor preferencia por peces (Colares y Waldemarin 2000; Louzada-Silva *et al.* 2002; Alarcón y Simões-Lopes 2004; Díaz-Gallardo *et al.* 2007) y crustáceos (Spinola y Vaughan 1995; Gallo-Reynoso 1997; Casariego-Madorell *et al.* 2008). Lo que se corresponde a los resultados obtenidos en este trabajo, donde la alimentación de la nutria es piscívora – carcinófaga, ya que los peces y crustáceos constituyeron el 75.2% de su alimentación total. Similar con estudios realizados en el norte y centro del país (Gallo-Reynoso 1996; Rangel-Aguilar 2003; Guerrero-Flores *et al.* 2005) así como en el sureste de México (Macías-Sánchez y Aranda 1999). En relación al consumo de crustáceos, a diferencia de estudios realizados en Costa Rica y Oaxaca donde fue el grupo presa más consumida (Spínola y Vaughan 1995) en el presente estudio, este grupo ocupó el segundo lugar en importancia.

Grupos y especies presa	F	FA (%)	PA
	(N=106)	(N=106)	(Nt=190)
PECES	104	98.1	54.7
Lepisosteidae			
<i>Atractosteus tropicus</i>	4	3.8	2.1
Peces no identificados	100	94.3	52.6
CRUSTÁCEOS	39	36.8	20.5
Crustáceos no identificados	39	36.8	20.5
REPTILES	10	9.3	5.1
Colubridae			
<i>Tretanorhinus nigroluteus</i>	7	6.6	3.6
Culebra no identificada	1	0.9	0.5
Kinosternidae			
<i>Kinosternum leucostomum</i>	1	0.9	0.5
Iguanidae			
<i>Ctenosaura similis</i>	1	0.9	0.5
INSECTOS	9	8.5	4.9
Scarabidae	2	1.9	1.1
Carabidae	2	1.9	1.1
Belostomidae	2	1.9	1.1
Insecto no identificado	3	2.8	1.6
MOLUSCOS	28	26.4	14.8
Hydrobiidae	24	22.6	12.6
Planorbidae	2	1.9	1.1
Molusco no identificado	2	1.9	1.1
Total	190	179.1	100

Tabla 1. Grupos y categorías presa encontrados en 106 excretas de nutria neotropical, colectadas en el camino denominado “La Veleta”, Laguna de Términos, Campeche.

N = No. de excretas, Nt = Suma de frecuencia de todas las especies, F = Frecuencia, FA = Frecuencia de aparición, PA = Porcentaje de aparición.

Diversos estudios mencionan que la nutria neotropical complementa su alimentación con anfibios, reptiles, insectos, aves y pequeños mamíferos variando significativamente las proporciones de estos ítems entre los distintos ambientes (Parera 1996; Gallo-Reynoso *et al.* 2008; Marques-Quintela y Gatti 2009; Platt y Rainwater 2011). Para este estudio

se encontraron tres grupos adicionales en la alimentación de la nutria, tal es el caso de moluscos, insectos y reptiles. En lo que respecta al consumo de moluscos e insectos, se consideró que su ingesta pudo haber sido de manera secundaria, ya que probablemente estos organismos se encontraban en los estómagos de las presas principales al momento de ser consumidas por las nutrias, además de que la biomasa que aportan ambos grupos probablemente es mínima.

En lo que se refiere al consumo de reptiles, las presas registradas son especies estrechamente ligadas con el medio acuático, lo que las hace más propensas a ser capturadas. La ingesta de serpientes suele ocurrir de manera ocasional, sin embargo se sabe que *L. longicaudis* se alimenta de la culebra arroyera (*Drymarchon corais*) y de la bejuquilla (*Leptophis* sp.) en la Sierra Madre del Sur (Gallo-Reynoso 1997) y de la boa (*Boa constrictor*) en la Selva Lacandona (Soler-Frost 2004). Para el presente trabajo se reporta el consumo de la culebra quillada de manglar (*T. nigroluteus*), especie que puede ser observada tanto en agua dulce como salobre y que es común encontrarla en manglares y zonas de pantanos (Solórzano-López 2004) los cuales también son hábitat de las nutrias.

Variación en la dieta de la nutria por temporada. A pesar de que las condiciones ambientales en la zona estudiada cambiaron drásticamente entre las diferentes temporadas, la variación en el consumo de los grupos presa fue mínima, pasando de cinco grupos en las temporadas de secas y nortes, a cuatro en la temporada de lluvias, siendo reptiles el grupo faltante en esta temporada; no obstante en las tres temporadas, los peces y los crustáceos fueron los grupos más importantes.

Si bien hubo cambios a nivel de grupos, los cambios más notables se dieron en el porcentaje de consumo de cada uno de los grupos por temporada, incrementándose el consumo de peces en la temporada de lluvias en comparación con la temporada de secas y de nortes. Este aumento en el consumo de peces durante las lluvias puede deberse en gran medida a que durante el muestreo de la temporada (mes de julio), aun no era tan marcada dado que durante el muestreo se dieron las primeras lluvias, no obstante al alargarse el periodo de secas disminuyó en gran medida el nivel de agua en los canales, confinando a los peces a pozas donde su captura resulta probablemente más fácil.

Este comportamiento alimentario fue observado para *L. longicaudis* por Gallo-Reynoso (1989) en México, Spinola y Vaughan (1995) en Costa Rica, así como para *L. lutra* en España (López-Martín et al. 1998), dichos autores sugieren que las nutrias en temporada de aguas bajas prefieren zonas en que existen pozas que a menudo, suelen ser las únicas reservas de agua, ofreciendo mayor disponibilidad de alimento y mayor cobertura vegetal.

Se considera que la población de nutrias en la zona se encuentra estable debido al número de rastros encontrados durante el estudio, así como por las observaciones directas de individuos en las diversas visitas que se han realizado al sitio. Esto a pesar de que el área se encuentra en la zona de uso intensivo del área protegida y que existen actividades con cierta intensidad como son la pesca, el tránsito de lanchas de motor por los diversos canales y la ganadería de tipo extensivo.

Durante el estudio, se registraron tres especies nuevas en el consumo de la nutria, como son el pejelagarto, la culebra quillada de manglar y la iguana espinosa rayada, aunque dichos registros pueden ser ocasionales, nos indican que la nutria es una especie de hábitos alimenticios generalistas, al aprovechar los recursos de acuerdo a su disponibilidad.

Se debe considerar la realización de estudios ecológicos acerca de la especie abarcando una mayor área, así como contemplar el estudio del estado de la población de nutrias dentro del área núcleo del área protegida.

Agradecimientos

Agradecemos a la familia Bolón Balcázar por las atenciones prestadas durante la etapa de campo, a E. J. Gordillo-Chávez y F. Pérez-Garduza por el apoyo logístico prestado durante los distintos muestreos realizados, a M. R. Barragán-Vázquez, C. E. Zenteno, S. Paramó-Delgadillo, J. Gamboa-Aguilar y R. Zapata-Mata académicos especialistas de la DACBiol – UJAT por su ayuda en la identificación de las especies, y L. D. Olivera-Gómez. A la Coordinación de Vinculación y Servicios (COVINSE) de la DACBiol – UJAT por su financiamiento para la realización de este trabajo.

Literatura citada

- ALARCÓN, G. G., y P. C. SIMÕES-LOPES.** 2004. The neotropical otter (*Lontra longicaudis*) feeding habits in a marine coastal area, southern Brazil. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 21:17-20.
- ANOOP, K. R., y S. A. HUSSAIN.** 2004. Factors affecting habitat selection by smooth-coated otters (*Lutra perspicillata*) in Kerala, India. Journal Zoological of London 263:417–423.
- ARANDA, M.** 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- ARELLANES-LICEA, E. L., y M. BRIONES-SALAS.** 2003. Hábitos alimentarios de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en el río Zimatán, Costa de Oaxaca, México. Mesoamericana 7:7.
- ARELLANO-NICOLÁS, E., E. SÁNCHEZ-NÚÑEZ, y M. A. MOSQUEDA-CABRERA.** 2012. Distribución y abundancia de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en Tlacotalpan, Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 28:270-279.
- BOTELLO, F., J. M. SALAZAR, P. I. MIGUEL LINAJE, G. MONROY, D. DUQUE, y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2006. Primer registro de la nutria neotropical de río (*Lontra longicaudis*) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 77:133-135.
- CARRASQUILLA, M. C., y F. TRUJILLO.** 2004. Uso de hábitat, comportamiento y dieta de la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) en el río Orinoco, Vichada, Colombia. Pp. 179-201 en Fauna Acuática de la Orinoquia Colombiana. (Díaz-Granados, M. C., y F. Trujillo, eds.). Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo. Vichada, Colombia.
- CASARIEGO-MADORELL, M. A., R. LIST, y G. CEBALLO.** 2006. Aspectos básicos sobre la ecología de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) para la Costa de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Mastozoología 10:71-74.

- CASARIEGO-MADORELL, M. A., R. LIST, Y G. CEBALLOS.** 2008. Tamaño poblacional y alimentación de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) en la Costa de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24:179-200.
- CHABLE, P.** 2001. Principales aspectos de la biología y pesquería del pejelagarto *Atractosteus tropicus* en el Estado de Tabasco. Trabajo recepcional de curso de titulación. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.
- CITES.** 2013. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2013. Apéndice I, II y III, en vigor a partir del 12 de junio de 2013.
- COLARES, E. P., Y H. F. WALDEMARIN.** 2000. Feeding of the neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) in the Coastal Region of the Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 17:6-13.
- DÍAZ-GALLARDO, N., L. I. ÑIGUEZ-DÁVALOS, Y E. SANTANA.** 2007. Ecología y conservación de la nutria (*Lontra longicaudis*) en la Cuenca Baja del Río Ayuquila, Jalisco. Pp. 165-182. en *Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos* (Sánchez-Rojas, G., y A. Rojas-Martínez, eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Pachuca, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1989. Distribución y estado actual de la nutria o perro de agua (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) en la Sierra Madre del Sur, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1996. Distribution of the neotropical river otter (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897), in the río Yaqui, Sonora, México. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 13:27-31.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:10-32.
- GALLO-REYNOSO, J. P., N. N. RAMOS-ROSAS, Y O. RANGEL-AGUILAR.** 2008. Depredación de aves acuáticas por la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*), en el río Yaqui, Sonora, México. *Revista mexicana de biodiversidad* 79:275-279.
- GARCÍA, E.** 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México
- GORI, M., G. M. CARPANETO, Y P. OTTINO.** 2003. Spatial distribution and diet of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* in the Ibera Lake (northern Argentina). *Acta Theriologica* 48:495-504.
- GUERRERO-FLORES, J. J., V. MUNDO-HERNÁNDEZ, Y O. MONROY-VILCHIS.** 2005. Distribución y dieta de *Lontra longicaudis* en Temascaltepec, Estado de México. *Memorias del XVIII Congreso Nacional de Zoología*. Monterrey, México.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA.** 1997. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos". Ciudad de México, México.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA.** 2007. Aspectos geográficos de Campeche. In: www.inegi.gob.mx Página consultada el día 20 de febrero de 2007.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA.** 1999. Carta Topográfica de Frontera (E 15-5). Escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- KRUUK, H.** 1992. Scent marking by otters (*Lutra lutra*): signaling the use of resources. *Behavioral Ecology* 3:133-140.
- KRUUK, H.** 1995. *Wild Otters Predation and populations*. Oxford University Press. New York, EE.UU.
- LÓPEZ-MARTÍN, J. M., J. JIMÉNEZ, Y J. RUIZ-OLMO.** 1998. Caracterización y uso del hábitat de la nutria *Lutra lutra* (Linné, 1758) en un Río de carácter mediterráneo. *Galemys* 10:175-190.
- LOUZADA-SILVA, D., T. M. VIEIRA, J. PINHO DE CARVALHO, A. P. HERCOS, Y B. MERGULHÃO DE SOUZA.** 2002. Uso de espaço e de alimento por *Lontra longicaudis* no Lago Paranoá, Brasília, DF. *Universitas Ciências da Saúde* 1:305-316.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S., Y M. ARANDA.** 1999. Análisis de la alimentación de la nutria (*Lontra longicaudis*) (mammalia: carnívora) en un sector del río los pescados, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 76:49-57.
- MARQUES-QUINTELA, F., Y A. GATTI.** 2009. Armadillo (Cingulata: Dasypodidae) in the diet of the neotropical otter *Lontra longicaudis* in Southern Brazil. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 26:78-81.
- NORTH AMERICAN DROUGHT MONITOR.** 2007. Información histórica, Julio de 2007. In <http://smn.cna.gob.mx/productos/sequia/2007/julio/sequiajul07.html> Página consultada el día 02 de noviembre de 2009.
- PACHECO-FIGUEROA, C. J., J. VALDEZ, E. J. GORDILLO, Y E. MOGUEL.** 2007. La herpetofauna de la zona de uso intensivo del Área Protegida Laguna de Términos Campeche, México. *Mesoamericana* 11:94-95.
- PARERA, A.** 1996. Las nutrias verdaderas de la Argentina. Boletín Técnico 21 de la Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- PLATT, S. G., Y T. R. RAINWATER.** 2011. Predation by neotropical otters (*Lontra longicaudis*) on turtles in Belize. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 28:4-10.
- SEMARNAT.** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión exclusión o cambio. Diario Oficial (Segunda Sección). Jueves 30 de Diciembre de 2010. Ciudad de México, México.
- SPÍNOLA, R., Y C. VAUGHAN.** 1995. Dieta de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en la estación biológica La Selva, Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:125-132.
- SOLER-FROST, A. M.** 2004. Cambios en la abundancia relativa y dieta de *Lontra longicaudis* en relación a la perturbación de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- SOLÓRZANO-LÓPEZ, A.** 2004. Serpientes de Costa Rica: Distribución, Taxonomía e Historia. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- VALDEZ-LEAL, J., C. J. PACHECO, E. J. GORDILLO, Y E. MOGUEL.** 2007. La avifauna de la zona de uso intensivo del Área Protegida Laguna de Términos Campeche, México. *Mesoamericana* 11:51-52.

- WALDEMARIN, H. F., Y R. ALVAREZ. 2008. *Lontra longicaudis*. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. In: www.iucnredlist.org Página consultada el día 09 de agosto de 2013.
- WESSA, P. 2008. Bootstrap Plot for Central Tendency (v1.0.3) in Free Statistics Software (v1.1.23-r3), Office for Research Development and Education, URL. In: http://www.wessa.net/rwasp_bootstrapplot1.wasp/

Sometido: 21 de mayo de 2013

Revisado: 26 de julio de 2013

Aceptado: 12 de agosto de 2013

Editor asociado: Juan Pablo Gallo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Apéndice I

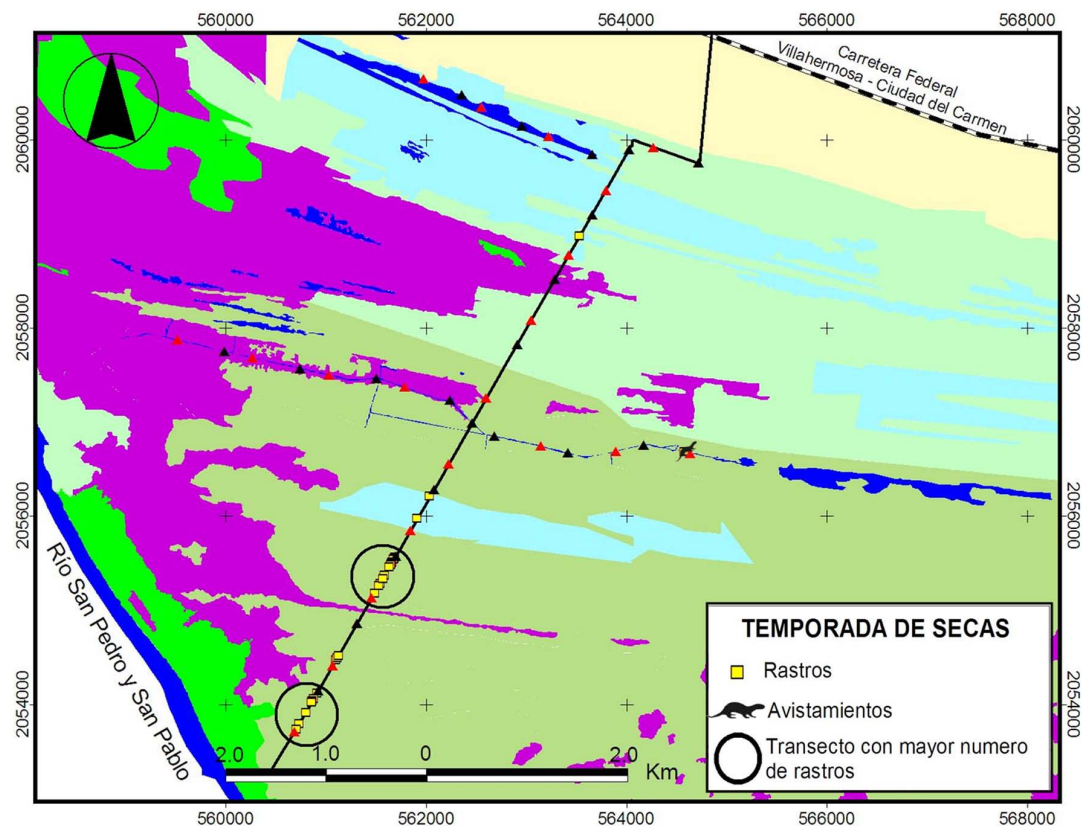


Figura 7. Distribución de las nutrias en temporada de secas (los transectos encerrados en círculos fueron las zonas que registraron el mayor número de rastros).

Apéndice II

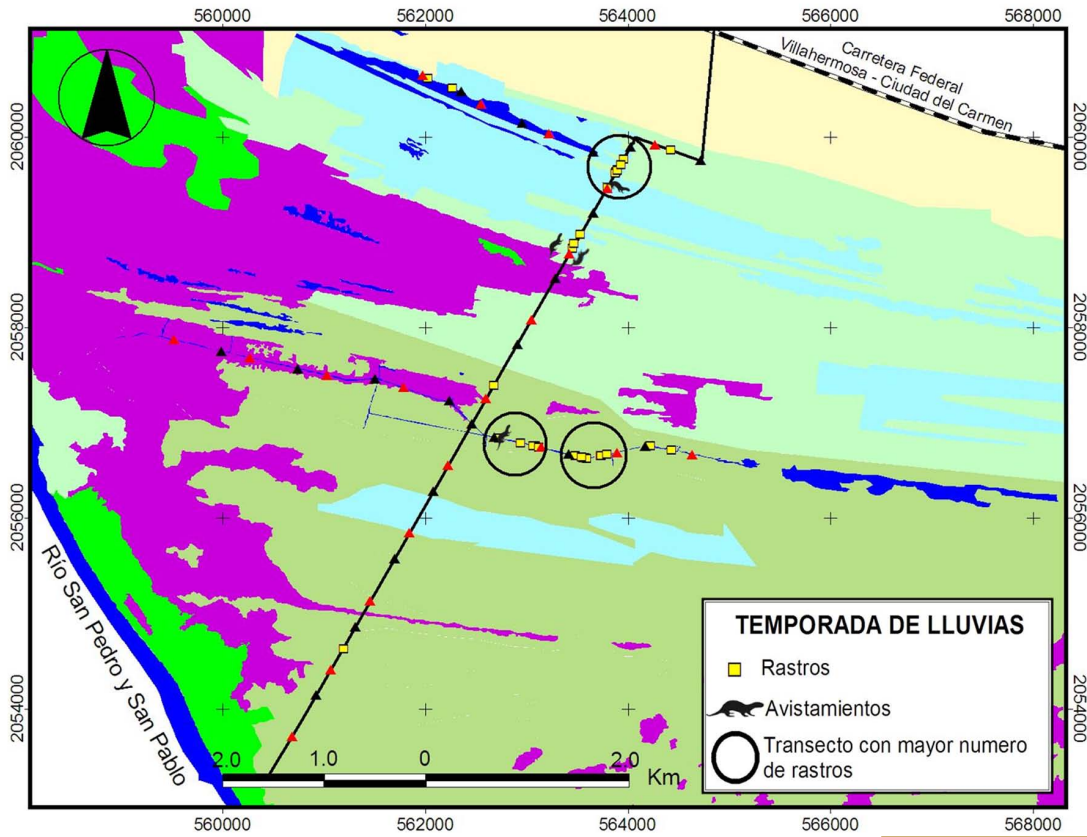


Figura 8. Distribución de las nutrias en temporada de lluvias (los transectos encerrados en círculos fueron las zonas que registraron el mayor número de rastros).

Apéndice III

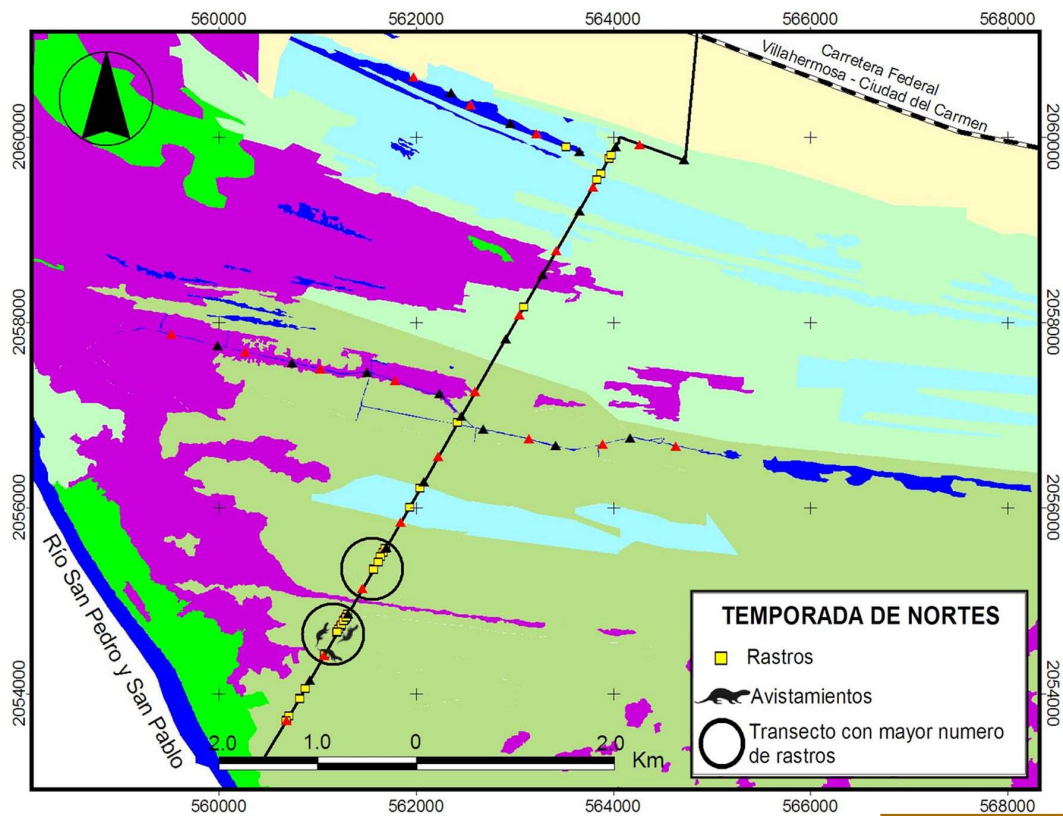


Figura 9. Distribución de las nutrias en temporada de nortes (los transectos encerrados en círculos fueron las zonas que registraron el mayor número de rastros).

Distribución, abundancia y hábitos alimentarios de la nutria (*Lontra longicaudis annectens* Major, 1897) en el Río Grande, Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán Oaxaca, México

Diana Laura Duque-Dávila^{1*}, Emilio Martínez-Ramírez²,
Francisco Javier Botello-López¹ y Víctor Sánchez-Cordero¹

Abstract

We report information on the distribution, abundance and food habits of the Neotropical river otter *Lontra longicaudis annectens*, based on 386 collected scats (281 in the dry season, and 105 in the rainy season). The distribution along a 39.5 km transect was similar in both rainy and dry seasons. The estimates of relative abundance using two models varied according to rates: Gallo-Reynoso (0.508 scats/ km), and Eberhardt-Van Etten, modified for this study (0.016 scats/ km). We obtained a record of *L. longicaudis* with a collecting effort of 18 nights / camera confirming the presence of the species. Food habits analyzing 161 scats revealed presence of seven species of fish (89.62%) of the families Cichlidae, Heptapteridae and Poeciliidae, four reptiles (4.32%) of the families Corythophanidae, Iguanidae and Phrynosomatidae, an unidentified bird (1.77 %), insects of the family Megaloptera (4.13%), and unidentifiable organic matter (0.17%). We recommend continuing studying the natural history of this species for conservation purposes.

Key words: Abundance, distribution, feeding habits, *Lontra longicaudis annectens*, Neotropical otter, Oaxaca.

Resumen

Se encontraron 386 excretas (281 en temporada de secas y 105 en temporada de lluvias). La distribución de la especie a lo largo del trayecto de 39.5 km fue similar tanto en época de lluvias como de secas. Las estimaciones obtenidas en los dos modelos respecto a la abundancia relativa son variables de acuerdo a los índices de Gallo –Reynoso (0.508 excretas/km), y de Eberhardt-Van Etten, modificado para este trabajo (0.016 excretas/km). Con un esfuerzo de captura de 18 noches/trampa, se obtuvo un registro de *L. longicaudis*, con lo que se confirma la presencia de la especie. Para hábitos alimentarios se colectaron 161 heces, identificándose 13 presas: siete especies de peces (89.62%)

¹Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 70-153, México, D.F., México. E-mail: azulahn@hotmail.com (DLD), fjbl@ibiologia.unam.mx (FJB), victor@ibiologia.unam.mx (VSC).

²Área de Acuicultura, Departamento de investigación, Recursos Naturales CIIDIR-IPN-OAXACA, Calle Hornos 1003, Municipio Santa Cruz Xoxocotlán, 71230, Oaxaca, México. E-mail: emartinr@hotmail.com (EMR)

*Corresponding autor

de las familias Cichlidae, Heptapteridae y Poeciliidae, cuatro de reptiles (4.32%) pertenecientes a las familias Corythophanidae, Iguanidae y Phrynosomatidae, un ave (1.77%) la cual no fue identificada, la familia Megaloptera referente a insectos (4.13%) y materia orgánica no identificable (0.17%).

Palabras clave: Abundancia, distribución, hábitos alimentarios, *Lontra longicaudis*, nutria neotropical, Oaxaca.

Introducción

La nutria neotropical *Lontra longicaudis* tiene una amplia distribución, desde el noroeste de México hasta la zona de Argentina (Larivière 1999). En México se distribuye por todo el sur del país hasta el estado de Morelos, donde su distribución se bifurca llegando hasta el sur de Tamaulipas por el lado del Golfo de México y hasta el norte de Sonora y Chihuahua por el lado de Pacífico sur (Gallo-Reynoso 1997; Larivière 1999; Aranda 2000; Patterson *et al.* 2005; Soler 2005).

Usualmente la especie habita desde el nivel del mar hasta los 1,700 msnm, aunque en México se han registrado hasta los 2,000 msnm (Gallo-Reynoso 1997; Santos-Moreno *et al.* 2003), siendo a 3,000 msnm la mayor altitud en la que se han observado (Larivière 1999). La mayoría de las nutrias mexicanas se encuentran en ríos de los planos costeros y en ríos permanentes de la Sierra Madre Occidental (Villa y Cervantes 2003). En Oaxaca se tiene evidencia de su presencia en las siguientes regiones: Istmo de Tehuantepec, Costa, Sierra Mixteca, Sierra Madre de Oaxaca y recientemente se reportó en la región de la cañada (Gallo-Reynoso 1997; Cruz 2000; Santos-Moreno *et al.* 2003; Casariego 2004; Botello 2006a).

El hábitat reportado para la nutria neotropical corresponde a ríos y arroyos de amplio caudal, presas, manglares, lagos y lagunas costeras con amplia vegetación riparia y sitios de protección; tanto en bosques tropicales como en climas fríos, pero siempre sobre las corrientes y fuentes de agua. Estos sitios son fundamentales para la obtención de alimento durante todo el año ya que la mayoría de sus presas son organismos estrictamente acuáticos, aunque en ocasiones caza anfibios, reptiles, aves, mamíferos e incluso insectos (Gallo-Reynoso 1989; Gallo-Reynoso 1997; Larivière 1999; Aranda 2000; Simón 2003; Soler 2005).

Lontra longicaudis puede ocupar áreas cercanas a las áreas de actividad humana (Larivière 1999). Sin embargo, por su tamaño, requerimientos espaciales, alimentación y comportamiento, es sensible a los cambios drásticos en su hábitat, por lo que se considera un indicador indirecto de la perturbación de los ecosistemas acuáticos (Lodé 1993; Gallo-Reynoso 1989; Holl y Cairns Jr. 2002). En México la población está declinando por diversos factores que impactan negativamente el ecosistema, como la deforestación y las prácticas agrícolas que ocasionan el arrastre del suelo y con ello la sedimentación y eutrofización dando como resultado la desecación y muerte de los ecosistemas acuáticos (Gallo-Reynoso 1989).

En marzo del 2005 se observaron los primeros rastros que confirmaron la presencia de la especie en el Río Grande, Oaxaca dentro la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Botello *et al.* 2006a). Debido a que se trata de un área de conservación consideramos trascendental el contribuir con la generación de información básica como

lo son la distribución, abundancia y hábitos alimentarios de *L. Longicaudis* para llevar a cabo planes de manejo, conservación y recuperación de la especie en la zona.

Material y Métodos

La formación hidrológica de mayor importancia en la Cañada Oaxaqueña es el Río Grande. Este río recorre la zona en dirección sureste-noroeste y es abastecido por varios afluentes como La Venta, Las Vueltas, Tomellín y Apoala. En la agencia municipal de Santiago Quiotepec del municipio de San Juan Bautista Cuicatlán se une al Río Salado y continúa su recorrido hacia el noreste, pero con el nombre de Río Santo Domingo que desemboca en la presa Cerro de Oro o Miguel de la Madrid. A partir de esta presa se une con el Río Tonto, que proviene de la presa Presidente Miguel Alemán o Temascal, formando en conjunto el Río Papaloapan que desemboca al mar en el Golfo de México (Reyes et al. 2004). El área de estudio ubicada a lo largo del Río Grande, se dividió en cinco transectos de diferentes distancias, dependiendo de los accesos: Quiotepec, Quiotepec/Obos, Obos/Cuicatlan, Cuicatlán/Chicozapotes y Chicozapotes/Chilar. Se buscaron rastros que dieran indicios de la presencia de la especie mediante el método de transecto libre (Gallo-Reynoso 1989; Simón 2003). Los muestreos se clasificaron en dos épocas: secas (I, II y III), de enero a abril del 2006 al final de cada mes, esto para obtener una consistencia en el tiempo de depósito de la excretas. Sólo en el caso de marzo se extendió el muestreo un par de días por eso se considera abril. La época de lluvias (I, II y III) de mayo a septiembre del 2006, se tomaron los mismos parámetros de tiempo y al igual que en secas el ultimo muestreo se extendió hasta el siguiente mes.

Si bien no se determinó la antigüedad de las heces, sólo fueron colectadas las frescas de acuerdo al grado de humedad y consistencia (completas o desmoronadas; Spínola y Vaughan 1995a).

Todos los registros fueron georeferenciados para señalar la distribución de la especie en el Río Grande mediante el programa ArcView 3.2 (ESRI 1999). Se tomaron en cuenta huellas, heces, madrigueras y todo lo que diera indicios de la presencia de la especie, empleando las claves de identificación de Aranda (2000). Las huellas se colectaron utilizando moldes de yeso de tipo "Paris" y se compararon morfológicamente con las ya existentes en la colección Mastozoológica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (Gallo-Reynoso 1989). Todas las huellas fueron fotografiadas y montadas de acuerdo a lo propuesto por Botello et al. (2006b, 2007) y se incluyeron en la Colección de Fotocolectas Biológicas del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma México (<http://unibio.unam.mx/irekani/handle/123456789/26520?proyecto=Irekani>)

Para determinar la abundancia relativa se utilizaron dos índices:

- I. Gallo-Reynoso (1996):

$$N^{\circ} \text{ de nutrias/km} = \frac{N^{\circ} \text{ de excretas en el área} / \text{Tasa de defecación}}{\text{Total de km recorridos}}$$

La tasa de defecación empleada fue la obtenida por Gallo-Reynoso (1996) para dos nutrias neotropicales adultas (3 excretas/día).

- II. Eberhardt y VanEtten (1956).

Este índice se modificó en la siguiente fórmula para poder aplicarlo a este estudio.

La fórmula para convertir número de excretas por área es,

$$E = \frac{(ET) / (TP) (3)}{\text{Total de km recorridos}}$$

ET = Número de excretas en el área.

TP = Tiempo en que se depositan las heces en días (Tiempo de depósito)

3 = Tasa de defecación obtenida por Gallo-Reynoso (1996).

Los resultados obtenidos de abundancia relativa fueron analizados con el programa estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versión 12,0 (IBM), aplicando los estadísticos no paramétricos de Kruskal- Wallis. Se utilizó la prueba de Tukey-Kramer ($P < 0.05$) para comparar entre pares.

Las heces fueron identificadas *in situ* de acuerdo a su forma, tamaño, olor y restos siendo depositadas en bolsas de papel y llevadas al laboratorio (Aranda 2000), en donde se procesaron para conocer la dieta de la especie, siguiendo la metodología planteada por Rojas (2001). Los peces fueron identificados por medio de la placa hipúrica (Barragán 1984). Las muestras con las que se compararon los restos presentes en las heces se encuentran en la Colección Científica de Peces Continentales del CIIDIR Oaxaca, con registro SEMARNAT N° OAX-PEC-122-0302. Los invertebrados fueron identificados con el apoyo de A Morales Moreno del Área de Entomología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Los reptiles por medio de escamas y dientes (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen 2006; Estes 1983; Estes y Pregill 1988; García y Ceballos 1994). Los restos de aves fueron llevados a la colección de aves del Instituto de Biología, pero no pudieron ser identificados. Finalmente, se elaboró una lista de las especies que componen la dieta de *L. longicaudis*, según los organismos identificados.

Adicionalmente se colocaron tres fototruampas (Botello *et al.* 2008; Wilson *et al.* 1996) en sitios donde se detectaron rastros de la presencia de la especie (Sayago 2004) y en zonas preferenciales de *L. longicaudis* como pozas grandes, apartadas y sombreadas (Gallo-Reynoso 1989). Cada fototrampa fue instalada en un árbol a una distancia mínima de 5 km entre cada una, considerando que esta es la extensión promedio del ámbito hogareño de la especie (Gallo-Reynoso 1989), cambiándolas de lugar cada tres semanas aproximadamente, remplazando el rollo fotográfico así como las baterías (Botello *et al.* 2008).

Resultados

Distribución. En el trayecto del Río Grande, que va desde la Presa Matamba hasta Quiotepec (39.5 km.), tomando como punto de partida las coordenadas 17.912750° latitud norte, -96.970111° longitud oeste y 17.723972° latitud norte, -96.929944° longitud oeste como lugar de conclusión, se encontraron un total de 386 excretas (281 en temporada de secas y 105 en temporada de lluvias), de las cuales se colectaron 161 para los análisis de hábitos alimentarios. En el transecto Quiotepec/Obos se registraron 152 excretas, en Obos/Cuicatlán 86, 38 en Cuicatlán/Chicozapotes, 85 en Chicozapotes/Chilar y 25 en Quiotepec (Fig. 1, Tabla 1).

En cada muestreo se registraron las diferentes actividades antropogénicas en el río, así como aspectos que pudieran perjudicar la distribución de la especie en la zona.

Cerca de los poblados se observó acumulación de basura y desembocaduras de drenajes no encontrando rastros de la especie en estas zonas. Durante los transectos

donde se observaron mayor cantidad de rocas grandes, pozas, escondites y vegetación fueron Quiotepec/Obos y Chicozapotes/Chilar lo que coincide con los resultados de abundancia relativa.

Con un esfuerzo de captura de 18 noches/trampa (de un total de 103 noches/trampa), se obtuvo el registro de *L. longicaudis* (Fig. 2), con lo que se obtiene la primer fotocolecta de la especie en la zona.

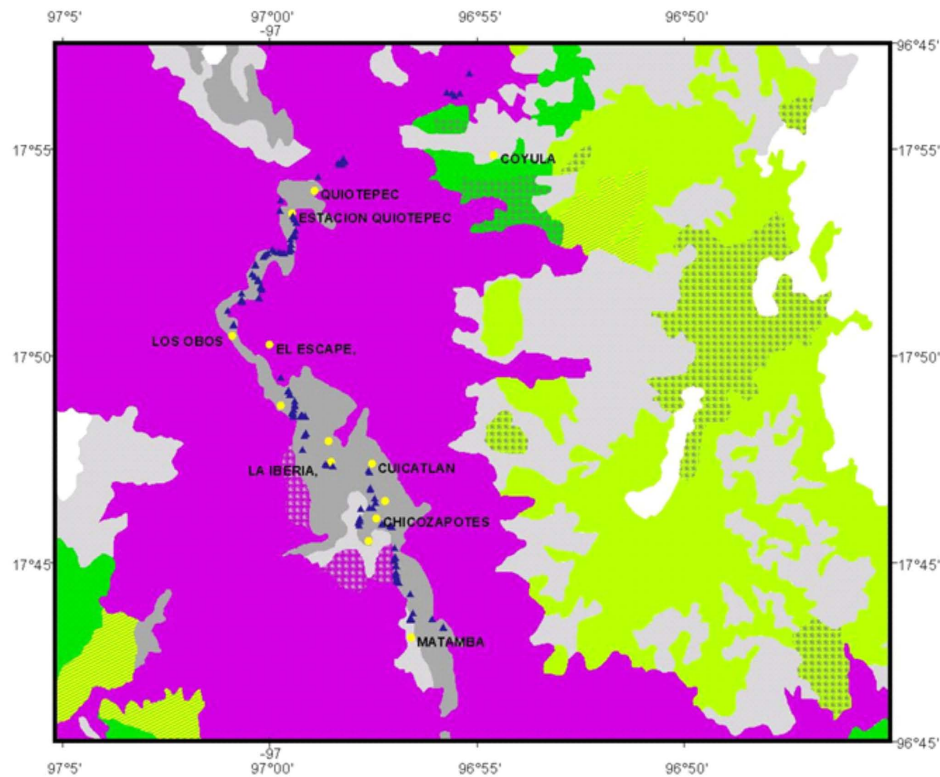


Figura 1. Distribución de los registros de *L. longicaudis* en las dos épocas estacionales a lo largo del Río Grande. Los registros del extremo norte se obtuvieron fuera de la zona de muestreo, paralela al poblado de Coyula.



Abundancia Relativa. El índice de abundancia relativa es mayor en temporada de secas que en la de lluvias. Con el Modelo I (Gallo-Reynoso 1996) el transecto con mayor abundancia fue Chicozapotes/El Chilar (0.689 nutrias/km), mientras con el Modelo II (Eberhardt y Van Etten 1956) fue Quiotepec/Obos (0.104 nutrias/km; Tabla 1).

El resultado de la abundancia relativa en el área de estudio para cada muestreo de acuerdo a los índices de Gallo-Reynoso (1996), Modelo I = 0.508 nutrias/km, y de Eberhardt y Van Etten (1956) modificado para este trabajo, Modelo II = 0.016 excretas/km). Los datos más altos para el Modelo I, ya que no toma en cuenta el tiempo de depósito de las excretas mientras que los datos del Modelo II, que sí los toma en cuenta y muestran resultados extremadamente bajos (Tabla 2). En el transecto Quiotepec/Obos, con el Modelo I, se obtuvo la abundancia más alta con 1.163 nutrias/km en el primer muestreo de secas y la más baja en el primer muestreo de lluvias en el tramo de

Quiotepec con 0 nutrias/km.

El índice de abundancia es mayor para la temporada de secas respecto a la de lluvias al igual que el análisis Kruskal-Wallis que demuestra que en la época de secas la abundancia de nutrias es mayor que en la época de lluvias ($\chi^2 = 11.757$, g.l. = 5, $P = 0.038$). La Prueba de Tukey-Kramer no indicó diferencias significativas entre los datos de los seis muestreos.

TRANSECTOS	Km	SECAS (Muestreos)			LLUVIAS (Muestreos)		
		I	II	III	I	II	III
Quiotepec/Obos	12.25	60	44	9	13	21	5
Obos/Cuicatlán	9.25	33	40	2	5	2	4
Cuicatlán/Chicozapotes	5.75	20	7	3	6	1	1
Chicozapotes/Chilar	6.5	14	20	8	14	15	14
Quiotepec	5.75	4	16	1	0	1	3

Tabla 1. Número de excretas obtenidas en cada uno de los transectos recorridos en el río Grande, Reserva de la Biosfera Tehucán-Cuicatlán, Oaxaca en época de secas (enero a abril) y de lluvias (mayo a septiembre) del 2006.

Hábitos Alimentarios. Se analizaron 161 excrementos, identificándose 13 diferentes presas: siete especies de peces (89.62%), cuatro de reptiles (4.32%), un ave (1.77%), una familia de insecto (4.13%) y materia orgánica no identificable (0.17%; Tabla 3). A pesar de que los peces son las principales presas de *L. longicaudis*, el consumo de insectos aumentó en la época de lluvias (Muestreo II) y los reptiles y las aves en la época de secas (Muestreo III; Fig. 3).

Discusión

La distribución de la especie a lo largo del trayecto de 39.5 km que abarca desde Quiotepec hasta la Presa Matamba fue similar tanto en época de lluvias como de secas, no encontrando rastros cerca de los poblados dentro de este trayecto. Spínola y Vaughan (1995a) afirman que las perturbaciones afectan significativamente a las poblaciones de nutrias, ya que disminuye la disponibilidad de sus presas, lo que se considera el principal factor limitante en la distribución y abundancia de *L. longicaudis* (Gallo-Reynoso 1996; Macías-Sánchez 2003).

MODELO	MUESTREOS					
	SECAS			LLUVIAS		
	I	II	III	I	II	III
I	1.105	1.071	0.194	0.321	0.337	0.228
II	0.037	0.036	0.006	0.011	0.011	0.007

Tabla 2. Abundancia relativa de *L. longicaudis* (nutrias/km) por muestreo, obtenida con los Modelos I de Gallo-Reynoso (1996) y II Eberhardt y Van Etten (1956).

La estimación de abundancia de *L. longicaudis* en el Río Grande mediante el Modelo I, es elevada respecto a la obtenida en algunas otras zonas de México (0.508 nutrias/km). En ríos del estado de Oaxaca la abundancia que se encontró con el Modelo I, es de 0.056 nutrias/km en el Río Ayuta, 0.413 nutrias/km en el Río Copalita y 1.095 y 3.7 nutrias/km en el Río Zimatán; en el estado de Veracruz se calculo 2.45 nutrias/km en el Río Los Pescados y 6.26 nutrias/km en el Río Actopan; y en el Río Yaqui, Sonora se estimó una abundancia de 0.34 nutrias/km (Casariego 2004; Cruz 2000; Gallo-Reynoso 1996;

Macías-Sánchez 2003). Aunque el Modelo I (0.508 nutrias/km) no toma en cuenta el tiempo de depósito de las excretas, consideramos que en nuestro caso brinda resultados confiables puesto que sólo se recolectaron excrementos frescos. Los valores obtenidos mediante el Modelo II fueron más bajos (0.02 nutrias/km). Sin embargo, este modelo asume que todas las excretas permanecen durante el tiempo de depósito calculado, sin tomar en consideración la posible influencia de los cambios en el nivel del río, la coprofagia de insectos y la remoción por viento y lluvia, circunstancias que subestiman la abundancia.

Por lo anterior consideramos que esta población se encuentra en un buen nivel de conservación respecto a otras poblaciones en México como las analizadas por Casariego (2004), Gallo-Reynoso (1996) y Orozco-Meyer (1998). El nivel bajo de antropización en la zona y el tipo de cuerpo de agua monitoreado en este estudio podrían ser algunas de las razones de estos resultados. Los ríos perennes como el Río Grande, mantienen un buen nivel de agua aun en época de sequía, así como de disponibilidad de alimento para las nutrias.

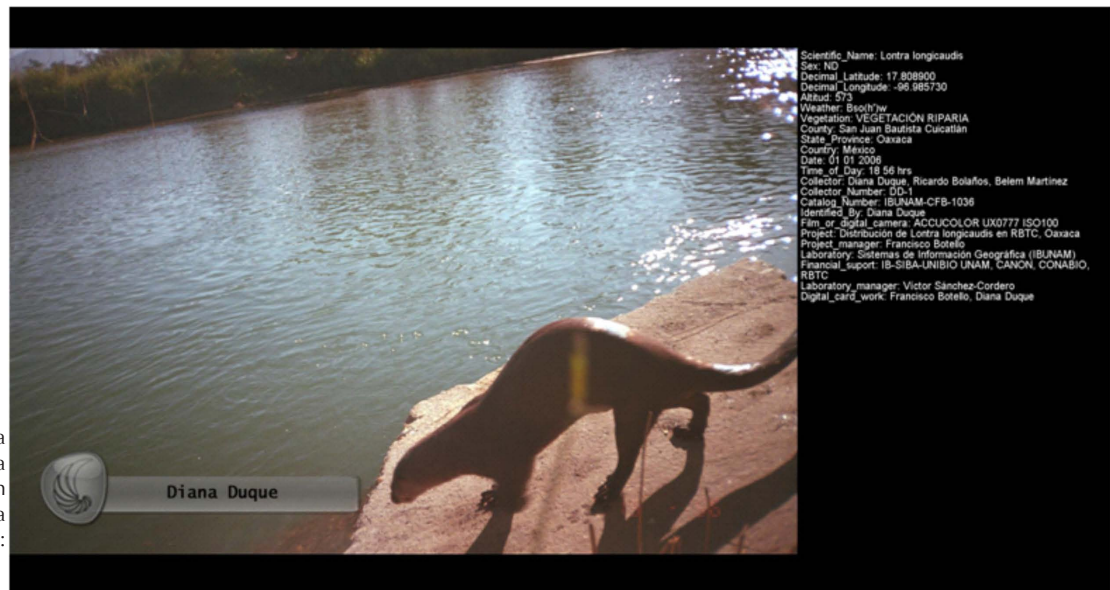


Figura 2. Ficha digital de fotocolecta de *L. longicaudis* en Cuicatlán, Oaxaca (Número de catálogo: IBUNAM-CFB-1036).

El mayor número de rastros se obtuvieron en los transectos Quiotepec/Obos y Chicozapotes/Chilar lo que podría ser a consecuencia del ambiente favorable que presentan: durante los muestreos se observó menor perturbación humana, mayor cantidad de pozas, grandes bloques de rocas, abundante vegetación y espacios para situar sus madrigueras (Gallo-Reynoso 1989).

Durante el primer muestreo en época de lluvia en el tramo de Quiotepec se obtuvo la abundancia más baja ya que no se registró ninguna excreta, lo que probablemente se debió a que las crecientes del río lavaron los pocos lugares de depósito que se encontraban, borrando cualquier rastro de la especie, por lo que puede ser necesario utilizar otros métodos para evaluar la abundancia de la especie en la zona. Parera (1996) con observación directa, reporta para la Laguna Iberá, Argentina, 1.47 – 2.43 nutrias/km. Este registro de abundancia es de los más altos, sin embargo, Orozco-Meyer (1998) en las riberas del Río Hondo, Quintana Roo reporta una abundancia de 0.21 nutrias/

km con el mismo método, aclarando que la zona de estudio está muy influenciada por el hombre, tanto por los asentamientos como por las actividades socioeconómicas, con todas las consecuencias que esto implica. Larivière (1999) reporta una densidad general poblacional para la especie de 0.81 a 2.76 nutrias/km.

La estimación más elevada encontrada hasta el momento es en “La Estación Biológica La Selva”, Costa Rica, en donde Spínola y Vaughan (1995a) obtuvieron una abundancia de 2.55 a 6.78 heces/km, lo que muy probablemente se deba a que este índice no considera ni el tiempo de depósito ni la tasa de defecación, por lo que es posible que se sobreestime la abundancia. Casariego (2004) considera este modelo poco recomendable si se utiliza solo.

ESPECIES - PRESA				
PECES (89.62%)	REPTILES (4.32%)	AVES (1.77%)	INSECTOS (4.13%)	MAT. ORGANICA (0.17%)
Cichlidae	Corythophanidae	No identificada	Megaloptero	No identificada
<i>Paraneetroplus bulleri</i>	<i>Basiliscus vittatus</i>		Coriladydae	
Pimelodidae	Iguanide			
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	<i>Iguana iguana</i>			
Poeciliidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>			
<i>Heterandria bimaculata</i>	Phrynosomatidae			
<i>Poecilia sphenops</i>	<i>Sceloporus</i> sp.			
<i>Poeciliopsis fasciata</i>				
Profundulidae				
<i>Profundulus punctatus</i>				
Characidae				
<i>Astyanax aeneus</i>				

Tabla 3. Porcentajes y especies identificadas como presas de *L. longicaudis*.

El mayor número de excrementos por kilómetro se encontró en el mes de enero, probablemente porque en época de secas el caudal no aumenta lo que evita que las excretas sean llevadas o dispersadas (Aranda *et al.* 1980).

En el tercer muestreo de secas (abril y mayo) se observó mayor contaminación y perturbación debido a la actividad turística de Semana Santa, lo que aparentemente repercutió en la frecuencia de los registros de *L. longicaudis*. Cabe la posibilidad de que en el Río Grande la influencia antropogénica afecte más a *L. longicaudis* de lo que las condiciones del agua afectan a las poblaciones de peces y crustáceos, lo que ha sido reportado en otros estudios. En España se registró que en la distribución e intensidad de marcaje de la nutria euroasiática (*Lutra lutra*) el factor humano es más perjudicial que el ambiental (Barbosa *et al.* 2001; Preda y Granado-Lorencio 1996) y en México Macías-Sánchez (2003) estimó la menor abundancia de *L. longicaudis* en el Río Los Pescados, en donde observó mayor contaminación y actividad turística, aunque también reporta menor abundancia de presas. Este autor hace referencia a los trabajos realizados por Perrin y D’Inzillo Carranza (2000), quienes encontraron que la abundancia de nutrias de cuello manchado (*Lutra maculicollis*) en Sudáfrica estuvo determinada ya sea por la

cobertura vegetal o por la perturbación humana.

Los fenómenos naturales son uno de los factores que influyen en la abundancia de la especie. En Octubre del 2005, dos meses antes del comienzo del presente estudio, el Huracán Stan provocó el desborde del Río Grande, lo que pudo haber afectado temporalmente el comportamiento y distribución de la especie, pero debido a la falta de estudios previos, no es posible afirmar lo anterior. Para comprobar si el patrón de abundancia de *L. longicaudis* se mantiene sería necesario registrar datos tanto en temporada de flujos normales como atípicos. Otro elemento determinante para la presencia de *L. longicaudis* es la abundancia de las especies presa (Macías-Sánchez 2003) misma que no ha sido evaluada en la zona.

En el área de estudio los peces, como grupo, constituyeron las presas más importantes, lo que coincide con lo reportado por varios autores (Gallo-Reynoso 1986; 1989; 1996; Helder y De Andrade 1997; Larivière 1999; Macías-Sánchez y Aranda 1999; Pardini 1998; Parera 1993), aunque difiere con los resultados de Arellanes (2004), Casariego (2004), Macías-Sánchez y Aranda (1999) y Spínola y Vaughan (1995b), quienes señalan a los crustáceos como las presas de mayor importancia.

Las familias de peces encontradas fueron en su mayoría de nado lento (Cichlidae, Pimelodidae y Profundulidae). Gallo-Reynoso (1989) indica que las nutrias seleccionan con mayor frecuencia a las especies abundantes y lentas, por lo que *L. longicaudis* se ha definido como una especie generalista que consume como alimento aquel que se encuentra disponible.

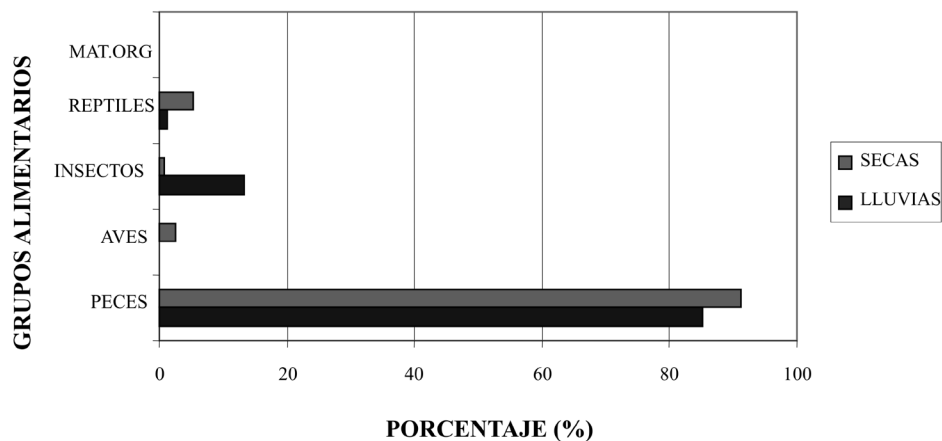


Figura 3. Porcentaje de grupos presa consumidos por *L. longicaudis* de acuerdo a la época del año.

Las especies de peces encontradas en la alimentación son nativas de la zona. *Rhamdia guatemalensis* aparece en el rubro de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), aunque por ser un organismo que ha cohabitado con *L. longicaudis* no se considera que su depredación por el mustélido lo ponga en peligro potencial.

Sin embargo la declinación de otras especies presa, como sería el caso de los crustáceos, que no se observaron, ni en los recorridos, ni como parte de las excretas, podría colocar a *L. longicaudis* en una situación desfavorable, dependiendo también del estado de las poblaciones de peces y otras especie presa presentes en el sitio. Los pobladores de la zona afirman que los últimos cangrejos vistos desaparecieron hace más de tres décadas, debido a la contaminación producida por una mina de asbesto, que

actualmente esta inactiva. La ausencia de especies, como crustáceos y peces, en los ríos medianos contaminados con desechos de minería, entre otros, ha provocado que las poblaciones de *L. longicaudis* hayan declinado (Gallo-Reynoso 1997).

Las cuatro especies de reptiles encontradas en la dieta se relacionan estrechamente con los cuerpos de agua. La familia Iguanidae tiende a estar cerca de los cuerpos de agua, donde tiene sus asoleaderos y ocasionalmente se introducen en ellos. *Ctenosaura pectinata*, especie endémica que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como amenazada e *Iguana iguana*, bajo protección especial en la misma norma (SEMARNAT 2010). Al igual que la familia Iguanidae el género *Sceloporus* está relacionado con cuerpos de agua y varias especies de éste se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el apartado de protección especial (Álvarez del Toro 1982; Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen 2006; García y Ceballos 1994; Ramírez-Bautista 1994; SEMARNAT 2010). *Basiliscus vittatus* es un lagarto de talla mediana estrechamente asociado a las corrientes de agua (Álvarez del Toro 1982; Ramírez-Bautista 1994). Este reptil es muy conocido por su habilidad para cruzar frecuentemente cuerpos de agua, por lo que no es de extrañar que sea capturado por *L. longicaudis*.

No fue posible identificar la especie a la que pertenecían los restos de ave encontrados en las excretas analizadas debido a que las plumas estaban en muy mal estado, aunque como en el caso de los reptiles pudiera tratarse de una especie asociada al ambiente acuático, probablemente pertenecen al cormorán *Phalacrocorax brasilianus*, presa común de la nutria neotropical (Gallo-Reynoso 1989; Gallo-Reynoso *et al.* 2008).

Los restos de insectos en las muestras fueron escasos en comparación con los resultados obtenidos por Gallo (1989; 1997), Macías-Sánchez y Aranda (1999), y Pardini (1998). Sin embargo, en todas las publicaciones consultadas existen registros sobre la depredación de estos organismos. Knudsen y Hale (1968) señalan que *Lutra candensis* a menudo come insectos acuáticos cuando la comida escasea.

Los órdenes de insectos en cada estudio son diferentes siendo los más relevantes: Coleoptera (Gallo 1989,1997; Helder y de Andrade 1997) y Megaloptera (Arellanes 2004; Pardini 1998) así como en el presente estudio. Los Megalopteros son organismos asociados a cuerpos de agua debido a que la larva se encuentra en zonas fangosas cerca de las orillas de los ríos (Ramírez 2006), convirtiéndose en presas potenciales para *L. longicaudis*.

El hallazgo de materia vegetal fue escaso por lo que podría considerarse como ingesta accidental a pesar de que en otros trabajos se menciona el consumo de algunos pastos y restos de hojas (Arellanes 2004; Gallo-Reynoso 1997; Quadros y Monteiro-Filho 2002).

No se registró el consumo de mamíferos en el área de estudio, a diferencia de otras investigaciones, lo que probablemente se deba a que la especie no tiene necesidad de depredar estos organismos, lo que podría indicar que las poblaciones de peces, su principal fuente de alimento, se encuentran en buenas condiciones.

Existen varios índices para estimar la abundancia de la especie, por lo tanto, los resultados sólo pueden compararse con índices similares por lo que se sugiere uniformizar el método y el índice empleado para reportar la abundancia relativa de la especie. Sin embargo, los datos presentados indican que en la porción monitoreada de Río Grande la población de la especie se encuentra dentro de los parámetros respecto a otras poblaciones monitoreadas anteriormente. La frecuencia de rastros de *L. longicaudis*

en los transectos Quiotepec/Obos y Chicozapotes/Chilar confirma que este organismo prefiere lugares con pozas grandes y corrientes de agua rápida, como se observó durante los recorridos de estos transectos. Los rastros de la especie ocurrieron con más frecuencia en los transectos donde se observó menos perturbación humana, por lo que esto puede ser ratificado como un factor que afecta directamente la distribución y abundancia de *L. longicaudis*. Por otro lado se identificaron 13 especies presa, siendo los peces el principal grupo consumido. Dentro de ellos, los peces reportados como lentos y que aparentemente presentan mayor abundancia en la zona fueron los más consumidos por lo que se apoya la teoría de que *L. longicaudis* es una especie oportunista y generalista.

Se sugiere continuar con el monitoreo de la especie en la zona, fundamentalmente enfocando los esfuerzos a correlacionar la presencia y abundancia de la especie con la actividad antrópica, la disponibilidad de presas y características físicas como la profundidad y el flujo de agua.

Agradecimientos

Agradecemos a la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán por su apoyo financiero y logístico; Al Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial al Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica por las oportunidades brindadas tanto en instalaciones como en la parte económica y al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad, Oaxaca por las disposiciones para identificar algunos organismos de este estudio.

Literatura citada

- ÁLVAREZ DEL TORO, M. 1982. Los reptiles de Chiapas. Tercera Edición. Instituto de Historia Natural. Tuxtla Gutiérrez, México.
- ARANDA, J. M., C. M. DEL RÍO, L. COLMENERO, Y V. MAGALLÓN. 1980. Los mamíferos de la Sierra del Ajusco. Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Departamento del Distrito Federal. Ciudad de México, México.
- ARANDA, J. M. 2000. Huellas y otros rastros de mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- ARELLANES, L. E. 2004. Hábitos alimentarios de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en el río Zimatán, San Miguel del Puerto, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Oaxaca, México.
- BARBOSA, A. M., R. REAL, A. L. MÁRQUEZ, Y M.A. RENDÓN. 2001. Spatial environmental and human influences on the distribution of otter (*Lutra lutra*) in the Spanish provinces. *Diversity and Distribution* 7:137-144.
- BARRAGÁN, J. 1984. Análisis de restos de peces en una excavación arqueológica en el estado de Sonora. Tesis de Licenciatura en Biología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México.
- BOTELLO, F. J., J. M. SALAZAR, P. ILLOLDI-RANGEL, M. LINAJE, G. MONROY, D. DUQUE, Y SÁNCHEZ-CORDERO, V. 2006a. Primer registro de la nutria de río (*Lontra longicaudis*) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Revista Mexicana*

de Biodiversidad 77:133-135.

- BOTELLO, F. J., G. MONROY, P. ILLOLDI-RANGEL, I. TRUJILLO-BOLIO, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2006b. Colección Nacional de Fotocolectas Biológicas (CNFB): Una propuesta del uso de la imagen digital al servicio del conocimiento de la biodiversidad. Pp. 201-204, in Colecciones Mastozoológicas de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, M. A. Briones-Salas, y F. A. Cervantes, eds.). Sociedad Mexicana de Mastozoología A. C. Ciudad de México, México.
- BOTELLO, F. J., G. MONROY, P. ILLOLDI-RANGEL, I. TRUJILLO-BOLIO, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2007. Sistematización de imágenes obtenidas por fototrampeo: una propuesta de ficha. Revista Mexicana de Biodiversidad 79:207-210.
- BOTELLO, F. J., V. SÁNCHEZ-CORDERO, Y G. GONZÁLEZ.** 2008. Diversidad de Carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. Pp. 335-354, in Avances en el estudio de los Mamíferos de México II. (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología. A. C. Ciudad de México, México.
- CANSECO-MÁRQUEZ, L., Y G. GUTIÉRREZ-MAYEN.** 2006. Guía de Campo de los Anfibios y Reptiles del Valle de Zapotitlán, Puebla. Sociedad Mexicana de Herpetología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- CASARIEGO, M. A.** 2004. Abundancia relativa y hábitos alimentarios de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) en la Costa de Oaxaca, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- CRUZ, A. J.** 2000. Abundancia relativa de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) del río Zimatán, Costa de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Oaxaca, México.
- EBERHARDT, L. L., Y R. C. VAN ETEN.** 1956. Evaluation of the pelletgroup count as a deer census method. Journal of Wildlife Management 20:70-74.
- ESRI.** 1999. Arc View ver. 3.2. Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands. Redlands, EE.UU.
- ESTES, R.** 1983. Sauria Terrestria Amphisbaenia. Pp. 1-249 in Handbuch der Paläoherpetologie (Wellnhofer, P. Ed.). Part 10^a. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, Alemania.
- ESTES, R., Y G. PREGILL.** 1988. Phylogenetic relationships of lizard families. Stanford University Press. Stanford, EEUU.
- GARCÍA, A., Y G. CEBALLOS.** 1994. Guía de Campo de los Reptiles y Anfibios de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixamala A. C. Guadalajara, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1986. Otters in Mexico. Otters the Journal of the Otter Trust 1:19-24.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1989. Distribución y estado actual de la nutria o perro de agua (*Lutra longicaudis annectens*, Major, 1897) en la Sierra Madre del Sur, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1996. Distribution of the neotropical river otter (*Lutra longicaudis annectens*, Major, 1897) in the Río Yaqui, Sonora, México. IUCN Otter Specialist

Group Bulletin 13:27-31

- GALLO-REYNOSO, J. P.** 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens*, Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:10-32.
- GALLO-REYNOSO, J. P., N. N. RAMOS-ROSAS, Y O. RANGEL-AGUILAR.** 2008. Depredación de aves acuáticas por la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*), en el Río Yaqui, Sonora, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:275-279.
- HELDER, J., Y DE ANDRADE, H. K.** 1997. Food and feeding habits of the neotropical river otter *Lontra longicaudis*. *Mammalia* 61: 193-203.
- HOLL, K. D., Y J. CAIRNS JR.** 2002. The ecological context: A landscape perspective. Pp 1-444 in *Handbook of ecological restoration* (Perrow, M. R., y J. D. Davy, eds.). Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.
- KNUDSEN, G. J., Y J. HALE.** 1968. Food habits of otters in the great lakes region. *Journal of Wildlife Management* 32:89-93.
- LARIVIÈRE, S.** 1999. *Lontra longicaudis*. *Mammalian Species* 609:1-5.
- LODÉ, T.** 1993. The decline of otter *Lutra lutra* population in the region of the pays de Loire, Western France. *Biological conservation* 65:9-13.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S.** 2003. Evaluación del hábitat de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis* Olfers, 1818) en dos ríos de la zona centro del estado de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S., Y J. M. ARANDA.** 1999. Análisis de la alimentación de la nutria *Lontra longicaudis* (Mammalia: Carnivora) en un sector del Río Los Pescados, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 76:49-57.
- OROZCO-MEYER, A.** 1998. Tendencia de la distribución y abundancia de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*, Major, 1897) en la ribera del Río Hondo, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Chetumal. Chetumal, México.
- PARDINI, R.** 1998. Feeding ecology of the neotropical river otter *Lontra longicaudis* in an Atlantic Forest stream, south- eastern Brazil. *Journal of Zoology London* 245:386-391.
- PARERA, A.** 1993. The Neotropical River Otter *Lutra longicaudis* in Iberá Lagoon, Argentina. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 8:13-16.
- PARERA, A.** 1996. Estimating river otter *Lutra longicaudis* population in Iberá lagoon. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 13:77-83.
- PATTERSON, B. D., G. CEBALLOS, M. F. SECHREST, M. F. TOGNETTI, T. BROOKS, L. LUNA, P. ORTEGA, I. SALAZAR, Y B. E. YOUNG.** 2005. Digital distribution maps of the mammals of the western hemisphere, version 2.0. *Nature Serve*, Arlington, Virginia. Virginia, EE.UU.
- PERRIN, M. R., Y I. D'INZILLO CARRANZA.** 2000. Habitat use by spotted-necked otters in the KwaZulu-Natal Drakensberg. *South African Journal of Wildlife Research* 30:8-14.
- PREDA, J., Y C. GRANADOS-LORENCIO.** 1996. The relative influence of riparian habitat structure and fish availability on otter *Lutra lutra* L. Sprinting activity in a small Mediterranean catchment. *Biological Conservation* 76:9-15.
- QUADROS, J., Y L. A. MONTEIRO-FILHO E.** 2002. Sprinting sites of the neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in an Atlantic forest area of Southern Brazil. *Journal of*

Neotropical Mammalogy 9:39-46.

- RAMÍREZ, A.** 2006. Insectos Acuáticos Neotropicales. Instituto para el estudio de ecosistemas tropicales. Universidad de Puerto Rico. <http://ites.upr.edu/ramirez/acuaticos.htm> (Consultado en mayo 2007).
- RAMÍREZ-BAUTISTA, A.** 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco. México. Serie Cuadernos N° 23. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- REYES, S. G., I. C. BRACHET, C. J. PÉREZ, Y A. GUTIERREZ.** 2004. Cactáceas y otras plantas nativas de la cañada Cuicatlán, Oaxaca. Sociedad Mexicana de Cactología A. C. Ciudad de México, México.
- ROJAS, F. A.** 2001. Algunos aspectos alimentarios de los mamíferos medianos en la reserva de la biosfera Sierra de Huautla, en el estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, México.
- SANTOS-MORENO, J., M. BRIONES-SALAS, G. GONZÁLEZ-PÉREZ, Y T. ORTIZ.** 2003. Noteworthy records of two rare mammals in Sierra Norte de Oaxaca, México. *The Southwestern Naturalist* 48:312-313.
- SAYAGO, I.** 2004. Uso de hábitat del oso negro (*Ursus americanus*) en la Sierra de San Luís Sonora, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, México.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-59-ECOL-2010. Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México.
- SIMÓN, M. S.** 2003. Distribución y hábitat actual de la nutria (*Lontra longicaudis*) en la subcuenca del río Temascaltepec, Estado de México. Tesina de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, México.
- SOLER, A.** 2005. Nutrias en todo México. *Biodiversitas* 7:13-15.
- SPÍNOLA, R. M., Y C. VAUGHAN.** 1995a. Abundancia relativa y actividad de marcaje de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:38-45.
- SPÍNOLA, R.M. Y C. VAUGHAN.** 1995b. Dieta de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en la estación biológica La Selva, Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical*, 4:125-132.
- VILLA, B., Y F. CERVANTES.** 2003. Los mamíferos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Grupo Editorial Iberoamerica. Ciudad de México, México.
- WILSON, D. E., COLE, F. RUSSELL, NICHOLS, J. D., RUDRAN, RASANAYAGAM, Y FOSTER, M. S.** 1996. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals.* Smithsonian Institution Press. Washington, EEUU.

Sometido: 21 de mayo de 2013
Revisado: 28 de julio de 2013
Aceptado: 6 de agosto de 2013
Editor asociado: Juan Pablo Gallo
Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Hábitos alimentarios de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en el Río Bavispe-Yaqui, Sonora, México

Oscar Rangel-Aguilar¹ y Juan Pablo Gallo-Reynoso¹

Abstract

Investigations into the feeding habits of the Neotropical otter (*Lontra longicaudis annectens*) in the Bavispe-Yaqui river basin were conducted based on 73 scats collected from 1995, 1999, 2001 and 2002. Neotropical otters feed mainly on various species of fishes (58%), insects (30%), mammals (3.7%), amphibians (0.7%), reptiles (0.7%), birds (5.8%) and mollusks (1.5%). Fish prey was mainly composed by *Oreochromis* sp. and unidentified insects from Order Choleoptera, follow by crickets *Melanoplus differentialis* which were the most consumed insects. This paper shows differences in feeding habits compared to other feeding preferences of the species in different areas of the country. To date, this is one of a few studies to report a large percentage of insect consumption by otters and the first study to report the presence of carrion from this same species in their diets.

Key words: feeding habits, *Lontra longicaudis annectens*, Río Bavispe-Yaqui, Sonora.

Resumen

Los hábitos alimentarios de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*), fueron estudiados en el Río Bavispe-Yaqui, a partir de 73 excretas colectadas en los años de 1995, 1999, 2001 y 2002. Se encontró que la nutria es primordialmente piscívora y con hábitos insectívoros, ya que en la mayoría de las muestras colectadas se mostró la presencia de peces (58%) e insectos (30%), mamíferos (3.7%), anfibios (0.7%), reptiles (0.7%), aves (5.8%) y moluscos (1.5%). Las principales presas de peces fueron de la especie *Oreochromis* sp., además de insectos del Orden Coleoptera no identificados, seguidos de la especie de grillos *Melanoplus differentialis*. El presente trabajo muestra las diferencias en cuanto a los hábitos alimentarios con relación a los organismos de la misma especie que se distribuyen a lo largo del país, hasta el momento no se han reportado casos en los que las nutrias consuman un alto porcentaje de insectos o incluso de hábitos caníbales y carroñeros entre la misma especie.

Palabras clave: hábitos alimentarios, *Lontra longicaudis annectens*, Río Bavispe-Yaqui, Sonora.

Introducción

En el estado de Sonora se encuentra la cuenca Bavispe-Yaqui que junto con los ríos Cocopaque, Bavispe, Moctezuma, Chico, Tecoripa, Papigochic, Sahuaripa forman una cuenca hidrológica prioritaria por la CONABIO, debido a su alta biodiversidad (Arriaga *et al.* 1998). El Yaqui es uno de los principales ríos del estado, con elevada importancia tanto ecológica como económica, que incluye actividades como la ganadería, pesca, agricultura y la minería.

Sin embargo, en el río Bavispe-Yaqui son drenadas aguas residuales de cinco municipios en los que se concentra el 61% de la población total del Estado (Antuno 2001). Tomando en cuenta lo anterior, es probable la existencia de una elevada contaminación que produzca consecuencias directas a los organismos que habitan este ecosistema. Uno de los mamíferos que habitan ésta cuenca la nutria neotropical o perro de agua (*Lontra longicaudis annectens*), que es una de las muchas especies susceptibles a este escenario de impacto antropogénico (Parera 1996). Adicionalmente a lo anterior, a partir de los años 50s se construyeron las presas "Lázaro Cárdenas" (La Angostura), "Álvaro Obregón" (Oviachic) y "Plutarco Elías Calles" (El Novillo) lo que ha contribuido a la modificación del entorno físico y a la reducción del cauce de la cuenca Bavispe-Yaqui (Secretaría de Fomento al Turismo 2001).

Con base en lo anterior, el presente trabajo aporta información acerca de la ecología de la nutria neotropical, mediante el conocimiento de los hábitos alimentarios de este mustélido en seis diferentes zonas a lo largo de la cuenca Bavispe-Yaqui, en el estado de Sonora y se estima el porcentaje de ocurrencia en el contenido de las heces, de los peces endémicos e introducidos de la cuenca Bavispe-Yaqui.

Material y Métodos

La cuenca Bavispe-Yaqui, forma un polígono que comienza en los 30° N, -109° W, sube a los 31° N, -109° W y desemboca en los 27° N, -110° W, cerca de Ciudad Obregón. Con una longitud total aproximada del río de 740 Km (Hendrickson *et al.* 1981; Fig. 1).

Se analizó la dieta de la nutria de río a través de heces, que fueron colectadas en los años 1995 (Mayo), 1999 (Octubre) por Gallo-Reynoso, 2001 (Diciembre) y 2002 (Abril y Septiembre) por Rangel-Aguilar, en distintos puntos a lo largo del río (Fig. 2).

Las muestras se colocaron en vasos de precipitado con agua y jabón líquido, por un tiempo aproximado de 24 horas, para su emulsificación y precipitación de sólidos (piedras, arena, huesos, etc.). Se lavaron y secaron sobre un tamiz con una luz de malla de 0.5 mm en una estufa de la marca Blue M, a una temperatura de 150 °C para su secado. Las muestras secas se pesaron y guardaron en bolsas de plástico para posteriormente analizarlas. Para el análisis de las heces se utilizaron un microscopio estereoscopio Fisher Scientific, pinzas y agujas de disección. Se separaron componentes tales como: escamas, huesos, pelos, plumas y materia vegetal.

La identificación de los moluscos se llevó a cabo en el Departamento de Conservación de los Recursos Acuáticos del Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICTUS) de la Universidad de Sonora. En este mismo lugar, se realizó la identificación de los restos de peces en la colección de referencia de ictiología; el material extraído de las heces principalmente escamas fue utilizado para elaborar una colección de

referencia de escamas de peces de la zona de estudio, misma que se conserva en el Laboratorio de Ecofisiología del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Guaymas (CIAD-Guaymas).

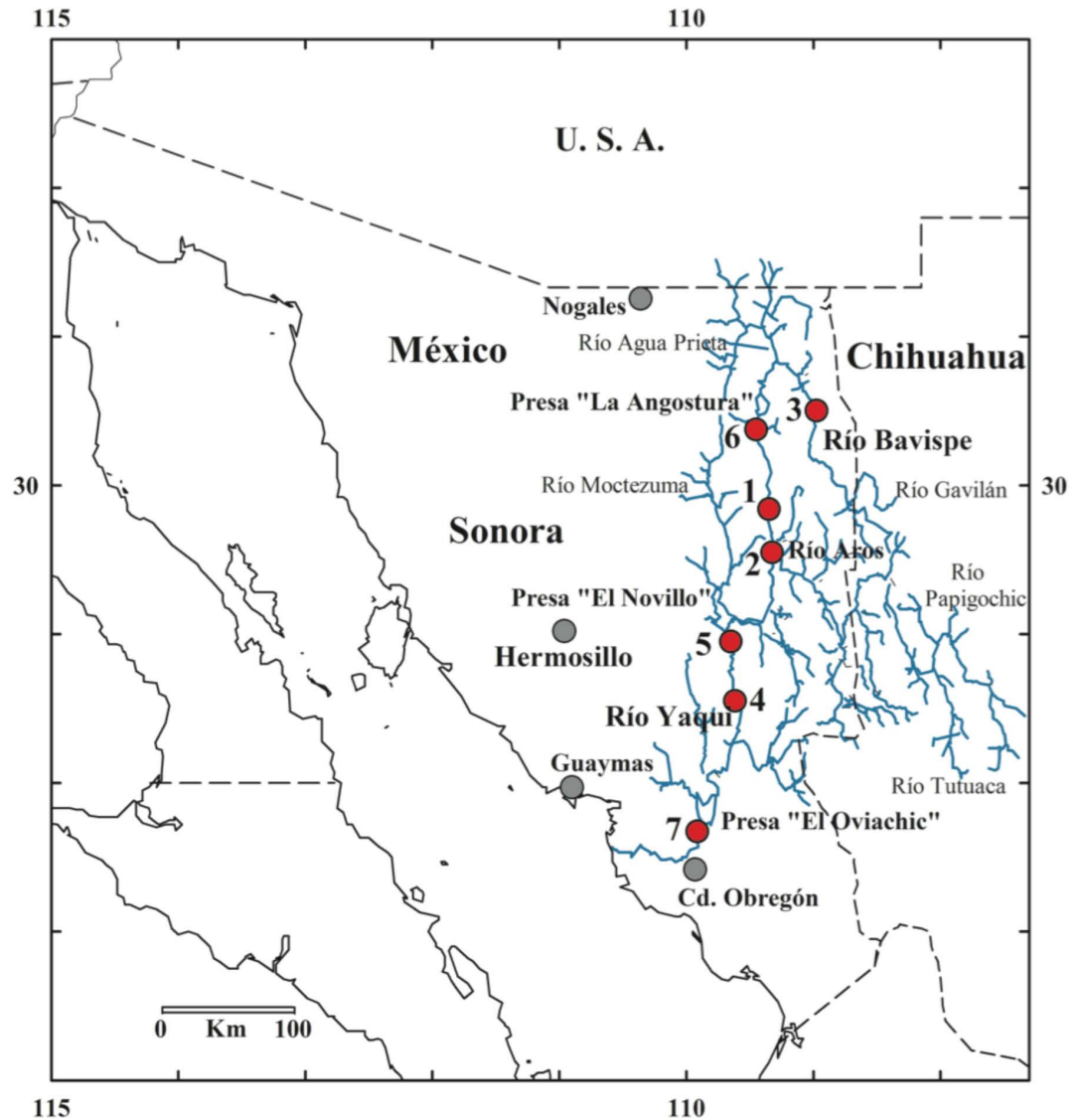


Figura 1. Área de estudio en la Cuenca del Río Bavispe – Yaqui, Sonora: 1) Granados - Panga (1995). 2) Aros (1995). 3) Huachinera - Bacerac (1999). 4) Tónichi (2001). 5) Sicorachi (2002). 6) Villa Hidalgo (2002). 7) Presa Álvaro Obregón "El Oviachic" (2002). La ubicación de las letrinas fue en Villa Hidalgo, Sicórachi y "El Oviachic".

Para identificar los restos de mamíferos, se consultó la colección de mamíferos del Laboratorio de Ecofisiología del CIAD-Guaymas. La clasificación de las aves se realizó mediante la comparación con guías de campo (Howell y Webb 2004) de los restos óseos y plumaje de las presas colectadas. Algunos insectos se identificaron a nivel de especie o de género, mediante observaciones directas con la ayuda de guías de campo (MacMahon 1997); de otros insectos sólo se logró identificar el orden al que corresponden. Se obtuvo la frecuencia de aparición de la presa consumida y su porcentaje de aparición (Maehr y Brady 1986).

$$1) \quad FA = \frac{\text{Frecuencia total de una especie}}{\text{Número total de muestras}}$$

$$2) \quad PA = \frac{\text{Frecuencia total de una categoría presa}}{\sum \text{total de la Frecuencia}} \times 100$$

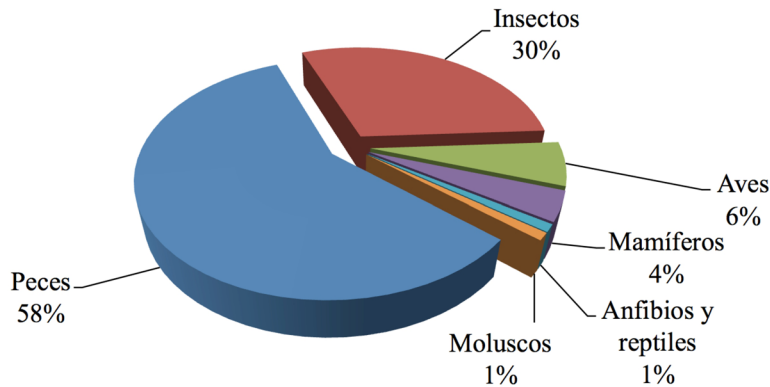


Figura 2. Porcentaje en el consumo de los grupos presa encontrados en la Cuenca del Río Bavispe - Yaqui. Demostrando una alimentación mayormente piscívora, pero también llama fuertemente la atención la gran cantidad de insectos representados en la muestra.

Resultados

Porcentaje de aparición por grupo presa. Se registraron 137 restos (número total de organismos en todas las muestras) en un total de 73 excretas analizadas. Se obtuvo el porcentaje de aparición por grupo. Los peces presentaron el 58%, mientras que los insectos el 30%, ambos fueron los de mayor consumo registrado, seguido por las aves con el 6%, los mamíferos con el 4%, los reptiles y anfibios el 1% y por último los moluscos con el 1% (Tabla 1; Fig. 2).

Porcentaje de aparición por especie. Entre los peces con mayor porcentaje de aparición se encuentran la tilapia dorada *Oreochromis* sp. (17.4%), seguido por la carpa, *Cyprinus carpio* (8.0%), el bagre *Ictalurus punctatus* (8.0%) y la carpa verde *Lepomis cyanellus* (8.0%); en menor proporción la mojarra oreja azul *Lepomis macrochirus* (5.0%), la lobina *Micropterus salmoides* (4.3%), y los peces endémicos registrados en el área de estudio por Hendrickson et al. (1981), como el matalote del Yaqui *Catostomus bernardini* (4.3%) y el matalote del Bavispe *Catostomus leopoldi* (2.2%; Fig. 3).

Los mamíferos están representados por el ratón de campo *Peromyscus eremicus* (0.7%), por nutria Neotropical *L. l. annectens* (0.7%), y otras especies no identificadas (2.2%). La aparición de anfibios y reptiles fue baja (0.7%; Fig. 3).

El grupo de las aves fue representado por el cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* (5.0%), que fue encontrada tanto en una letrina como en un sitio de marcaje. Se obtuvieron restos de una especie más de ave que no pudo ser identificada debido al desgaste del plumaje encontrado en la excreta, representando el 0.7% (Fig. 3).

En cuanto a los insectos, se identificaron dos especies de saltamontes *Melanoplus differentialis* (9.4%) y *Schistocerca shoshone* (4.3%), que representaron los componentes con mayor frecuencia de aparición, seguido de restos de otras especies no identificadas del orden Orthoptera (0.7%), haciendo un total para este orden de 14.4% y de los órdenes Odonata (1.4%), Coleóptera (10.1%), Homóptera (3.0%), Himenóptera (1.4%) y Díptera (0.7%; Fig. 3). Los moluscos fueron representados por bivalvos de la especie *Corbicula fluminea* con el 1.4%, presente en una sola excreta de a una letrina (Fig. 3).

Tabla 1. Especies consumidas por la nutria neotropical en la cuenca del Río Bavispe – Yaqui. Índice de Frecuencias (F), Frecuencia de Aparición (FA) y Porcentaje de Ocurrencia o Aparición (PA).

VERTEBRADOS	F	FA	PA
Peces	79		57.66
* <i>Catostomus bernardini</i>	6	0.08	4.38
* <i>Catostomus leopoldi</i>	3	0.04	2.19
<i>Cyprinus carpio</i>	11	0.15	8.03
<i>Ictalurus punctatus</i>	11	0.15	8.03
<i>Micropterus salmoides</i>	6	0.08	4.38
<i>Oreochromis</i> sp.	24	0.33	17.52
<i>Lepomis cyanellus</i>	11	0.15	8.03
<i>Lepomis macrochirus</i>	7	0.10	5.11
Mamíferos	5		3.65
<i>Peromyscus eremicus</i>	1	0.01	0.73
<i>Lontra longicaudis annectens</i>	1	0.01	0.73
Huesos no identificados	3	0.04	2.19
Anfibios y reptiles	2		1.46
Rana	1	0.01	0.73
Lacertidae	1	0.01	0.73
Aves	8		5.84
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	7	0.10	5.11
no identificada	1	0.01	0.73
INVERTEBRADOS			
Insectos	41		29.93
<i>Melanoplus differentialis</i>	13	0.18	9.49
<i>Schistocerca shoshone</i>	6	0.01	0.73
Coleoptera (no id.)	14	0.19	10.22
Diptera (no id.)	1	0.01	0.73
Himenoptera (no id.)	2	0.03	1.46
Homoptera (no id.)	4	0.05	2.92
Odonata (no id.)	2	0.03	1.46
Orthoptera (no id.)	1	0.01	0.73
Moluscos	2		1.46
<i>Corbicula fluminea</i>	2	0.03	1.46

*Especies endémicas

Consumo de especies nativas. La incidencia de peces endémicos fue mínima, representando el 6.6% del total de las especies consumidas. Las especies encontradas en las excretas al realizar los análisis fueron: *C. bernardini* (4.4%) y *C. leopoldi* (2.2%), que conformaron el 11% dentro del total de los peces consumidos (Fig. 3).

Análisis de letrinas. Del total de excretas analizadas, 36 corresponden a seis letrinas en diferentes localidades cada una, mostrando las preferencias alimentarias de la nutria neotropical en la cuenca del Bavispe-Yaqui. Estas letrinas fueron encontradas en las localidades de Tonichi en 2001 (dos letrinas), y Sicorachi en 2002 (una letrina) Villa Hidalgo en 2002 (dos letrinas) y Oviachic en 2002 (una letrina; Fig. 1).

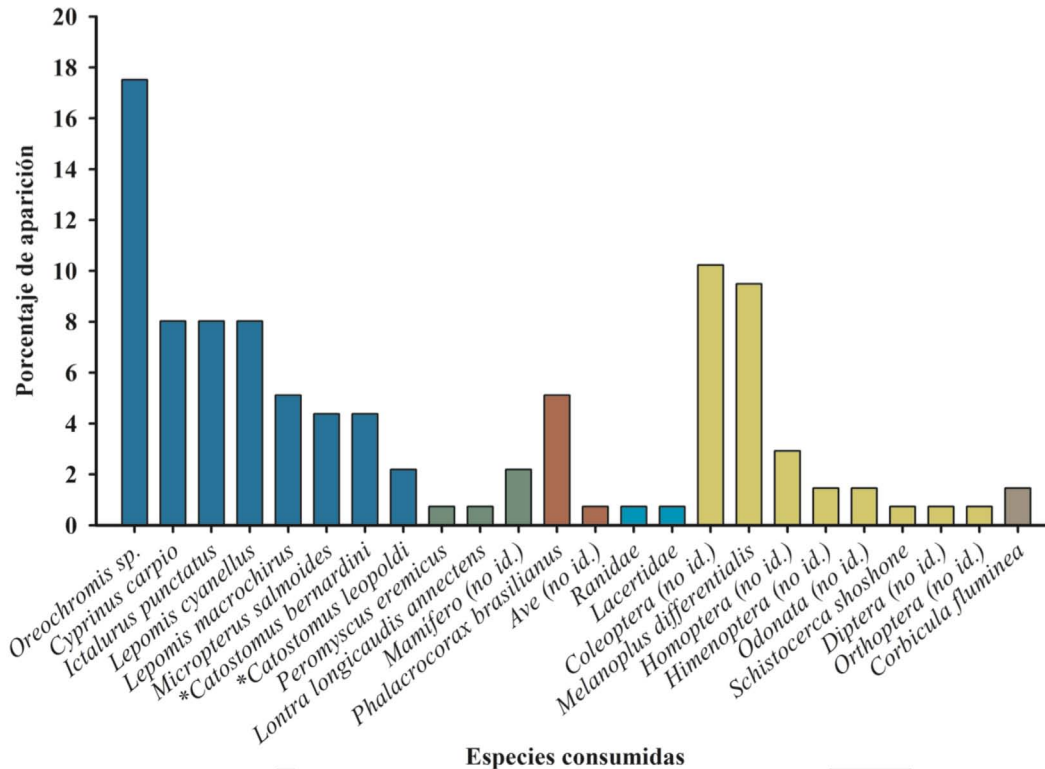


Figura 3. Porcentaje de aparición de las diferentes especies consumidas por la nutria neotropical (el asterisco denota las especies de peces endémicos).

A pesar de que los resultados son variados entre cada una de las letrinas, se encontraron restos de peces en todas ellas, siendo *Oreochromis* sp. (13%), la especie de mayor consumo, reportándose en cinco de las seis letrinas. Seguida por *M. salmoides* (4%), *L. cyanellus* (4%) ambas presentes en tres letrinas diferentes, por ultimo *L. macrochirus* (8%) presente en dos letrinas distintas e *I. punctatus* 4% presente en una sola letrina.

Los insectos representaron un 54% y las aves 7.1%, que fueron el consumo principal en dos distintas letrinas, mientras que los mamíferos mostraron una menor proporción en otras dos diferentes letrinas con el 2.4%. Los restos de anfibios y reptiles ocurrieron en el 2.4%, sólo se pudieron identificar las extremidades de los anuros, y la mandíbula inferior de una lagartija de la familia Lacertidae.

En Villa Hidalgo, se encontró una letrina con el único indicio de consumo de bivalvos, la almeja china de la especie *C. fluminea*, especie introducida a la cuenca (Varela, comentarios personales 2002; Tabla 2). Se mostró que del total de las 26 especies encontradas en las 73 excretas analizadas, 20 están incluidas en estas letrinas, es decir el 87% del total de las especies consumidas. También se encontraron semillas de palo blanco, *Celtis reticulata* en la letrina número uno, colectada en Villa Hidalgo, no se discute debido a que no podemos asegurar que haya sido consumida por la nutria neotropical, ya que en esta letrina también se encontraron excretas de mapache (*Procyon lotor*).

Tabla 2. Especies y grupos presa encontrados en el análisis de letrinas colectadas en diferentes puntos de la Cuenca del Río Bavispe – Yaqui, Sonora.

Especie o grupo	2001		2002			
	Tonichi		Sicorachi	V. Hidalgo		Oviachic
	Letrina 1	Letrina 2	Letrina 1	Letrina 1	Letrina 2	Letrina 1
<i>Cyprinus carpio</i>						•
<i>Ictalurus punctatus</i>	•	•				
<i>Micropterus salmoides</i>		•				
<i>Oreochromis sp.</i>	•	•	•		•	•
<i>Lepomis cyanellus</i>				•	•	•
<i>Lepomis macrochirus</i>		•			•	
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>						•
Mamífero (no id)	•	•				
Lacértido (no id)	•					
<i>Corbicula fluminea</i>				•		
<i>Melanoplus differentialis</i>				•		
<i>Schistoerca shoshone</i>				•		
Coleoptera (no id.)				•		
Himenoptera (no id.)				•		
Homoptera (no id.)				•		
Odonata (no id.)				•		
Ortóptera (no id.)	•			•		

Discusión

El análisis de excretas es el método más indicado para conocer la dieta de la nutria de río (Gallo-Reynoso 1989; Spínola-Vaughan 1995; Macías-Sánchez y Aranda 1999).

Un estudio de la alimentación de la nutria neotropical en la cuenca media del Río Bavispe - Yaqui la define como piscívora en un 95%, con el 5% restante compuesto por anfibios, insectos y aves (Gallo-Reynoso 1996), difiriendo de los resultados reportado en el presente trabajo en el que se muestra un alto porcentaje de ocurrencia de peces con el 57.7% para la Cuenca del Bavispe-Yaqui. Otro trabajo en la cuenca baja del Río Bavispe - Yaqui, determina su alimentación similar a nuestros resultados, como piscívora en un 58.5%, oportunista en el consumo de aves con el 28.5% y el 13% restante compuesto por otros elementos como pastos, pedazos de insectos indeterminados, arácnidos del género *Philodromus*, pelos de nutria (por acicalamiento) y restos de anuros (Gallo-Reynoso et al. 2008). Comparando con estudios de otras regiones, los resultados obtenidos en el Río Los Pescados, Veracruz, por Macías-Sánchez y Aranda (1999), el consumo de peces fue del 54.1%, similar a lo encontrado por nosotros en este trabajo con un alto porcentaje de ocurrencia de peces con el 57.7%. En cambio, en la Sierra Madre del Sur, la dieta de la nutria neotropical estuvo constituida por crustáceos en un 34.5% representados por los géneros *Macrobrachium* y *Atya*, por peces en un 47% y el porcentaje restante compuesto por reptiles, anfibios, aves y mamíferos (Gallo-Reynoso 1989). En Tabasco en el Río San Cipriano, en el Municipio de Nacajuca, se reporta un 70.7% en el consumo de peces y 20.1% en el de crustáceos, seguido por los insectos con el 6.4%, mamíferos 1.9% y los reptiles con el 0.6%; pero con un componente estacional, en que los crustáceos fueron más consumidos en el periodo de secas, con el 78.6% y durante la época de lluvias, los

peces fueron las presas dominantes con un 75.7% (Ramón 2000).

En algunos ríos de Costa Rica los crustáceos son la presa principal de la nutria neotropical, mientras que el consumo de peces es menor; para el Río Sarapiquí el consumo de peces fue de 38.3% y 61.0% de crustáceos, donde los langostinos *Macrobrachium* sp., y los camarones *Atya* sp., fueron las principales presas consumidas (Spínola y Vaughan 1995). En el Río Puerto Viejo continuaron siendo los crustáceos el grupo de mayor consumo con un 50.0%, donde los langostinos del género *Macrobrachium* fueron los preferidos y los peces con el 48.1%, donde la familia Cichlidae representó a las presas principales (Spínola y Vaughan 1995). En México la composición de la alimentación de la nutria neotropical tiene un fuerte componente de crustáceos, con una presencia del 44.10%, los peces tienen una presencia menor con el 40.40%, los insectos con el 7.16%, anfibios con el 3.70%, reptiles con el 2.60%, aves con el 1.30% y mamíferos con el 0.80%, el 2.0% restante compuesto por diversas especies de plantas (Gallo-Reynoso 1997).

En la reserva del Volta Velha, se describe la dieta de la nutria en los ríos Saí-Mirím, Río Braco do Norte y Río Volta Velha en Brasil, en donde estuvo constituida por crustáceos como el cangrejo de río *Trichodactylus fluviatilis* por 50 a 85% de la dieta; los peces estuvieron representados por las especies *Hoplias malabaricus* y *Geophagus brasiliensis* (Quadros y Monteiro-Filho 2000).

La total ausencia de crustáceos en la dieta de la nutria neotropical en la Cuenca del Río Bavispe-Yaqui es inusual, dado que el género *Macrobrachium* ha sido encontrado, aunque en baja disponibilidad, representado por tres especies (*M. americanum*, *M. tenellum* y *M. acanthochirus*) al menos en la parte baja del río (con clima cálido subtropical), incluyendo la presa de El Oviachic y embalses derivadores para los canales de riego. Estos crustáceos no se encuentran en la parte alta de la cuenca, probablemente debido a las condiciones de baja temperatura del agua durante el invierno (hasta 5 °C) y a que grandes secciones del río quedan con muy poca agua debido al manejo para la irrigación y producción de energía eléctrica, concentrándose el agua en los diferentes embalses.

La dieta de la nutria euroasiática (*Lutra lutra*) en Portugal está asociada a los cuerpos de agua salobre de lagunas costeras y esteros, así como a los marinos, con lo que tienen un amplio rango de presas disponibles, incluyendo el consumo de peces como la anguila (*Anguilla anguilla*) y de anfibios; no se han encontrado variaciones estacionales en la disponibilidad de las presas con lo que se enfatiza la importancia de estos dos ecosistemas, para la alimentación de la nutria (Beja 1991).

La elevada frecuencia de aparición de insectos de 30.4% en las excretas analizadas del Bavispe-Yaqui, no ha sido reportado en ningún otro trabajo; aunque se ha reportado que los insectos son una importante alternativa de alimento para la nutria neotropical según Quadros y Monteiro-Filho (2000) quienes definen a *L. longicaudis* como un organismo piscívoro-carnívoro e insectívoro. Sin embargo, esta elevada frecuencia de aparición de insectos no concuerda con trabajos realizados por uno de nosotros en el Río Yaqui (Gallo-Reynoso 1996), que encontró un 5% de incidencia de insectos. En Costa Rica, en los Ríos Sarapiquí y Puerto Viejo, Spínola y Vaughan (1995) reportan que la ocurrencia de insectos fue de un 1.3% en el Río Sarapiquí en época de lluvias y en el Río Puerto Viejo el 1.6% en época de lluvias y el 1.7% en época de secas.

Gallo-Reynoso (1989) registra para varios ríos de la Sierra Madre del Sur un 1.3% de insectos en la alimentación. Más tarde, Gallo-Reynoso (1997) reporta que los insectos encontrados en las excretas colectadas en los ríos y arroyos de México, representaron un 7.1% de un total de 75 muestras. Este cambio en la composición de la dieta con este gran incremento de insectos probablemente se debe a la época del año en que se hizo el muestreo ya que los datos de Gallo-Reynoso (1996) corresponden a la época de secas, mientras que los de este trabajo corresponden a la época de lluvias cuando esto saltamontes son abundantes, por lo que señalaría a la nutria neotropical como una especie oportunista, predando sobre especies que presentan una mayor disponibilidad y abundancia.

Tanto en el país como en centro y Sudamérica, se ha reportado un bajo consumo de aves: en México, Gallo-Reynoso (1996) en su trabajo de una porción de la misma área del presente trabajo, encontró un consumo de 5% compartido con otros grupos. Gallo-Reynoso (1989) en su estudio en la Sierra Madre del Sur, México, reportó un consumo de 1.3% de aves en las que se encontraba presente el cormorán *Phalacrocorax* sp., y otras cuatro especies más (*Pipilo ocai*, *Sayornis nigricans*, *Gallus domesticus* y *Anas* sp.). En el Río Los Pescados en el estado de Veracruz (Macías-Sánchez y Aranda 1999), encontraron un 1.4% de restos de aves conformado por cuatro especies: *P. brasiliensis*, *Ceryle alcion*, *Anas* sp., y una especie de ave no identificada. El cormorán neotropical (*P. brasiliensis*) reportado por Gallo-Reynoso (1989; 1997), Macías-Sánchez y Aranda (1999) y Gallo Reynoso *et al.* (2008) se encontró como parte de la dieta de dos individuos en este trabajo: en una letrina encontrada en el Parque Oviachic y en una excreta encontrada a medio kilómetro de la letrina en la misma presa, conformando el 6% de la alimentación en este trabajo; siendo el cuarto reporte de consumo de ésta ave, podemos inferir que el cormorán tropical es una especie de ave frecuentemente consumida en México por la nutria neotropical.

En la reserva Volta Velha, Brasil, la incidencia de aves en la dieta no fue significativa, con el 0.99%, donde las especies presentes fueron dos: *Butorides striatus* y *Latarallus melanopha* (Quadros y Monteiro-Filho 2001). En otras especies de nutria como la nutria nortea (*Lontra canadensis*), el consumo de aves es muy rara (Hill 1994). Con respecto a la nutria euroasiática (*L. lutra*), el consumo de aves, artrópodos y reptiles suma un 6%, en el Río Esva, España (Pascual-Toca 2000). Esta baja incidencia en el consumo de aves también es reportada para Inishmore (Kingston *et al.* 1999) en la costa Oeste de Irlanda, donde el consumo de aves es tan solo de un 0.1%.

La especie de molusco dulceacuícola encontrada en este trabajo es la almeja china o arrocera (*C. fluminea*), especie introducida. Su introducción a Norte América es desconocida, se presume que fue traída por inmigrantes chinos, para su alimentación (Foster *et al.* 2001). Los moluscos en la dieta de las nutrias de río no es común, algunos autores como Gallo-Reynoso (1996) para el Río Yaqui; Macías-Sánchez y Aranda (1999) en el Río Los Pescados; Spínola y Vaughan (1995) en los ríos Sarapiquí y Puerto Viejo en Costa Rica, y Quadros y Monteiro-Filho (2000) en la Reserva Volta Velha, Brasil no reportan el consumo de moluscos. Sin embargo, la nutria euroasiática *L. lutra* en la costa de Irlanda cuya actividad no se limita al área dulceacuícola o marina consume una porción considerable de moluscos reportado en un 9.7% del total de heces colectadas (Kingston *et al.* 1999).

La nutria neotropical consume pequeños mamíferos del orden Rodentia, e. g. la rata de campo *Neotoma* sp. y el ardillón *Spermophilus mexicanus*; también mamíferos medianos como el mapache *P. lotor* (Gallo-Reynoso 1985), e incluso podrían llegar a consumir mamíferos como el castor (*Castor canadensis*), la comadreja (*Mustela* sp.), ratón de campo (*Microtus* sp.), musarañas (*Sorex* sp.), ardillas (*Citellus* sp.), rata almizclera (*Ondratha zibethicus*), reportados como parte de la dieta de *L. Canadensis* (EPA 1993). Gallo-Reynoso (1996), señala que el consumo de mamíferos en el Río Bavispe-Yaqui fue del 5%. Las presas más comunes encontradas en este estudio con respecto a los mamíferos, fueron los roedores, entre los que se encontró el ratón de campo (*Peromyscus eremicus*) y otros tres roedores no identificados. Para México Gallo-Reynoso (1997) encuentra un consumo de mamíferos del 0.8% compuesto por rata de campo (*Neotoma* sp.), ardillón (*Spermophilus mexicanus*) y mapache (*P. lotor*). En la Reserva Volta Velha en Brasil, el consumo del orden Rodentia fue de 5.5% (Quadros y Monteiro-Filho, 2000). En cambio para *L. lutra*, se encuentran valores dispares, según Pascual-Toca (2000) sólo el 4% del total de las especies consumidas son mamíferos, mientras que Callejo (1988) reporta una media anual del consumo de mamíferos en 21%.

Este trabajo reporta por primera vez la ocurrencia de restos de nutria neotropical en excretas de la misma especie. La excreta número dos, colectada en el Río Bavispe en la localidad de Cóbora, presentaba pelos y huesos de *L. longicaudis annectens* (comparados con los esqueletos de la colección científica de referencia de mamíferos del CIAD-Guaymas). Para la identificación de los pelos de esta nutria se descartó la posibilidad de que fueran de *C. canadensis*, puesto que esta especie tiene pelos con una longitud que varía entre 6-7 cm. (Trottier 1989). Mientras que los pelos encontrados en la muestra (y los consultados en la colección del CIAD-Guaymas) fluctuaron entre los 3 y 5 cm de longitud. Adicionalmente se comparó el patrón de color (bandeado) y tamaño de los pelos encontrados con pelos de mapache (*P. lotor*) de coatí (*Nasua narica*) y de la misma especie (*L. longicaudis*), con los que el tamaño y patrón de color coincidió plenamente.

Los grupos con menor ocurrencia de consumo fueron los anfibios y reptiles con sólo el 1.5% del total de las especies presa consumidas. En los ríos y arroyos de la Sierra Madre del Sur, los anfibios consumidos fueron ranas de las especies: *Rana* sp., *Hyla* sp., *Smilisca baudini* haciendo un 2.2%; en cuanto a los reptiles, las iguanas, serpientes y tortugas representaron un 1.7% (Gallo-Reynoso 1989). Para México el consumo de anfibios fue el 3.7% mientras que para reptiles fue de 2.6% (Gallo-Reynoso 1997).

Para el Río Yaqui, los anfibios y reptiles comparten con otros grupos un 5% de ocurrencia (Gallo-Reynoso 1996). En Brasil, Quadros y Monteiro-Filho (2000) muestran un porcentaje de reptiles del 5%, las especies encontradas fueron nueve colúbridos y una serpiente no identificada. En el Río Puerto Viejo, Costa Rica, Spínola y Vaughan (1995), reportan tan solo el 0.8% de la frecuencia relativa, donde un iguanido fue la única especie representada.

Por último, el grupo con menos ocurrencias fueron los moluscos de la clase Bivalvia, que para la zona de estudio no es reportado como alternativa de alimentación. Este grupo aportó el 1.45% con respecto al total, presentándose en dos excretas. Se ha reportado para *L. canadensis* el consumo de moluscos e incluso de insectos acuáticos (Polite 1999). En Inishmore, Irlanda, la presencia de moluscos en excretas de *L. lutra* fue

de un 9.7% (Kingston *et al.* 1999). Además de la almeja china, en México y el resto del continente no se ha reportado la incidencia de otros moluscos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos nos indican que la nutria neotropical (*L. l. annectens*) en la Cuenca Bavispe-Yaqui es principalmente piscívora con hábitos insectívoros. El consumo de las especies introducidas se debe a la alta disponibilidad de las mismas. La baja población de especies de peces endémicos, se debe a la competencia por los recursos con las especies introducidas, por lo que solo se encontraron dos especies nativas, el matalote del Yaqui y el matalote del Bavispe (Hendrickson *et al.* 1981). Al igual se reporta el consumo de moluscos, especie que fue introducida por inmigrantes asiáticos al continente americano.

Se reporta el primer caso de ocurrencia de restos de nutria neotropical en excretas de la misma especie, no pudiendo determinarse si fue debido a carroñeo o a depredación entre la misma especie, por lo que se cuestionan las posibles razones de este comportamiento. La falta de alimento por temporadas largas como lo son los veranos con altas temperaturas; el cauce del río es bajo o nulo en algunas zonas y la disponibilidad del agua en las represas es baja. Este comportamiento se puede explicar como un acto de defensa del territorio, por competencia o simplemente una acción oportunista de este carnívoro.

Las diferencias en la ocurrencia de restos de alimentación encontradas a nivel individuo, se debe a que cada organismo aprovecha el recurso disponible por el ecosistema, reflejando las necesidades o el oportunismo de la especie. Los resultados del análisis de las seis letrinas encontradas nos muestran la diferencia en cuanto a la alimentación y preferencia hacia ciertos grupos presa, a pesar de ello el consumo de peces es una constante en toda la región monitoreada.

Las nutrias de éste río se han adaptado a las condiciones manipuladas por el hombre, ya que el nivel del agua del Río Bavispe – Yaqui es controlado por tres grandes presas, que abastecen gran parte del estado de Sonora, mediante la liberación continua y en ocasiones restringida por tiempos, dependiendo de las necesidades de riego y abastecimiento para la generación de corriente eléctrica.

Así mismo, las descargas de aguas residuales de las comunidades y actividades agrícolas y ganaderas a lo largo de la cuenca, y el vertimiento de aguas producto de los “jales” (depósitos de aguas desechadas por la industria minera con alto contenido de metales pesados) de la industria minera, son fuente principal de la contaminación del río. Del mismo modo como los paseos o parques familiares localizados en la parte baja del Río Yaqui (cerca de la Presa “Álvaro Obregón” o El Oviachic) que también forman parte del problema de la contaminación del ecosistema y aún más abajo, la agricultura intensiva absorbe el 95% del agua y desecha aguas saturadas de herbicidas, insecticidas y fertilizantes.

Agradecimientos

Se agradece a J. Ventura, J. Égido, E. Coria, G. Suárez, H. Cabrera, F. Cota y C. Navarro por su ayuda en el campo en las diferentes salidas de colecta.

- ANTUNO, C. V. M. 2001.** Investigación sobre Aguas Residuales del Río Yaqui. Revista del Derecho Ecológico. USON. <http://www.uson.mx/informa/derechoecologico/rioyaqui.html>
- ARRIAGA, L., V. AGUILAR, J. ALCOCER, R. JIMÉNEZ, E. MUÑOZ, Y E. VÁZQUEZ. 1998.** Regiones Hidrológicas Prioritarias. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO) <http://www.conabio.gob.mx/rhp/rhp.html>
- BEJA, P. R. 1991.** Diet of otters (*Lutra lutra*) in closely associated freshwater, brackish and marine habitats in south-west Portugal. *Journal of Zoology, London* 225:141-152.
- CALLEJO, A. 1988.** Le Choix des proies par la loutre *Lutra lutra* Dans le nord-ouest de l'Espagne, en rapport avec les facteurs de l'environnement. *Mammalia* 52:11-20.
- EPA. 1993.** Wildlife Exposure Factors Handbook. United States Environmental Protection Agency. Office of Research and Development 2:261-273.
- FOSTER, A. M., FULLER, P., Y A. BENSON. 2001.** Nonindigenous Species Information Bulletin, Department of the Interior U. S. geological Survey. Florida Caribbean Science Center. www.fcsc.usgs.gov
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1989.** Distribución y Estado Actual de la Nutria o Perro de Agua (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) en la Sierra Madre del Sur, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1996.** Distribution of the Neotropical River Otter (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) in the Río Yaqui, Sonora México. *IUCN Otters Specialist Group Bulletin* 13:27-31.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1997.** Situación y Distribución de las Nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:10-32.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1999.** Las Nutrias del Río Yaqui. *PRONATURA* 6:36-39
- HENDRICKSON, D. A., W. L. MINCKLEY, R. R. MILLER, D. J. SIEBERT, Y P. H. MINCKLEY. 1981.** Fishes of the Río Yaqui Basin, México and United States. *Journal of the Arizona - Nevada Academy of Sciences* 15:65-106.
- HILL, E. P. 1994.** River Otters. Denver Wildlife Research. Denver EE.UU.
- HOWELL S. N. G., Y S. W. WEBB. 2004.** A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
- KINGSTON, S., O'CONNEL, M., Y J. S. FAIRLEY. 1999.** Diet of Otters *Lutra lutra* on Inishmore, Aran Islands, West Coast of Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 99B:173-182.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S., Y M. ARANDA. 1999.** Análisis de la Alimentación de la Nutria *Lontra longicaudis* (Mammalia: Carnívora) en un sector del Río Los Pescados, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 76:49-57.
- MACMAHON, J. A. 1997.** Deserts. National Audubon Society Nature Guides. Alfred A. Knopf. Nueva York, EE.UU.
- MAEHR, D. S., Y J. R., BRADY. 1986.** Food habits of bobcat in Florida. *Journal of Mammalogy* 67:133-138.
- NEYRA, G. L., Y S. L. DURAN. 1998.** La Diversidad Biológica de México: Estudio de País.

Parte II Recursos Naturales, Capítulo 3 Biodiversidad. CONABIO, México, D.F. México.

- PARERA, A. 1996.** Las Nutrias Verdaderas de la Argentina. Boletín Técnico No. 21 de la Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- PASCUAL-TOCA, M. 2000.** Variaciones Estacionales en la Dieta de la Nutria (*Lutra lutra*) en la Cuenca del Río Esva (Asturias). Seminario de Investigación. Doctorado. Universidad de Oviedo. España.
- POLITE, C. 1999.** River Otter, *Lutra canadensis*. California Department of Fish and Game. California Interagency Wildlife Task Group. California Wildlife Habitat Relationships Systems. <http://www.dfg.ca.gov/wndab/M163.html>
- QUADROS, J., Y E. LEITE DE ARAUJO MONTEIRO-FILHO. 2000.** Fruits occurrence in the diet of the neotropical otter *Lontra longicaudis*, in southern Brazilian Atlantic Forest and its implications for seed dispersion. *Mastozoología Neotropical* 7:33-36.
- QUADROS, J. Y E. LEITE DE ARAUJO MONTEIRO-FILHO. 2001.** Diet of the Neotropical Otter, *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818), in an Atlantic Forest area, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 36:15-21.
- RAMÓN, C. J. A. 2000.** Hábitos alimentarios de la Nutria o Perro de Agua (*Lutra longicaudis*, Major) en una fracción del Río San Cipriano del Municipio de Nacajuca, Tabasco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Villahermosa, Tabasco. México.
- SECRETARÍA DE FOMENTO AL TURISMO. 2001.** Etnia Yaqui. Gobierno del Estado de Sonora, Hermosillo, Sonora, México. <http://www.sonoraturismo.gob.mx/etnias/yaquis.htm>
- SPÍNOLA R. M. Y VAUGHAN C. 1995.** Dieta de la Nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:125-132.
- TROTTIER, G. 1989.** Beaver. Canadian Wild Life Service, Hinterland Who's Who. Minister of Supply and Services Canada. Minister of the Environment. www.cws-scf.ec.gc.ca/hww-fap.cfm?ID_species=52&lang=e

Sometido: 7 de junio de 2013

Revisado: 15 de agosto de 2013

Aceptado: 25 de agosto de 2013

Editor asociado: Jesús Maldonado

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Análisis temporal de los hábitos alimentarios de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en el río Zimatán en la costa de Oaxaca, México

Miguel Briones-Salas^{1*}, Mario Alberto Peralta-Pérez² y Eréndira Arellanes¹

Abstract

Feeding habits of *Lontra longicaudis* were compared in two periods at Río Zimatán, Oaxaca. Two transects were explored monthly in the years 1998 and 2002. We collected 1,188 scats; there were crustaceans (66.6%), fish (29.5%), insects (2.4%), birds (1.06%) and plants (0.44 %). Significant differences were found ($F = 0.05, (7, 25) 3.94$) Tukey's test, these differences between groups were also found by dry or rainy seasons ($q = 0.05, 8,118$) and between the two periods. Shannon-Wiener Diversity index didn't show significant differences for 1998 between transects and seasons, with the exception of comparing the "Zimatán" transect in dry season, vs "La escalera" transect in rainy season ($t_{(0.05(2),5)} > 2,57$). Also when comparing between years at the total of each transect ($t_{(0.05(2), 54)} > 2$). Three species obtained the 73 % of scats during 1998 *Atya ormanioides*, *Macrobrachium americanum* y *Gobiexis mexicanus* influencing on the low levels of Diversity found (0.9 bits/ind). The second period showed higher values (2.4bits/ind). Human activities such as eco-tourism increased in the area during the second period, causing changes in the foraging strategies of otters. Levin's index (5 to 11.9) showed convenient opportunistic habits, similar to equitativity (0.33 a 0.91). Variation in these indexes indicate niche amplitude is related to three or four species of crustaceans, mainly of the genera *Macrobrachium* and *Atya*.

Key words: Food habits, Levin Index, niche with, Oaxaca coast, water dog.

Resumen

Se analizó la dieta de *Lontra longicaudis* en el Río Zimatán, en la costa de Oaxaca. Se comparó durante dos periodos: 1998 y 2002, mediante el análisis de heces fecales. Se colectaron 1188 heces donde se identificaron: crustáceos (66.6%), peces (29.5%), insectos (2.4%), aves (1.06%) y plantas (0.44 %). Se observaron diferencias significativas ($F = 0.05, (7, 25) 3.94$) en el consumo de alimento entre las temporadas de lluvias y secas ($q = 0.05, 8,118$) y entre los periodos. El índice de diversidad Shannon-Wiener no mostró diferencias significativas para el año de 1998 entre transectos y temporadas

¹Laboratorio de Vertebrados Terrestres (Mastozoología), CIIDIR Unidad Oaxaca, IPN. Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México 71230; Email: mbriones@ipn.mx (MB-S)

² Licenciatura en Biología, Escuela de Ciencias, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Avenida Universidad s/n Ex -Hacienda Cinco Señores. Oaxaca, México, 68120. E-mail mariociidir@yahoo.com.mx (MP-P)

*Corresponding autor

excepto entre el transecto "Zimatan" en secas y el transecto "La escalera" en lluvias ($t_{(2),5} > 2,57$) y entre ambos años en cada transecto ($t_{(2),54} > 2$). Tres especies dominaron en el 73% de las excretas durante 1998 *Atya ormanioides*, *Macrobrachium americanum* y *Gobiexus mexicanus* (0.9 bits/ind). El segundo periodo presentó 2.4 bits/ind. Las actividades humanas de recreo se incrementaron en la zona en este segundo periodo probablemente causando cambios en la estrategia de forrajeo de la nutria. El índice de Levin (0.331 hasta 0.729) y los valores de equitatividad (0.33 a 0.91) indican un comportamiento oportunista en la nutria. Las variaciones en los diferentes índices están relacionadas con la biología de *Macrobrachium* y *Atya* que se mueven río abajo para el desove. Las variaciones en frecuencia y porcentaje de presas también tuvieron relación con las temporadas de pesca. Son necesarios estudios sobre la preferencia de dieta, diferenciación de nicho entre los sexos y su uso del hábitat.

Palabras clave: Amplitud de nicho trófico, costa de Oaxaca, hábitos alimentarios, índice de Levin, perro de agua.

Introducción

Las nutrias son mamíferos adaptados al ambiente acuático. En México se han registrado tres especies: la nutria marina (*Enhydra lutris*), dos subespecies de la nutria norteamericana (*Lontra canadensis sonorae* y *L. c. lataxina*) y la nutria neotropical o perro de agua (*Lontra longicaudis annectens*).

L. l. annectens o perro de agua como se le conoce en varios sitios de México, tiene una amplia distribución y es la especie mejor conocida en el país (Gallo 1997). Habita en México en ambas franjas costeras de los 30° a los 13° latitud norte, en la vertiente del Pacífico y de los 16° a 24° latitud norte en el Golfo de México (Gallo 1990). Su área de distribución incluye toda la península de Yucatán hacia los estados del sur hasta Morelos, donde se bifurca al sur de Tamaulipas a través del Golfo, mientras que por el lado del Pacífico se distribuye hacia el norte de Sonora y Chihuahua (Aranda 2000). Se le encuentra asociada generalmente a ríos de aguas claras, lagunas de agua dulce y en algunas lagunas costeras, desde 200 hasta 2200 m (Gallo 1997; Santos-Moreno *et al.* 2003; Servin *et al.* 2003).

Las poblaciones de *Lontra longicaudis* han sido estudiadas abarcando aspectos como su biología, comportamiento y evolución (Gallo 1986, 1991, 1996, 1997; Spínola y Vaughan, 1995 a, b; Helder y de Andrade 1997; Pardini 1998; Larivière 1999; Macías-Sánchez y Aranda 1999; Pardini y Trajano 1999, Quadros y Monteiro-Filho 2000, Quadros y Monteiro-Filho 2002); en México, Gallo (1997) es quien presenta el trabajo más amplio sobre este mamífero, incluyendo los siguientes temas: reproducción, hábitos alimentarios, estado de conservación y distribución en las diferentes entidades del país.

La nutria neotropical, es un consumidor secundario que ayuda en el mantenimiento del equilibrio ecológico de su hábitat; además, es reconocida como especie indicadora de la perturbación de cuerpos de agua, pues reside únicamente en lugares con vegetación riparia en buen estado y de alta abundancia de presas. Por otro lado, es sensible a la perturbación antropogénica y a determinados niveles de contaminación (Soler 2002).

En México, *L. longicaudis* es clasificada como una especie amenazada en la NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT, 2010). A nivel internacional, de acuerdo a la UICN aparece con “datos insuficientes”, y dentro de la CITES la nutria se encuentra clasificada dentro del apéndice I (2009). Los principales peligros a los que se enfrenta esta especie son la destrucción o modificación de su hábitat, contaminación y cacería (Gallo 1986).

Para el estado de Oaxaca, resalta la presencia de *L. longicaudis* en 20 cuerpos de agua, dentro de los distritos de Jamiltepec, Juquila y Pochutla en la región de la Planicie Costera del Pacífico; Juchitán y Tehuantepec en la Planicie Costera de Tehuantepec, Teposcolula en la región Montañas y valles del Occidente (Sierra Mixteca) y Yautepec en la Sierra Madre del Sur; con una variación altitudinal de 4 a 1 550 m. Su distribución altitudinal en el estado va de los 200 m en la costa del Pacífico, hasta los 2000 m en el distrito de Ixtlán, dentro de la Sierra Madre de Oaxaca (Santos-Moreno et al. 2003, Briones-Salas et al. 2008).

Específicamente en la costa de Oaxaca (región Planicie Costera del Pacífico), Gallo (1997) indica la ocurrencia de dichos carnívoros en los ríos la Arena y Grande, en el distrito de Jamiltepec; en los ríos San Pedro y Verde así como en la laguna de Manialtepec, en el distrito de Juquila; y en los ríos Copalita, Coyula, Chacalapa, San Isidro y Zimatán, en el distrito de Pochutla.

En la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca, la nutria neotropical ha sido considerada como abundante (Briones-Salas et al. 2008); sin embargo, estas poblaciones se ven fuertemente afectadas por una gran cantidad de actividades antropogénicas como la cacería de subsistencia y la “cacería por protección”, esta última ocasionada por los pescadores locales al considerarla un competidor directo en la obtención de crustáceos y peces (obs. pers.).

Aunado a esto, existen otros problemas serios en la zona, como: el crecimiento demográfico y con ello el incremento de asentamientos humanos irregulares, la contaminación y cambio de uso de suelo con fines agrícolas y ganaderos en los alrededores de la cuenca. Este cambio de uso de suelo se ha dado principalmente por el desarrollo turístico (Bahías de Huatulco), que atrae a muchos visitantes, que ocasiona a la vez el asentamiento irregular de muchos pobladores locales para prestar diversos servicios (Arriaga et al. 2000; Lira y Ceballos 2010; Salas-Morales y Casariego-Madorell 2010).

Al mismo tiempo, quedan algunas áreas bien conservadas, como la zona ubicada dentro de las cuencas bajas de los ríos Zimatán, Chacalapa y Ayuta. La cual colinda con el complejo turístico Bahías de Huatulco, por lo que su estabilidad se encuentra amenazada debido al rápido crecimiento que el mencionado complejo ha sufrido en los últimos años (Salas-Morales y Casariego-Madorell, 2010).

De acuerdo con Helder y de Andrade (1997) el análisis de los hábitos alimentarios de la nutria neotropical contribuye a incrementar el conocimiento de la biología de esta especie; además, favorece la comprensión de las relaciones tróficas de una comunidad biológica como la que se presenta en el río Zimatán, y en cierta medida indica la calidad del hábitat. Por esta razón, el presente estudio tiene el propósito de enriquecer la información existente sobre la dieta de *Lontra longicaudis annectens* y evaluar los cambios en las preferencias alimentarias que ocurrieron a través de dos periodos.

Con esto se pretende disminuir la cacería de ésta especie en el lugar e impulsar estrategias de manejo por las diferentes comunidades que se asientan en la zona.

Material y Métodos

Área de estudio. El Río Zimatán se localiza en la región de la Planicie Costera del Pacífico, en el Distrito de Pochutla en el municipio de San Miguel del Puerto, Oaxaca. Tiene una longitud de 50 km aproximadamente. Pertenece a la región hidrológica 21, denominada Costa de Oaxaca, constituye la subcuenca del río Zimatán, que a su vez pertenece a la cuenca del río Astarta (Martínez *et al.* 2004). Se origina en la Sierra Madre del Sur y desemboca en el Océano Pacífico (Fig. 1). La zona posee una temperatura media anual de 28 °C y una precipitación media anual de 700 a 800 mm, con un clima cálido subhúmedo (Aw), la temporada lluviosa se presenta de mayo a octubre y la seca el resto del año (García 1986, INEGI 1980).

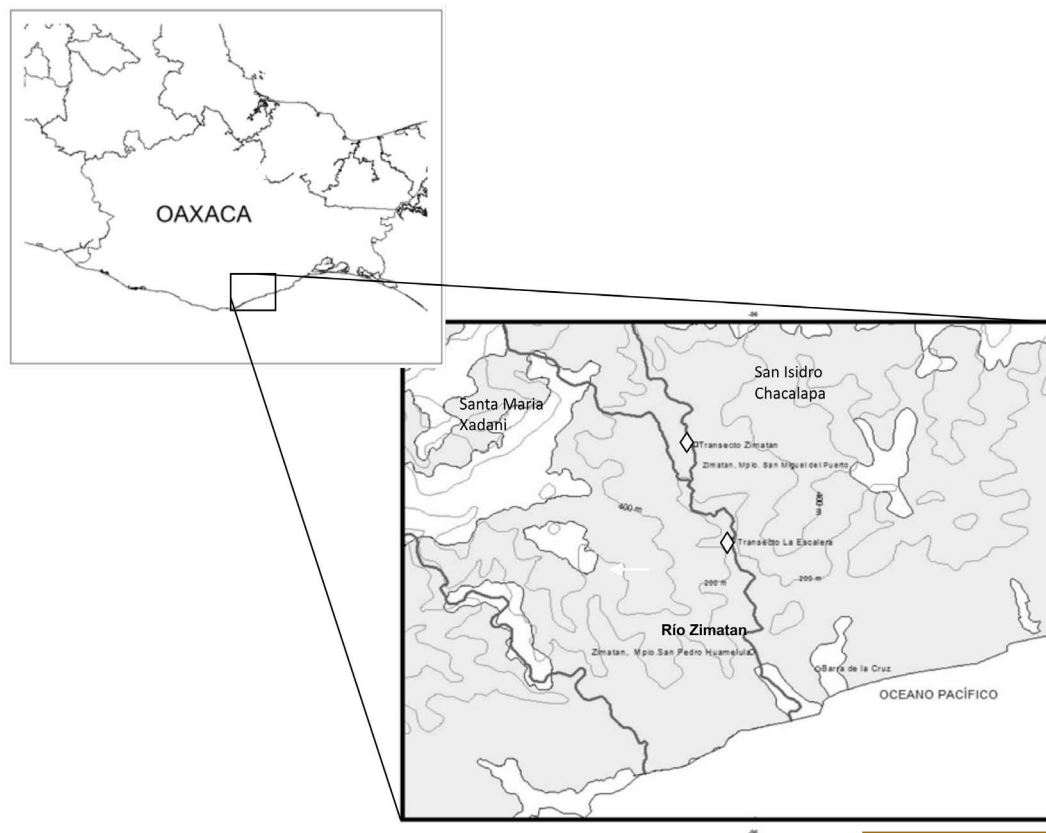


Figura 1. Localización de la zona de estudio, Río Zimatán, Oaxaca. Se señala la ubicación geográfica de los dos transectos analizados durante los años 1998 y 2002.

El principal tipo de vegetación es bosque tropical caducifolio, que se caracteriza por la dominancia de especies arborescentes que pierden sus hojas durante la época seca del año, alcanzan una altura de 5 a 15 m y tienen hojas compuestas nanofílicas; en este tipo de vegetación sólo existe un estrato arbóreo, el arbustivo es de características variables y el herbáceo se encuentra poco desarrollado, las trepadoras y epífitas son escasas; abundan las leguminosas y cactáceas columnares y candelabrifformes (Rzedowski 1978; Arriaga *et al.* 2000; Salas-Morales *et al.* 2003).

Actividades humanas. En las partes altas, cercanas a la Sierra Madre del Sur, el cultivo de café es la actividad económica más importante, aunque también se practica agricultura

de temporal; mientras que en lugares adyacentes al río y terrenos planos, se cultiva principalmente papaya, limón y plátano, además existe ganadería extensiva en varias áreas del bosque. Actividades como la caza y la pesca se realizan con fines alimenticios y una proporción muy baja de los organismos cazados se destina a la venta, pues el ingreso que los pobladores pueden obtener por este conducto es muy reducido (Briones-Salas *et al.* 2008; Salas- Morales y Casariego-Madorell 2010).

Muestreo. La colecta de heces fecales se realizó en las riberas del Río Zimatán, durante dos periodos. El primero, de enero a septiembre de 1998 (Periodo 1998) y el segundo, de mayo de 2002 a mayo del 2003 (Periodo 2002). Durante cada uno de estos periodos, se recorrieron mensualmente dos transectos de aproximadamente 3 km cada uno, establecidos de acuerdo a las unidades de muestreo empleadas por Jenkins y Burrows (1980), para hacer un recorrido mensual de 6 km en total.

El primer transecto: Rancho Zimatán, está localizado cerca del rancho del mismo nombre; sus coordenadas de inicio son 15° 56' 28.0" N y -96° 00' 35.6" W, a 236 m de altura, el final del transecto se encuentra a 15° 55' 56.8" N y -96° 01' 50.0" W, con una altura de 210 m; el uso que se le da al agua en esta zona es doméstico, el inicio del transecto es cruzado por el puente que lleva a la población de Santa María Petatengo, Municipio de San Miguel del Puerto. Durante los meses de muestreo se observó que en este transecto se realizan actividades de recreación y pesca, también hay acceso de ganado bovino y caprino, sobre todo al inicio del transecto.

El segundo transecto: La Escalera, se localiza entre las coordenadas de inicio 15° 54' 06.1" N y -96° 00' 37.4" W, con una altura de 114 m, el final del transecto se encuentra a 15° 53' 31.7" N y -96° 00' 27.6" W, a una altura de 210 m. Ocupa una zona con poco acceso humano, con baja actividad de ganado bovino y caprino; para llegar a él es necesario caminar durante una hora a través de la selva, por lo que no hay un uso regular del agua en la zona.

Los dos transectos se recorrieron a pie con el fin de detectar letrinas de nutria localizadas sobre rocas, troncos o arena a lo largo del río, dentro de una franja de 3 m desde la línea del agua hacia la vegetación, en ambos lados, incluyendo las rocas o islas dentro del cauce del mismo.

La identificación de las heces fecales fue hecha con base en el manual de Aranda (2000), además de tomar en cuenta las huellas encontradas cerca de las mismas. En cada letrina se colectaron individualmente todas las heces fecales halladas, en bolsas de papel si estaban secas, o en bolsas de plástico en el caso de ser recientes o estar húmedas. Los datos tomados fueron: transecto, fecha y lado del río; en algunos casos se midió el largo y ancho de la excreta (Greer 1955).

Las heces fecales fueron analizadas conforme el protocolo que sugiere Aranda (2000), separando manualmente con agujas de disección y pinzas e identificando su contenido hasta el nivel taxonómico más bajo posible.

Los restos de peces en las heces fueron identificados con la ayuda de una colección de referencia de las posibles presas siguiendo las claves de Álvarez (1970), de los ejemplares que se encuentra depositada en la Colección de peces continentales del CIIDIR Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional. Los crustáceos encontrados en las excretas se identificaron mediante las claves de Holthius (1952).

En cada muestra se consideró la aparición de una nueva presa sin tomar el número de individuos que hubiera (Melquist y Hornocker 1983; Spinola y Vaughan 1995; Helder y de Andrade 1997).

Análisis de datos. Para cada uno de los periodos estudiados, se analizó la frecuencia de aparición, el porcentaje de aparición de las presas consumidas y la diversidad de la dieta; y se comparó entre ambos transectos y entre la temporada lluviosa y la seca de cada periodo.

Para la obtención de la frecuencia de aparición se utilizó la siguiente fórmula:

$$FA = F_s/N \times 100$$

Donde: FA es frecuencia de aparición, F_s es el número de heces fecales en las que una presa aparece y N es el número total de heces fecales. Esta fórmula es la más utilizada para expresar los resultados en estudios sobre hábitos alimentarios, expresa la proporción de muestras que contienen una presa, pero no considera la importancia de las otras presas; por ello se utilizó también el porcentaje de aparición (PA):

$$PA = F_s/\Sigma F_t \times 100$$

Donde: PA es el porcentaje de aparición y ΣF_t es la sumatoria de las apariciones. Con la fórmula anterior se obtuvo la proporción del consumo de una especie en relación con las demás, por este medio se puede conocer la presa más importante en la alimentación de la nutria, razón por la cual se utiliza para hacer comparaciones (Maehr y Brady 1986). El porcentaje de aparición fue transformado mediante la función arco seno para su comparación mediante las pruebas de ANOVA y Tukey (Zar 1984).

Además, se obtuvo el índice de diversidad de presas de acuerdo a Shannon-Wiener (Krebs 1989):

$$H' = -\sum p_j \ln p_j$$

Donde: p_j es la proporción de cada categoría de presa con respecto al total.

Al valor obtenido se le aplicó la prueba de t de Student modificada por Hutcheson, (1970) y descrita en Zar (1984) para comparar entre dos distintos índices de diversidad. También se calculó la H' máxima, que indica la diversidad de especies de la muestra si estas tuvieran igual abundancia ó diversidad de especies máxima.

$$H_{\max} = -S (1/S \log_2 1/S) = \log_2 S$$

Donde S = Número de especies en la muestra de la comunidad.

Para analizar las fluctuaciones con base en las abundancias de las especies raras de presas consumidas por la nutria de río, se utilizó el índice de equitatividad de Pielou.

$$E = H' / H_{\max}$$

Finalmente, se obtuvo el Índice de Levin, para conocer la anchura o amplitud del nicho trófico para cada transecto y en cada periodo. Para estandarizar una escala de 0 a 1 se utilizó la siguiente ecuación (Krebs 1989).

$$B_A = (B-1)/(n-1)^{-1}$$

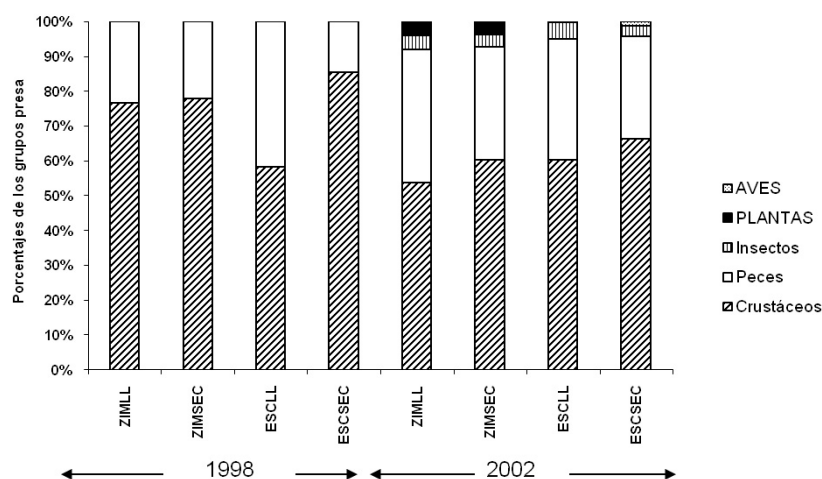
En donde: B_A = amplitud de nicho especializado de Levins; B = medida de amplitud de nicho de Levins y n = número de recursos posibles. Los valores menores a 0.6 indican que la dieta está dominada por pocas presas, por lo tanto se trata de un depredador especialista y mayores a 0.6 corresponden a dietas de depredadores generalistas (Krebs 1989). Un valor máximo del índice será cuando el número de presas sea igual al total de las presas registradas.

Resultados

Durante los dos periodos (1998 y 2002), se colectaron 1,188 heces fecales, 400 durante el primer periodo (1998) y 788 durante el segundo (2002). Se identificaron siete grupos de presas; el grupo mejor representado fue el de los crustáceos (66.55 %), seguido de peces (29.52%), insectos (2.42%), plantas (1.06%), y finalmente el grupo de las aves (0.44%).

En cada transecto, temporada y periodo de muestreo los crustáceos y los peces dominaron (Fig. 2).

Figura 2. Porcentaje de grupos de presas por transecto, temporada y periodo de muestreo. Siglas usadas: ZIMLL = Zimatán lluvias; ZIMSEC = Zimatán secas, ESCLL = escalera lluvias; ESCSEC = escalera secas.



Ocho especies fueron consumidas por la nutria de río durante ambos periodos, siete de crustáceos y una de peces (*Mugil cephalus*). Del total de especies identificadas en las heces fecales, 17 se registraron durante el primer periodo (1998), mientras que en el segundo periodo (2002) se registraron 11 especies de peces y crustáceos y cinco especies más no identificados de los siguientes grupos: peces, coridálidos, insectos, plantas y aves (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de especies presas consumidas por *L. longicaudis* en el río Zimatán costa de Oaxaca, durante los años 1998 y 2002.

Especies	1998	2002	Especies	1998	2002
Crustaceos			Peces		
<i>Atya occidentalis</i>	x		<i>Profundulus punctatus</i>		x
<i>Atya margaritacea</i>		x	<i>Gobiexos mexicanus</i>	x	
<i>Atya ormanioides</i>	x	x	<i>Gobiomorus sp.</i>	x	
<i>Atya sp.</i>	x	x	<i>Agnostomus monticola</i>	x	
<i>Macrobrachium acantochirus</i>	x	x	<i>Mugil cephalus</i>	x	x
<i>Macrobrachium. hobbsi</i>	x		<i>Poecilia sphenops</i>	x	
<i>Macrobrachium occidentale</i>	x	x	<i>Gobionellus microdon</i>	x	
<i>Macrobrachium michoacanus</i>		x	<i>Lutjanus aratus</i>	x	
<i>Macrobrachium olfersii</i>	x	x	Peces no id.		x
<i>Macrobrachium americanum</i>	x	x	Coridálidos no id.		x
<i>Macrobrachium sp.</i>	x	x	Insectos no id.		x
<i>Pseudotelphusa sp</i>	x		Plantas		x
			Aves		x

Las especies más consumidas en ambos periodos de manera general por la nutria de río fueron *Macrobrachium americanum* ($n = 576$) y *Atya ormanioides* ($n = 564$), mientras que las menos consumidas fueron *Agnostomus monticola* ($n = 10$) y el grupo de las aves ($n = 4$; Tabla 2).

CATEGORIA DE PRESA	F 1998 (n = 400)	FA 1998	PA 1998	F 2002 (n = 788)	FA 2002	PA 2002
CRUSTACEOS						
Familia Atyidae						
<i>Atya occidentalis</i>	x	x	x	358	0.454	0.136
<i>Atya margaritacea</i>	32	0.080	0.026	x	x	x
<i>Atya ormanioides</i>	342	0.855	0.279	222	0.281	0.084
<i>Atya</i> sp.	24	0.060	0.019	141	0.178	0.053
Familia Palaemonidae						
<i>Macrobrachium acantochirus</i>	77	0.192	0.062	2	0.002	0.0007
<i>Macrobrachium. hobbsi</i>	26	0.065	0.021	60	0.076	0.022
<i>Macrobrachium occidentale</i>	11	0.027	0.008	28	0.035	0.010
<i>Macrobrachium michoacanus</i>	x	x	x	18	0.022	0.006
<i>Macrobrachium olfersii</i>	25	0.062	0.020	60	0.076	0.022
<i>Macrobrachium americanum</i>	244	0.610	0.199	332	0.421	0.126
<i>Macrobrachium</i> sp.	77	0.192	0.062	305	0.387	0.116
<i>Pseudotelphusa</i> sp.	25	0.062	0.020	x	x	x
PECES						
Familia Profundulidae						
<i>Profundulus punctatus</i>	x	x	x	362	0.459	0.138
Familia Mugilidae						
<i>Mugil cephalus</i>	12	0.030	0.097	330	0.418	0.126
<i>Agnostomus monticola</i>	10	0.025	0.008	x	x	x
Familia Gobiidae						
<i>Gobiexos mexicanus</i>	134	0.335	0.109	x	x	x
<i>Gobiomorus</i> sp	95	0.237	0.077	129	0.163	0.049
<i>Gobionellus microdon</i>	42	0.105	0.034	x	x	x
Familia Poeciliidae						
<i>Poecilia sphenops</i>	30	0.075	0.024	x	x	x
Familia Lutjanidae						
<i>Lutjanus aratus</i>	19	0.047	0.015	x	x	x
PECES NO IDENT.	x	x	x	158	0.200	0.060
CORIDALIDOS NO IDENT.	x	x	x	58	0.073	0.022
INSECTOS NO IDENTIF.	x	x	x	46	0.058	0.017
PLANTAS	x	x	x	64	0.081	0.024
AVES	x	x	x	4	0.005	0.001

Tabla 2. Contenido de muestras fecales de la nutria neotropical en el río Zimatán. Frecuencia (F), frecuencia de aparición (FA) y porcentaje de aparición (PA) de los grupos y categorías de presa identificadas en 1 188 excretas en los dos periodos. x = Ausencia en el periodo.

Durante el primer periodo, dos especies de crustáceos presentan los valores más altos de frecuencia y porcentaje de aparición: *Atya ormanioides* presentó el valor más alto (FA = 0.855; PA = 0.279), seguido de *Macrobrachium americanum* (FA = 0.610; PA = 0.199). Durante el segundo periodo, una especie del grupo de los peces presentó los valores más altos de frecuencia y porcentaje de aparición (FA = 0.459; PA = 0.138), seguido de una especie del grupo de los crustáceos *Atya occidentalis* (FA = 0.459; PA = 0.136; Tabla 2).

Después de aplicar el análisis de ANOVA a los PA en un diseño de bloques completos aleatorizados se encontraron diferencias significativas ($F_{(0.05(7), 25)} = 3.94$) y mediante la prueba de Tukey se distinguieron estas diferencias entre algunos de los grupos en las temporadas de lluvias y secas ($q_{(0.05, 8, 118)}$) y entre los dos periodos (Tabla 3).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener fue más alto en ambos periodos (1998 y 2002), durante la temporada de lluvias en el transecto de la Escalera ($H' = 0.985$ y $H' = 2.435$ respectivamente), mientras que los valores más bajos se presentaron durante la temporada de lluvias en el transecto Zimatán para ambos periodos ($H' = 0.857$ y $H' = 2.353$ respectivamente; Tabla 4; Fig. 3).

El índice de diversidad no mostró diferencias significativas para el año de 1998 entre ambos transectos y temporadas excepto al comparar el transecto "Zimatan" en secas contra el transecto "La escalera" lluvias ($t_{(0.05(2), 5)} > 2,57$) y al comparar la totalidad de cada transecto ($t_{(0.05(2), 54)} > 2$). Para el año del 2002 no se presentó ninguna diferencia significativa entre los transectos o temporadas. Al comparar la suma del periodo 1998 contra el periodo 2002 no existieron diferencias significativas ($t_{(0.05(2), 228)} > 1.97$).

Tabla 3. Valores de la prueba de Tukey para los porcentajes de aparición con diferencia significativa comparando años, transectos y periodos de muestreo. Siglas usadas: ZIMLL Zimatán lluvias, ZIMSEC Zimatán secas, ESCLL escalera lluvias, ESCSEC escalera secas.

Grupos a comparar	Diferencia de medias	DVS	nj
Ho: $M_{ESCSEC02} - M_{ESCLL02}$	57.687	21.798	15
Ho: $M_{ESCSEC02} - M_{ZIMSEC02}$	33.00	21.798	15
Ho: $M_{ESCSEC02} - M_{ZIMLL02}$	46.625	21.798	15
Ho: $M_{ESCSEC02} - M_{ESCLL98}$	57.125	21.798	15
Ho: $M_{ESCSEC02} - M_{ESCSEC98}$	37.937	21.798	15
Ho: $M_{ESCSEC02} - M_{ZIMSEC98}$	60.937	21.798	15
Ho: $M_{ESCSEC02} - M_{ZIMLL98}$	66.591	23.415	13
Ho: $M_{ESCLL02} - M_{ZIMSEC02}$	24.687	21.106	16
Ho: $M_{ESCLL98} - M_{ZIMSEC02}$	24.125	21.106	16
Ho: $M_{ZIMSEC98} - M_{ZIMSEC02}$	27.937	21.106	13
Ho: $M_{ESCSEC98} - M_{ZIMSEC98}$	23.00	21.106	16
Ho: $M_{ESCSEC98} - M_{ZIMLL98}$	28.653	23.415	13
Ho: $M_{ZIMLL98} - M_{ZIMSEC02}$	33.591	23.415	13

Comparando los transectos de ambos periodos de muestreo existieron diferencias significativas estadísticamente en todas las combinaciones (Tablas 4 y 5).

Los valores de H' máxima no tuvieron cambios importantes, esto es reflejo del hecho de que este indicador no pondera la cantidad en que cada presa es consumida; sin embargo, la equitatividad triplicó sus valores del primer al segundo año (Tabla 6).

Los valores más altos del índice de Levin se presentaron en el segundo periodo (2002; $X = 0.623$). Durante todo el estudio el valor más alto se observó en el transecto Zimatán durante la temporada seca del 2002 (0.729), seguido del transecto La Escalera durante la temporada seca del 2002. Los valores más bajos se observaron durante la primera temporada (1998) el valor más bajo se observó en el transecto Zimatán durante la temporada seca del 2008 (Tabla 7).

Discusión

Tres especies dominaron en el 73 % de las excretas durante el primer año *Atya ormanioides*, *Macrobrachium americanum* y *Gobiexos mexicanus* lo que influyó en los bajos índices de diversidad 0.9 bits/ind para el año 1998. El segundo año tuvo índices de diversidad con valores más altos 2.4bits/ind esto sugiere un cambio en el nicho trófico para la especie que se adapta a nuevas condiciones, ampliando con esto sus posibilidades, lo que es claro al observar los cambios en los valores de equitatividad.

Año	Transecto	Temporada	n	H'	Varianza
1998	ZIMATAN	lluvias	13	0.8578	0.0008
1998	ZIMATAN	secas	14	0.8856	0.0004
1998	ESCALERA	lluvias	16	0.9859	0.0003
1998	ESCALERA	secas	17	0.948	0.0001
2002	ZIMATAN	lluvias	16	2.3534	0.0002
2002	ZIMATAN	secas	16	2.3919	0.00007
2002	ESCALERA	lluvias	17	2.4358	0.0003
2002	ESCALERA	secas	16	2.4076	0.00006

Tabla 4. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de preseas consumidas por la nutria neotropical en el río Zimatán, costa de Oaxaca para cada año, transecto y temporada. n= número de especies consumidas.

Comparando con otros trabajos y especies, el índice de diversidad para las nutrias del río Zimatán es alto, principalmente durante el segundo periodo (2002); por ejemplo, en el trabajo de Delgado-Rodríguez (2005) el valor máximo para *Lontra felina* es de $H' = 0.92$ a pesar de que esta especie vive en el mar, un ambiente más diverso en presas. En este mismo río en un estudio intermedio 1999-2000, se registró una diversidad de $H' = 0.849$ (Casariego Madorell *et al.* 2008).

El cambio en el número de especies es casi mínimo; en promedio en ambos periodos la nutria de río consumió 17.5 especies pero la diferencia de porcentajes en la frecuencia de aparición indica un posible cambio en el ambiente. De acuerdo a la teoría del disturbio intermedio (Connell 1978), en un ambiente con disturbios de intensidad media existe un incremento en la diversidad, al llegar nuevas especies a ocupar los nuevos nichos ecológicos o por cambios en la estructura de la comunidad al cambiar las proporciones de los integrantes, entonces, si esto ocurrió en el caso de la zona de estudio, las nutrias en el río Zimatán consumieron de manera más homogénea y por lo tanto más diversa los recursos a su disposición.

ESC 1998 vs. ZIM 2002	t (0.05(2),40) >	2.02
ZIM 1998 vs. ZIM 2002	t (0.05(2),72) >	1.93
ESC 1998 vs. ESC 2002	t (0.05(2),40) >	2.02
ZIM 1998 vs. ESC 2002	t (0.05(2),102) >	1.96

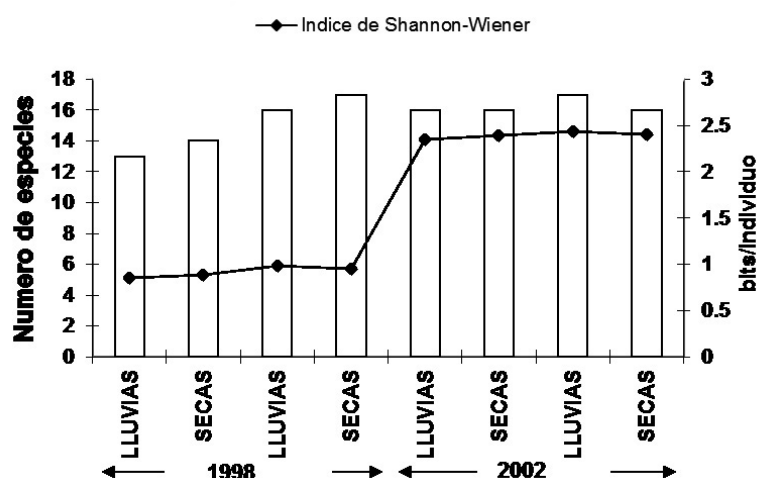
Tabla 5. Valores con diferencias significativas para la prueba de t Hutchinson aplicada a los índices de diversidad de Shannon-Wiener, comparando por años y transectos.

La nutria de río se comportó en este estudio como un depredador especialista durante el primer periodo (1998), mientras que para el segundo (2002), cambio a ser una especie generalista, aprovechando una mayor diversidad de presas.

En el estudio de Monroy-Vilchis y Mundo (2006), se observa que la nutria de río se encuentra en un ambiente con disturbios intensos en los dos ríos de Temascaltepec, Edo. de México, esto ha provocado la extinción de la ictiofauna y seguramente la desaparición de los crustáceos, por esta razón, se adapta a consumir lo único que tiene a su disposición, en este caso, la trucha (*Oncorhynchus mykiss*); por lo tanto, no es que la población de Temascaltepec sea especialista sino que se ve obligada a consumir ese recurso.

La nutria es un carnívoro generalista condición que se demuestra en su capacidad para consumir el alimento que tiene a su alcance, esto es evidente al analizar otros trabajos acerca de su alimentación (Spinola y Vaughan 1995b; Pardini 1998; Macias-Sánchez y Aranda 1999; Quadros y Monteiro-Filho 2000; Gallo-Reynoso et al. 2008; Chemes et al. 2010; Mayor-Victoria y Botero-Botero 2010; Charre-Medellín et al. 2011), así que clasificarla como especialista no depende únicamente del valor del índice de Levin para una zona, sino de la condición propia de la especie, que se determina al evaluar su capacidad de consumir una amplia gama de alimentos disponible.

Figura 3. Número de especies consumidas por la nutria de río neotropical e Índice de Shannon-Wiener para ambas localidades y temporadas.



Otra posibilidad de respuesta al porque de los cambios en el consumo entre los dos periodos de muestreo son las actividades humanas de recreo que se incrementaron en la zona en el segundo periodo (2002), esto fue evidente durante los recorridos por la gran cantidad de familias visitantes y la basura arrojada al río que no se observaba en el primer periodo. Estas actividades pudieron causar cambios en la estrategia de forrajeo de la nutria, como cambio en sus horarios de búsqueda de alimentos ante los disturbios

El cambio en el índice de Levin con valores desde 0.335 hasta 0.729 a través de las temporadas y de equitatividad, nos da un indicador del grado de oportunidad de la nutria y su capacidad para adaptarse a nuevas condiciones, es una especie especialmente plástica ante el ambiente, esto demuestra así que hubo un cambio en la amplitud del nicho de la nutria, ella ocupó de manera más equilibrada cada recurso, diversificó su esfuerzo de captura quizá por la disminución de sus presas derivada del cambio en el ambiente al aumentar los disturbios. El trabajo de Spindola y Vaughan (1995b) confirma esta afirmación, trabajo que además registra especies y frecuencias de consumo muy parecidas al presente trabajo.

Las variaciones en los diferentes índices también están muy relacionadas con la

biología de tres a cuatro de las especies de crustáceos de los géneros *Macrobrachium* y *Atya*, estos migran a lo largo de los ríos a la zona de estuarios para el desove (Martínez-Mayén y Román-Contreras 2000).

Los aumentos de diferentes especies en las frecuencias y porcentajes de aparición aunque ligeros también tuvieron relación con las temporadas durante las que se les capturó. El estudio de la abundancia, frecuencia y otros aspectos de los crustáceos de las cuencas Copalita, Zimatán y Coyula (Villalobos-Hiriart *et al.* 2010) indica que dos de los géneros presentes en mayor proporción en estos ríos son *Atya* y *Macrobrachium*, precisamente los dos géneros con mayor consumo de la nutria en el río Zimatán.

Las aves e insectos a consideración de diversos autores (Gallo 1986; Quadros y Monteiro-Filho 2001; Gallo-Reynoso *et al.* 2008) y según nuestros resultados son capturados de manera oportunista, en nuestro caso desconocemos la especie de ave consumida, los mismos autores mencionan aves cuyos hábitos de vida acuática las convierten en fácil presa.

Transecto	Zimatán		Escalera		Zimatán		Escalera	
	Lluvias 1998	Secas 1998	Lluvias 1998	Secas 1998	Lluvias 2000	Secas 2000	Lluvias 2000	Secas 2000
H' máxima	2.564	2.639	2.773	2.833	2.772	2.708	2.708	2.639
Equitatividad	0.334	0.335	0.356	0.334	0.848	0.883	0.899	0.912
Número de especies	13	14	16	17	16	16	17	16

Tabla 6. Valores de Equitatividad y H' máxima para la dieta de *L. Longicaudis* durante las dos temporadas y años en el río Zimatán, costa de Oaxaca, México.

Las especies encontradas y la manera en que dominan en la dieta coinciden con las ya registradas por otros autores en México y para otros países (Gallo 1986, 1997; Macías-Sánchez y Aranda 1999; Pardini 1998; Quadros y Monteiro-Filho 2001).

Las plantas registradas en las heces fecales podrían haber sido consumidas de manera accidental sin embargo existen registros bien documentados de ingesta de frutas con la propuesta de que sean como complemento a los aportes de nutrientes (Quadros y Monteiro-Filho 2000).

A diferencia del trabajo de Macías-Sánchez y Aranda (1999) en el que registra únicamente diferencias estacionales, este trabajo indica variaciones geográficas y estacionales, hablándonos de la heterogeneidad ambiental. Se tienen 17 especies consumidas por la nutria; conforme el índice de Levin, la máxima amplitud del nicho trófico está en la temporada de lluvias en el transecto La Escalera sin discriminar las tallas entre las diferentes presas. Sin embargo ¿que sucedería si se contabilizara por masa y no por número de individuos?

Los cambios en los valores de la amplitud del nicho trófico de esta especie de mustélido nos hablan de un ser vivo con estrategias típicas del oportunista, con una plasticidad muy grande para adaptarse a los cambios ambientales. Sin embargo, son necesarios estudios sobre las preferencias alimentarias de esta especie de nutria como la tasa de forrageo, índice de selectividad y otros, diferenciación de nicho trófico entre los machos y hembras de la especie, su uso del hábitat y estudios genéticos para conocer el grado de consanguinidad en la población estudiada.

Con base en este y otros estudios (Gallo 1986, 1997; Gallo-Reynoso *et al.* 2008; Monroy-Vilchis y Mundo 2009; Charre-Medellín *et al.* 2011) y en el hecho de que este es el primer estudio para México y otras zonas con un tamaño de muestra considerable y de registro amplio en el tiempo (como ejemplo algunos trabajos cuentan únicamente con un año de muestreo y menos de 500 deyecciones analizadas), afirmar que existe un patrón general en las tendencias de alimentación de la nutria neotropical respecto a sus preferencias. Los crustáceos y peces siempre serán sus primeras elecciones ante sus opciones de alimento, alternándose en porcentaje de importancia según la temporada seca o lluviosa. Sin embargo, otros grupos llegan a incrementar en su alimentación si

Tabla 7. Índice de Levin (B) e Índice de Levin estandarizado B_A para los transectos, temporadas y años del estudio. Siglas usadas: ZIMLL = Zimatán lluvias; ZIMSEC = Zimatán secas, ESCLL = Escalera lluvias; ESCSEC = Escalera secas.

Transecto- Fecha	B	B_A
ZIMLL98	5.076	0.339
ZIMSEC98	5.309	0.331
ESCLL98	7.733	0.448
ESCSEC98	6.363	0.335
ZIMLL02	9.126	0.541
ZIMSEC02	11.937	0.729
ESCLL02	10.290	0.580
ESCSEC02	10.665	0.644

las condiciones de disponibilidad y estrés ambiental así lo determinan.

Con los datos de los estudios previos y los de este estudio podemos afirmar que la nutria de río neotropical es un carnívoro generalista y oportunista.

Agradecimientos

A las autoridades comunales de Zimatán y de San Miguel del Puerto en la costa de Oaxaca por permitirnos trabajar en sus terrenos. A R. Ricardez y a A. López dueños del rancho Zimatán por permitirnos el acceso a sus terrenos. Este estudio fue apoyado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF; Convenio S069 y QQ82), el Sistema de Investigación Benito Juárez de Oaxaca (SIBEJ 20000506024), y a la Coordinación General de Estudios de Posgrado e Investigación (CGEPI 200030261 y 20040336). A SERBO por invitarnos a trabajar en sus proyectos. MB-S agradece a la Comisión de Operación y Fomento a las actividades Académicas (COFFA) y al programa de Estímulos al Desempeño a la Investigación (EDI), del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo recibido, así como al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) por su reconocimiento y apoyo.

Literatura citada

- ALVAREZ DEL V., J. 1970. Peces mexicanos (claves). Secretaría de Industria y Comercio, Instituto Nacional de Investigación Pesquera. Ciudad de México, México.
- ARANDA, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- ARRIAGA, C. L., J. M. ESPINOZA-RODRÍGUEZ, C. AGUILAR-ZUÑIGA, E. MARTÍNEZ-ROMERO, L. GÓMEZ-MENDOZA, Y E. LOA (COORD.). 2000. Regiones terrestres prioritarias

- de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México, México.
- BRIONES-SALAS, M., J. CRUZ, J. P. GALLO, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2008. Abundancia relativa de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en el río Zimatán en la costa de Oaxaca, México. Pp. 355-376 in Avances en el estudio de los mamíferos de México II (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- CASARIEGO-MADORELL, MA., R. LIST, Y G. CEBALLOS.** 2008. Tamaño poblacional y alimentación de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) en la costa de Oaxaca. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 24:179-200.
- CHARRE-MEDELLÍN, J., C. LÓPEZ-GONZÁLEZ, A. LOZANO, Y A. GUZMAN.** 201. Conocimiento actual sobre la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en el estado de Durango, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82:1343- 1347.
- CHEMES, S., A. GIRAUDO, Y G. GIL.** 2010. Dieta de *Lontra longicaudis* (carnívora: Mustelidae) en el Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina) y su comparación con otras poblaciones de la cuenca de Paraná. Mastozoología Neotropical 17:19-29.
- CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES (CITES).** 2009. UNEP-WCMC Species database: CITES listed species. <http://www.cites.org>.
- CONNELL, J. H.** 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. Science 199:1302-1310.
- DELGADO-RODRÍGUEZ, C.** 2005. Feeding ecology of the Sea Cat (*Lontra felina*) in Southern Chile. The River Otter Journal 14:7-8.
- GALLO, J. P.** 1986. Otters in Mexico. Journal of the otter trust 1:19-24.
- GALLO, J. P.** 1990. México. Pp. 70-71 in Otters, an action plan for their conservation (Foster-Turley, P., S. MacDonald, y C. Mason, eds.). IUCN. Kevin Press Inc. Illinois, EE.UU.
- GALLO, J. P.** 1991. The status and distribution of river otters (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) in México. Proceedings of the V International Otter Colloquium-Habitat 1:57-62.
- GALLO, J. P.** 1996. Distribution of the neotropical river otter (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) in the Río Yaqui, Sonora, México. IUCN otter specialist Group Bulletin 13:27-31.
- GALLO, J. P.** 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major 1897. Revista Mexicana de Mastozoología 2:10-32.
- GALLO-REYNOSO, J. P., N. RAMOS-ROSAS, Y O. RANGEL-AGUILAR.** 2008. Depredación de aves acuáticas por la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*), en el río Yaqui, Sonora, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 79:275-279.
- GARCÍA, E.** 1986. Apuntes de climatología. UNAM. Ciudad de México, México.
- GREER, K. R.** 1955. Yearly food habits of the river otter in the Thompson lakes region, north western Montana as indicated by scat analyses. The American Midland Naturalist 54:299-313.

- HELDER, J., Y H. K. DE ANDRADE.** 1997. Food and feeding habits of the neotropical river otter *Lutra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae). *Mammalia* 61:193-203.
- HOLTHIUS, L. B.** 1952. The subfamily *Palaemoninae*, part II. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas II. Allan Hancock Foundation Publication, Occasional Papers 12:1-396.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI).** 1980. Carta de climas, México. Escala 1:1,000,000.
- IUCN.** 2009. IUCN Red list of threatened species. Versión 2009.2 <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 20 december 2009.
- JENKINS D., Y G. O. BURROWS.** 1980. Ecology of otters in northern Scotland III. The use of faeces as indicators of otter (*Lutra lutra*) density and distribution. *Journal of Animal Ecology* 49:755-774.
- KREBS, C. J.** 1989. *Ecological Methodology*. HarperCollins, Publication. New York, EE.UU.
- LARIVIÉRE, S.** 1999. *Lontra longicaudis*. *Mammalian species* 609:1-5.
- LIRA, I., Y G. CEBALLOS.** 2010. Huatulco, Oaxaca. Pp. 520-526 in *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México* (Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury, y R. Dirzo eds.). Ciudad de México, México.
- MACÍAS-SÁNCHEZ, S., Y M. ARANDA.** 1999. Análisis de la alimentación de la nutria *Lontra longicaudis* (Mammalia: Carnivora) en un sector del río Los Pescados, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*. (n.s.) 76:49-57.
- MARTÍNEZ-MAYÉN, M., Y R. ROMÁN-CONTRERAS.** 2000. Aspects of the reproduction of *Atya margaritacea* A. Milne-Edwards, 1864 (Decapoda, Atyidae) in a population from the Mexican Pacific. *Crustaceana* 73:913-923.
- MARTÍNEZ, E., I. DOADRIO, Y A. DE SOSTOA.** 2004. Peces continentales. Pp. 357-374 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A., Ma. J. Ordoñez, y M. Briones-Salas, eds.) Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- MAEHR, D. S., Y J. R. BRADY.** 1986. Food habits of bobcats in Florida. *Journal of Mammalogy* 67:133-138.
- MAYOR-VICTORIA, R., Y A. BOTERO-BOTERO.** 2010. Dieta de la nutria neotropical *Lontra longicaudis* (Carnívora, Mustelidae) en el río Roble, Alto Cauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 15:237-244.
- MELQUIST, W. E., Y M. G. HORNOCKER.** 1983. Ecology of river otters in west central Idaho. *Wildlife monographs* 83, Supplement to *Journal of Wildlife Management* 47:1-60.
- MONROY-VILCHIS, O., Y V. MUNDO.** 2009. Nicho trófico de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en un ambiente modificado, Temascaltepec, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:801-806.
- PARDINI, R.** 1998. Feeding ecology of the neotropical river otter *Lontra longicaudis* in atlantic forest stream, south-eastern Brazil. *Journal of Zoology* 245:385-391.
- PARDINI, R. Y E. TRAJANO.** 1999. Use of shelters by the neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) in an Atlantic forest stream, Southwestern Brazil. *Journal of Mammalogy* 80:600-610.

- QUADROS, J., y E. L. A. MONTEIRO-FILHO.** 2000. Fruit occurrence in the diet of the neotropical otter *Lontra longicaudis*, in southern brazilian atlantic forest and its implication for seed dispersion. *Mastozoología Neotropical* 7:33-36.
- QUADROS, J., y E. L. A. MONTEIRO-FILHO.** 2001. Diet of the neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in an atlantic forest area, Santa Catarina State, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 36:15-21.
- QUADROS, J., y E. L. A. MONTHEIRO-FILHO.** 2002. Sprainting sites of the neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in an Atlantic forest area of southern Brazil. *Journal of Neotropical Mammalogy* 9:39-46.
- RZEDOWSKI, J.** 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. Ciudad de México, México.
- SALAS-MORALES, S., y MA. CASARIEGO-MADOREL.** 2010. Zimatán, Oaxaca. Pp. 527-531 in *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México* (Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury, y R. Dirzo eds.). Ciudad de México, México.
- SALAS-MORALES, S., A. SAYNES-VÁSQUEZ, y L. SCHIBLI.** 2003. Flora de la costa de Oaxaca, México: lista florística de la región de Zimatán. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana* 72:21-58.
- SANTOS-MORENO, A., M. BRIONES-SALAS, G. GONZÁLEZ, y T. DE J. ORTÍZ.** 2003. Noteworthy records of two rare mammals in Sierra Norte de Oaxaca, México. *The Southwestern Naturalist* 48: 312-313.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en peligro. *Diario Oficial*. Ciudad de México, México.
- SERVÍN, J., E. CHACÓN, N. ALONSO-PÉREZ, y C. HUXLEX.** 2003. New records of mammals from Durango, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 48:136-138.
- SOLER F., A.** 2002. Nutrias por todo México. *CONABIO, Biodiversitas* 43:13-15.
- SPÍNOLA, R. M., y C. VAUGHAN.** 1995a. Abundancia relativa y actividad de marcaje de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:38-45.
- SPÍNOLA, R. M., y C. VAUGHAN.** 1995b. Dieta de la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*) en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical* 4:125-132.
- VILLALOBOS-HIRIART, J. L., F. ÁLVAREZ, C. HERNÁNDEZ, G. DE LA LANZA-ESPINO, e I. D. GONZÁLEZ-MORA.** 2010. Crustáceos decápodos de las cuencas Copalita, Zimatán y Coyula, en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 99-111.
- ZAR, J. H.** 1984. *Biostatistical analisis*. Prentice-Hall. New Jersey, EE.UU.

Sometido: 17 de junio de 2013

Revisado: 15 de agosto de 2013

Aceptado: 20 de agosto de 2013

Editor asociado: Juan Pablo Gallo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Composición de la dieta del oso andino *Tremarctos ornatus* (Carnivora: Ursidae) en nueve áreas naturales protegidas del Perú

Judith Figueroa ^{1,2}

Abstract

The diet of the andean bear *Tremarctos ornatus* was assessed in dry equatorial, tropical rainy, premontane, montane, and upper montane forests, and puna, within nine natural protected areas in Peru (Laquipampa, Chaparrí, Cutervo, Yanachaga, Yanasha, Megantoni, Amarakaeri, Manu and Machu Picchu) between 2001 and 2008. Six hundred forty six records were obtained related to the bear's diet: 522 (80.8%) food waste, 62 (9.6%) feces, 55 (8.5%) climbed trees with sign supplies, and 7 (1.1%) scabbled roots and trunks. Two animal (1.7%) and 114 plant species (98.3%) included in 36 families, were identified. Fruits (35.2%), leaf bases (31.9%), stems (12.3%), and piths (10.2%) were the eaten plant parts. Bromeliaceae (58.5%), Arecaceae (10.3%), Cyclanthaceae (5.9%) and Poaceae (4.1%) were the botanical families most frequently used. The piths of palms (Arecaceae) were the main diet components in the tropical rainy and premontane forests, the fruits were during the rainy season in the dry equatorial one, while the resource availability produced diverse diets in the montane forest.

Key words: andean bear, diet, feeding, Peru, protected natural areas.

Resumen

Se evaluó la dieta del oso andino *Tremarctos ornatus* en bosques seco ecuatorial, húmedo tropical, premontano, montano, montano alto, y puna, en nueve áreas naturales protegidas del Perú (Laquipampa, Chaparrí, Cutervo, Yanachaga, Yanasha, Megantoni, Amarakaeri, Manu y Machu Picchu), entre 2001 y 2008. Se obtuvieron 646 registros relacionados con la dieta: 522 (80.8%) restos alimenticios, 62 (9.6%) heces, 55 (8.5%) árboles trepados con signos de alimentación y 7 (1.1%) raíces y troncos escarbados. Se identificaron dos especies animales (1.7%) y 114 especies botánicas (98.3%) de 36 familias; 35.2 de frutos, 31.9 % de bases foliares, 12.3% de tallos y 10.2% de médulas, en cuanto a partes vegetales. Las familias más usadas fueron Bromeliaceae (58.5%), Arecaceae (10.3%), Cyclanthaceae (5.9%) y Poaceae (4.1%). La médula de las Arecaceae fue el componente principal en los bosques

¹Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad (AICB). Av. Vicús 538, Lima 33, Perú. E-mail: aicb.peru@gmail.com

²Grupo de Investigación de Zoología de Vertebrados. Universidad de Alicante. España.

húmedo tropical y premontano; los frutos, durante la temporada lluviosa en el seco ecuatorial; mientras que la disponibilidad de recursos diversificó la dieta en el montano.

Palabras clave: alimentación, áreas naturales protegidas, dieta, oso andino, Perú.

Introducción

En el Perú el oso andino *Tremarctos ornatus* ha sido registrado entre 210 y 4,750 msnm (Patton *et al.* 1982; Peyton 1999), en diversos ecosistemas desde muy húmedos hasta semiáridos (Peyton 1999). Este carnívoro de gran tamaño cubre sus necesidades energéticas mediante una dieta omnívora, pero principalmente por la ingesta masiva de plantas (Mondolfi 1979), en su mayoría sometidas a fluctuaciones estacionales e interanuales de abundancia. Por ello, la adquisición del alimento que ocupa una gran parte de su tiempo de actividad, determina básicamente las pautas del uso del espacio e interviene de forma muy importante en su demografía, como en otras especies de osos (Rogers 1987).

Se han realizado diversos estudios sobre su dieta en América del Sur (Peyton 1980; Suárez 1988; Goldstein 1989; Rodríguez y Cadena 1991b; Paisley 2001; Troya *et al.* 2004) que, si bien han presentado algunas constantes, muestran variaciones en la composición específica en los diferentes hábitats y en las pautas estacionales de utilización de los diferentes tipos de alimento, en función de la disponibilidad de los recursos. Las estrategias alimentarias del oso andino se basan en la combinación de sucesos (fructificación), de recursos (especies animales y vegetales) y en la anticipación al cambio de estos sucesos (migración y movimientos). En el Parque Nacional Natural Las Orquídeas (Colombia), Rodríguez y Cadena (1991b) encontraron tres patrones de consumo. El primero incluyó a las que eran obtenidas en un solo momento y lugar determinado (recursos momentáneos o puntuales). El segundo en diferentes épocas del año a diferentes alturas, y el tercero se obtuvo a lo largo de una gran superficie explorada en un corto período de tiempo. Es el caso de movimientos horizontales de la especie sobre la cordillera explorando frutos de roble y maizales, o bien, a lo largo de un período prolongado en un área extensa, como ocurrió con las bromelias, palmas y bambúes.

El presente trabajo tiene como objetivo obtener información sobre los componentes específicos de la dieta del oso andino en nueve áreas naturales protegidas del Perú, así como conocer su variación estacional.

Material y Métodos

Área de estudio

Hábitat. Las evaluaciones se realizaron en cinco áreas naturales protegidas en la época de lluvias (ELL: noviembre-marzo) y de estiaje (EE: abril-octubre), mientras que en cuatro se obtuvo información de una temporada (Tabla 1, Fig. 1). Los hábitats estudiados fueron los bosques: 1) seco ecuatorial (< 1,500 msnm); 2) húmedo tropical (< 700-800 msnm); 3) premontano (800 - 1,800 msnm); 4) montano (1,800 - 3,000 msnm); 5) montano alto, que son parches del anterior, en un ecotono con características climáticas y botánicas particulares entre este y la puna, entre los 3,000 y 3,400 msnm; y 6) la puna (3,000 - 3,800 msnm).

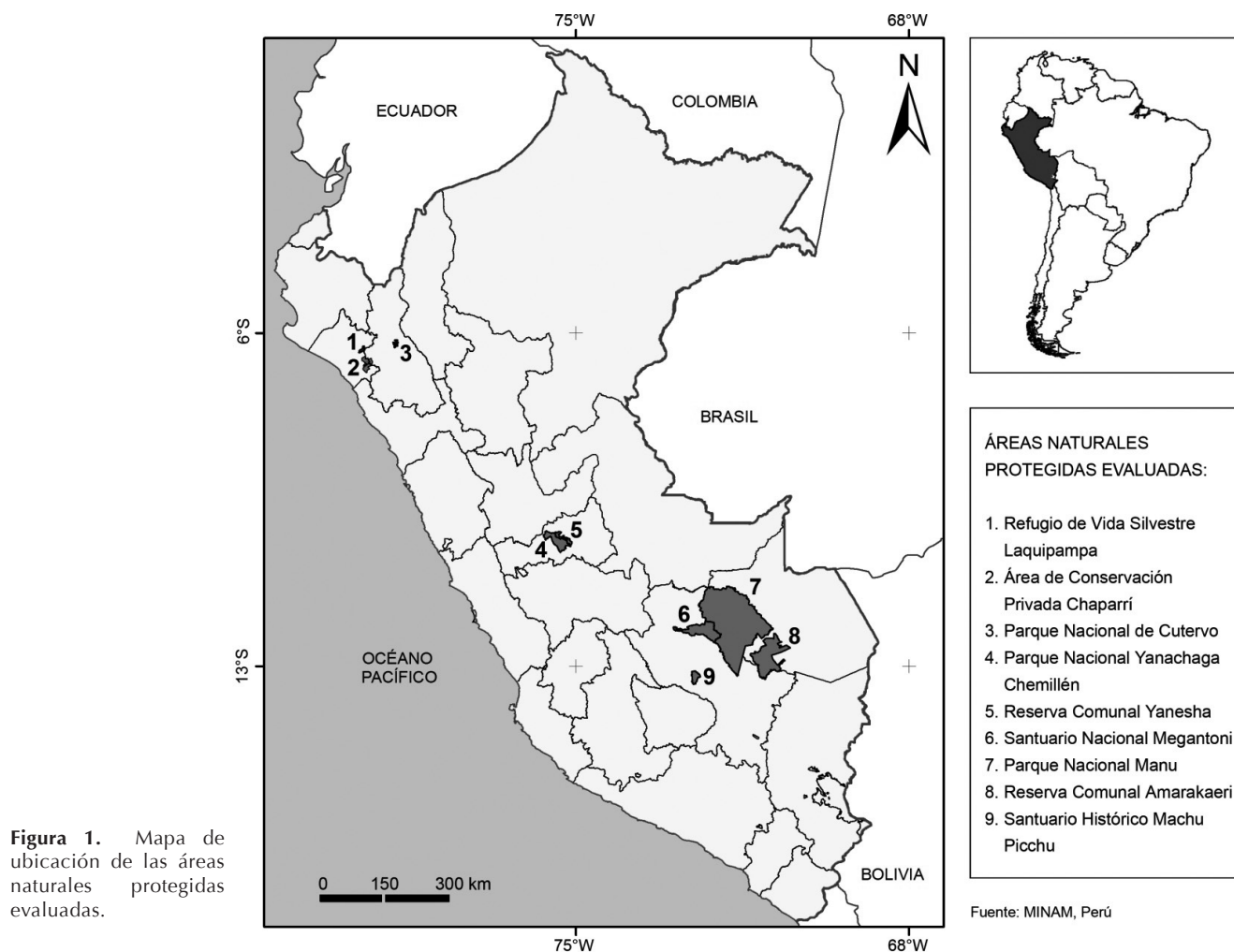


Figura 1. Mapa de ubicación de las áreas naturales protegidas evaluadas.

Métodos. Se recorrieron las áreas referidas en la Tabla 1 durante 5 a 60 días en busca de registros directos (avistamientos de osos alimentándose) e indirectos: restos de plantas comidas, heces, plántulas regeneradas dentro de las heces, y árboles trepados con signos de alimentación. Se fotografiaron y tomaron datos de su posición geográfica, altitud y tipo de hábitat. Se colectaron muestras de los restos alimenticios y de los árboles que fueron trepados para su posterior identificación. Las heces fueron caracterizadas *in situ* y preservadas en frascos con alcohol para su posterior análisis en el laboratorio. Se entrevistó a los pobladores de zonas adyacentes y a los guardaparques.

Se siguió la nomenclatura de Angiosperm Phylogeny Website (Stevens 2012) y Tropicos (MBG 2012) para determinar las especies botánicas de la dieta del oso andino. Se usó la expresión $Fsp1 (\%) = (nsp1/N) \cdot 100$ para estimar la frecuencia de cada especie según hábitat, época de evaluación y área natural protegida. Donde: N es el número total de registros alimenticios encontrados y nsp1 el número de registros alimenticios de la especie 1 (Paisley 2001).

Cabe resaltar que en Laquipampa y Yanachaga las evaluaciones de la ELL y EE se realizaron en años diferentes, por lo que sus resultados podrían tener un sesgo debido a las diferencias interanuales. Sin embargo, como los muestreos fueron realizados tomando en cuenta las precipitaciones, igual se analizaron los resultados de forma

Áreas protegidas visitadas		Altitud (msnm)		Lluvias (ELL)		Estiaje (EE)	
Parque Nacional Manu	Cusco	13°10'59"	71°37'05"	22.4	3,000	3,400	2003
					1,460	1,800	2003
					1,800	3,000	2003
					3,400	3,800	2003
Santuario Nacional Megantoni	Cusco	12°15'42"	71°17'04"	75.28	760	1,800	2004 2004
Reserva Comunal Amarakaeri	Madre de Dios	12°43'40"	70°59'42"	190.96	320	700	2008 2008
					3,251	3,400	2008
					3,400	3,714	2008
Santuario Histórico de Machu Picchu	Cusco	13°13'34"	72°29'42"	92.2	1,994	2,800	2001 2001 2001
					3,000	3,650	2001 2001 2001

Tabla 2. Frecuencia de ocurrencia (%) de las especies registradas en la dieta del oso andino en las épocas de lluvia (ELL) y estiaje (EE) en nueve áreas naturales protegidas del Perú, entre 2001 y 2008.

En = entrevistas. Áreas naturales protegidas: LAQ = Laquipampa, CHA = Chaparrí, CU = Cutervo, RCY = Yanesha, YAN = Yanachaga, MEG = Megantoni, AMA = Amarakaeri, MAN = Manu, MAC = Machu Picchu. Hábitat: BSE = bosque seco ecuatorial, BHT = bosque húmedo tropical, BPM = bosque premontano, BM = bosque montano, BMA = bosque montano alto, P = puna. Época: E = Estiaje, LL = Lluvias. Parte consumida: F = fruto, M = médula, Y = yema, H = hoja tierna, Bf = base foliar, T = tallo, C = corteza, Fl = flor, E = espádice, Pb = pseudobulbo, R = raicillas.

Familia	Especie (parte consumida)	LAQ		CHA		CU		RCY		YAN	
		BSE		BSE		BM		BHT		BHT	
		ELL	EE	ELL	ELL	ELL	EE	ELL	EE		
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L. (T)										
	<i>Blechnum schomburgkii</i> (Klotzsch) C. Chr. (T)										
	<i>Blechnum</i> sp. (T)										
Cyatheaceae	<i>Cyathea asperata</i> Sodiro (T, Y, H)					33.3					
	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin (T, Y, H)										
	<i>Cyathea</i> sp. 1 (T, Y, H)										
	<i>Cyathea</i> sp. 2 (T, Y, H)										
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea</i> sp. (F)										
Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engl (Fl)							En			
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill (F)	9.1									
	<i>Guatteria boliviana</i> H. Winkl. (F)									25.0	
Apocynaceae	<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link (F)		En								
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.1 (T, E, Fl)										
	<i>Anthurium</i> sp.2 (T, E, Fl)										
	<i>Philodendron</i> sp. (T, R)										
Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp. (T)										
Arecaceae	<i>Bactris utilis</i> (Oerst.) Benth. & Hook. f. ex Hemsl. (M, F)										
	<i>Bactris</i> sp. (M, F)										
	<i>Ceroxylon parvifrons</i> (Engel) H. Wendl. (M, F)										
	<i>Ceroxylon</i> sp. (M, F)									En	
	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst. (M, F)										
	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i> (Mart.) H. Wendl. (M, F)										
	<i>Euterpe precatoria</i> Mart. (M, F)										
	<i>Geonoma densa</i> Linden & H. Wendl. (M, F)										
	<i>Geonoma undata</i> Klotzsch (M, F)										
	<i>Geonoma</i> sp. 1 (M, F)							40.0			
	<i>Geonoma</i> sp. 2 (M, F)										
	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav. (M, F)									En	
	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart. (M, F)									En	
	<i>Phytelephas macrocarpa</i> Ruiz & Pav. (M, F)										
	<i>Prestoea acuminata</i> (Willd.) H.E. Moore (M, F)										
<i>Prestoea ensiformis</i> (Ruiz & Pav.) H.E. Moore (M, F)											
<i>Wettinia longipetala</i> A.H. Gentry (M, F)							20.0			25.0	
Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam. (F)		En		En						
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr. (F)										
	<i>Greigia macbrideana</i> L.B. Sm. (Bf)										

Continúa Tabla 2....

Familia	Especie (parte consumida)	LAQ		CHA	CU	RCY	YAN	BPM
		BSE	BSE	BM	BHT	BHT		
		ELL	EE	ELL	EE	ELL	EE	
	<i>Guzmania morreniana</i> (Linden ex E. Morren) Mez (Bf)						33.3	
	<i>Guzmania paniculata</i> Mez (Bf)							
	<i>Guzmania weberbaueri</i> Mez (Bf)							
	<i>Guzmania</i> sp. 1 (Bf)	9.1						
	<i>Guzmania</i> sp. 2 (Bf)							5.6
	<i>Guzmania</i> sp. 3 (Bf)							
	<i>Guzmania</i> sp. 4 (Bf)							
	<i>Pitcairnia paniculata</i> (Ruiz & Pav.) Ruiz & Pav. (Bf)							
	<i>Pitcairnia</i> cf. <i>pungens</i> Kunth (Bf)							
	<i>Puya ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) L.B. Sm. (Bf)							
	<i>Puya herrerae</i> Harms (Bf)							
	<i>Puya weberbaueri</i> Mez (Bf)							
	<i>Puya</i> sp. (Bf)					En		
	<i>Tillandsia fendleri</i> Griseb. (Bf)							
	<i>Tillandsia tetrantha</i> Ruiz & Pav. (Bf)							
	<i>Tillandsia rubra</i> Ruiz & Pav. (Bf)							
	<i>Tillandsia</i> sp. 1 (Bf)							100
	<i>Tillandsia</i> sp. 2 (Bf)							
	<i>Tillandsia</i> sp. 3 (Bf)							
	<i>Vriesea capituligera</i> (Griseb.) L.B. Sm. & Pittendr. (Bf)							
	<i>Vriesea</i> cf. <i>splitgerberi</i> (Mez) L.B. Sm. & Pittendr. (Bf)							
Cactaceae	<i>Browningia microsperma</i> (T, F)	36.4						
	<i>Hylocereus</i> sp. (T, F)	En						
	<i>Neoraimondia arequipensis</i> subsp. <i>gigantea</i> (Werderm. & Backeb.) Ostolaza (T, F)			9.1				
Capparaceae	<i>Capparis avicennifolia</i> Kunth (F)	En						
	<i>Capparis scabrida</i> Kunth (F)	En		72.7				
Caricaceae	<i>Carica parviflora</i> (A. DC.) Solms (F)	En						
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum</i> sp. (T, Y, H)							
Clethraceae	<i>Clethra</i> sp. (F)							
Clusiaceae	<i>Clusia</i> cf. <i>weberbaueri</i> Engl. (F)							
	<i>Clusia</i> sp. 1 (Y, F)							
	<i>Clusia</i> sp. 2 (Y, F)							
Costaceae	<i>Costus</i> sp. (T)						En	
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne (F)						En	
	<i>Cucurbita pepo</i> L. (F)						En	
	<i>Cucurbita</i> sp.	En						
Cunoniaceae	<i>Weinmannia</i> sp. 1 (F, C)							
	<i>Weinmannia</i> sp. 2 (F, C)							
Cyclanthaceae	<i>Asplundia</i> sp. (T)							

BM		BMA			P		MEG				AMA		MAN		MAC			
EE	ELL	EE	ELL	EE	ELL	EE	BPM	BM	BMA	P	BHT	BM	BMA	P	BM	EE	P	
EE	ELL	EE	ELL	EE	ELL	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	ELL	EE	EE	
	1.0							2.6									26.3	46.7
	10.7																	
											33.0							
	14.6											40.0	50.0					
		63.6	100															
									5.7	100								
						100	96.9								16.7	100		
																		82.6
		10.1																5.3
		39.2																
																		5.3
								5.1										
											33.0							
												20.0						
																		5.3
	1.0																	
	1.0																	
													20.0					
	1.0																	
		6.3																
	1.9																	
			18.2															
																		33.0

Continúa Tabla 2...

Familia	Especie (parte consumida)	LAQ		CHA		CU		RCY		YAN		BPM
		BSE		BSE		BM		BHT		BHT		
		ELL	EE	ELL	ELL	EE	ELL	EE	ELL	EE	ELL	
Ericaceae	Ericaceae (F)											
	<i>Gaultheria buxifolia</i> Willd. (F)											
	<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer (F)											
	<i>Gaultheria vaccinioides</i> Wedd. (F)											
	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC. (F)											
	<i>Thibaudia</i> cf. <i>floribunda</i> Kunth (F)											
Fabaceae	<i>Inga</i> sp. 1 (F)	18.2										
	<i>Inga</i> sp. 2 (F)									25.0		
	<i>Inga</i> sp. 3 (F)										5.6	
	<i>Macrobium gracile</i> Spruce ex Benth. (F)									25.0		
Heliconiaceae	<i>Heliconia subulata</i> Ruiz & Pav. (T)											
Icacinaceae	<i>Calatola costaricensis</i> Standl. (F)											
Lauraceae	Lauraceae 1 (F)						En					
	Lauraceae 2 (F)											
	Lauraceae 3 (F)											
	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez (F)											
	<i>Nectandra</i> sp. 1 (F)										11.1	
	<i>Nectandra</i> sp. 2 (F)											
	<i>Persea americana</i> Mill.											
Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC. (F)	En										
Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i> sp. (F)	En										
Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns (C)	En			18.2							
Melastomataceae	<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack (F)											
	<i>Miconia</i> sp. 1 (F)										5.6	
	<i>Miconia</i> sp. 2 (F)											
	<i>Miconia</i> sp. 3 (F)											
	<i>Topobea multiflora</i> (D. Don) Triana (F)											
Moraceae	<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand (F)						33.3					
	<i>Ficus gigantocyce</i> Dugand (F)											
	<i>Ficus nympheifolia</i> Mill. (F)	27.3										
	<i>Ficus</i> sp. (F)											
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L. (F)	En										
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. (F)											
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 1 (F)	En										
	<i>Eugenia</i> sp. 2 (F)											
	<i>Psidium guajava</i> L.	En										
Orchideaceae	Orchideaceae (Pb)	En										
	<i>Odontoglossum</i> sp. (Pb)											
	<i>Otoglossum</i> sp. (Pb)											
	<i>Pleurothallis</i> sp. (Pb)											

Continúa Tabla 2....

Familia	Especie (parte consumida)	LAQ	CHA	CU	RCY	YAN	BPM
		BSE	BSE	BM	BHT	BHT	
		ELL	EE	ELL	ELL	EE	ELL
Piperaceae	<i>Piper</i> sp. (T)						
Poaceae	<i>Aulonemia queko</i> Goudot (T, Y)						
	<i>Chusquea</i> sp. 1 (T, Y)						
	<i>Chusquea</i> sp. 2 (T, Y)						
	<i>Chusquea</i> sp. 3 (T, Y)						
	<i>Guadua</i> sp. (T, Y)						5.6
	<i>Neurolepis aristata</i> (Munro) Hitchc. (T, Y)						
	<i>Neurolepis</i> sp. (T, Y)						
	<i>Saccharum officinarum</i> L.				En		
	<i>Zea mays</i> L. (F)	En		En		En	
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb. (F)						
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp. (F)						
Rubiaceae	Rubiaceae 1 (F)						11.1
	Rubiaceae 2 (F)						
	<i>Elaeagia mariae</i> Wedd. (F)						
	<i>Posoqueria</i> sp. (F)						
Salicaceae	<i>Casearia</i> sp.	En					
Sapotaceae	<i>Lucuma</i> sp. (F)	En					
	<i>Meliosma</i> sp. (F)					20.0	
	<i>Pouteria baehniiana</i> Monach. (F)						
	<i>Pouteria</i> sp. (F)					20.0	
Scrophulariaceae	<i>Buddleja globosa</i> Hope (T)						
Symplocaceae	<i>Symplocos coriacea</i> A. DC. (F)						
	<i>Symplocos</i> sp. (F)						
Theaceae	<i>Vismea</i> sp. (F)						
Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i> Trécul (F, Fl)						
	<i>Cecropia</i> sp. (F)						
Zingiberaceae	<i>Renealmia thyrsoides</i> (Ruiz & Pav.) Poepp. & Endl. (T)						

comparativa en ambos casos. En las áreas que fueron visitadas en la ELL y EE, se estimó la variación temporal de la composición de la dieta, mediante la prueba Mann-Whitney; así como la tasa de recambio a nivel de familias, siguiendo la fórmula: $T = (J + E) / (S1 + S2)$. Donde: J es el número de familias de la EE, pero no en la ELL. E es el número de familias de la ELL, pero no en la EE. S1 es el número de las familias identificadas en la ELL y S2 es el número de las familias identificadas en la EE (Muhlenberg 1993).

Resultados

En las evaluaciones de campo se obtuvieron 646 registros relacionados con la dieta del oso andino: 522 (80.8%) restos alimenticios, 62 (9.6%) heces, 55 (8.5%) árboles trepados con signos de alimentación y 7 (1.1%) raíces y troncos escarbados (Tabla 2 y 3). Se identificaron dos especies animales (1.7%) y 114 especies botánicas (98.3%) de 36

que en la puna fue más restringido tanto en la ELL como la EE. Esta restricción de especies también fue observada en el bosque seco ecuatorial en la EE. En la ELL no se encontraron registros alimenticios en el bosque húmedo tropical (Tabla 5). En los bosques húmedo tropical de Yanachaga y Yanesha, y premontano de Megantoni y Yanachaga el principal componente de la dieta en la EE y ELL fue la médula de las palmeras (Arecaceae), mientras en el bosque seco ecuatorial (Chaparrí), en la ELL comió principalmente *Capparis scabrida* (sapote; Capparaceae). En el bosque montano se encontraron diferencias en su dieta relacionadas con la disponibilidad de los recursos. Por ejemplo, en Megantoni (EE) hubo una mayor cantidad de restos de *Ceroxylon parvifrons* (Arecaceae), seguido de bromelias. En Yanachaga (EE y ELL) se encontraron más restos de bromelias, seguido de *Sphaeradenia perangusta* (Cyclanthaceae). En la ELL incluyó en su dieta especies de Poaceae (*Aulonemia queko* y *Chusquea* sp.) y Arecaceae (*Geonoma undata* y *Prestoea acuminata*), ocupando el tercer y cuarto lugar, respectivamente. En Manu (EE) y Machu Picchu (EE y ELL) se encontraron más restos de bromelias, y en la ELL, en Machu Picchu se observó un incremento de los registros de Poaceae (*Neurolepis* sp. y *Chusquea* sp.).

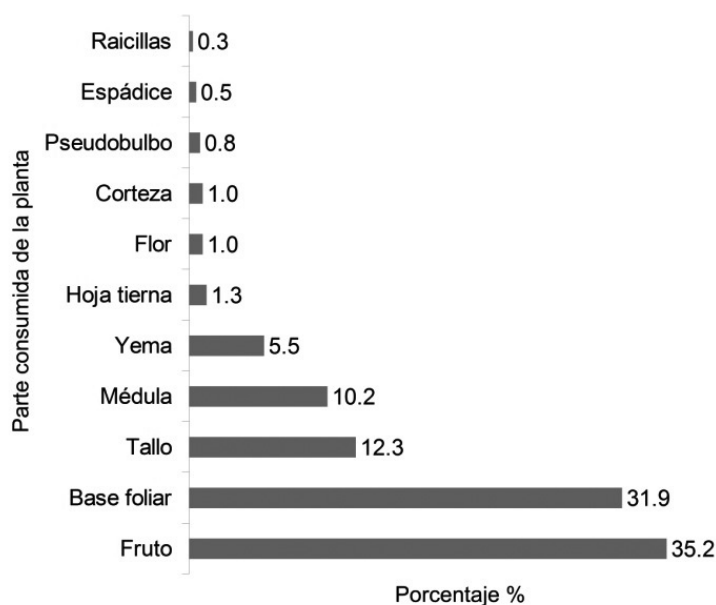


Figura 2. Partes de las plantas consumidas por el oso andino en las nueve áreas evaluadas.

Refugio de Vida Silvestre Laquipampa. Se registró un total de seis especies botánicas consumidas, correspondientes a cinco familias ($n = 51$). En la ELL, a pesar que se encontró un menor número de restos alimenticios (Fig. 3a), estos fueron más diversos. Estuvieron compuestos por *Guzmania* sp., *Browningia microsperma* y *Ficus nymphaeifolia* (higuerón); se colectaron cuatro heces, dos con plántulas y semillas de *Inga* sp. (guaba), una con plántulas de *Annona cherimola* (chirimoya) y otra (de entre tres y cuatro meses de antigüedad) con restos de *Tillandsia* sp. En la EE, solo se encontraron restos de *Tillandsia* sp., incluso el 23 de septiembre de 2004, a las 17:00 hrs, se observó una hembra con sus dos crías comiendo esta bromelia en una pendiente empinada (Fig. 4, 5a). Adicionalmente se reportó que el oso andino se alimenta de *Vallesia glabra* (cuncuno), *Cordia lutea* (overo), *Hylocereus* sp. (pitajaya), *Capparis avicennifolia* (vichayo), sapote, *Cucurbita* sp. (porongo), *Lafoensia acuminata* (chuspa), *Bunchosia* sp. (ciruelo fraile), *Eriotheca ruizii* (pasallo), *Carica parviflora* (papayo silvestre), *Muntingia*

calabura (cercillo), *Eugenia* sp. (lanchi), *Casearia* sp. (platoquero), *Psidium guajava* (guayaba), bulbos de orquídeas, *Zea mays* (maíz) y *Lucuma* sp. (P. Mesones, N. Durand, M. Manayay y S. Díaz com. pers. 2002, 2004). La composición de la dieta difirió muy significativamente entre las dos épocas de evaluación (prueba Mann-Whitney, $P = 0.02$), y se halló una tasa de recambio de familias del 67%.

Tabla 3. Frecuencia de ocurrencia (FO%) de los restos de alimentos encontrados en las heces del oso andino, entre los 490 y 3,652 m de altitud, en seis áreas naturales protegidas del Perú ($n = 62$).

Familia	FO% familia	Especie (área de registro)	FO% especie
Alstroemeriaceae	1.5	<i>Bomarea</i> sp. (MEG)	1.5
Annonaceae	1.5	<i>Annona cherimola</i> (LAQ)	1.5
Araceae	13.2	<i>Anthurium</i> sp. (YAN)	13.2
Bromeliaceae	38.2	Bromeliaceae sin identificar (YAN, MAC)	8.8
		<i>Greigia macbrideana</i> (MEG)	1.5
		<i>Pitcairnia paniculata</i> (MAN)	1.5
		<i>Puya herrerae</i> (YAN, MAN)	16.2
		<i>Puya weberbaueri</i> (MAC)	8.8
		<i>Tillandsia</i> sp. (LAQ)	1.5
Capparaceae	11.8	<i>Capparis scabrida</i> (CHA)	11.8
Cyclanthaceae	2.9	<i>Sphaeradenia perangusta</i> (YAN)	2.9
Ericaceae	7.4	<i>Gaultheria vaccinioides</i> (YAN)	1.5
		<i>Gaultheria buxifolia</i> (MAN)	2.9
		<i>Thibaudia</i> cf. <i>floribunda</i> (MEG)	1.5
		<i>Pernettya prostrata</i> (MAC)	1.5
Fabaceae	2.9	<i>Inga</i> sp. (LAQ)	2.9
Lauraceae	1.5	<i>Nectandra</i> sp. (YAN)	1.5
Moraceae	1.5	<i>Ficus</i> sp. (YAN)	1.5
Myrtaceae	7.4	<i>Eugenia</i> sp. (MEG)	7.4
Simplocaceae	4.4	<i>Symplocos</i> sp. (MEG)	4.4
Plantas indeterminadas			2.9
Insecto		Coleoptera (YAN)	1.5
Roedor		(YAN)	1.5

Áreas naturales protegidas: LAQ = Laquipampa, CHA = Chaparrí, YAN = Yanachaga, MEG = Megantoni, MAN = Manu, MAC = Machu Picchu.

Área de Conservación Privada Chaparrí. En la ELL se registró un total de tres especies botánicas consumidas, correspondientes a tres familias ($n = 11$). Se encontró la corteza de un pasallo (Fig. 5b), así como un tallo suculento de *Neoraimondia arequipensis* arañado y sus frutos mordidos. Aproximadamente a 490 msnm, se encontró una letrina con ocho heces compuestas únicamente por sapote, de las cuales tres presentaban plántulas en desarrollo (Fig. 5c). Por otro lado, también se supo del consumo de la flor de *Laxopterygium huasango* (hualtaco) durante la ELL y los frutos de overo (J. Vallejos com. pers. 2002).

Parque Nacional de Cutervo. En la ELL se registró un total de tres especies botánicas consumidas, correspondientes a tres familias ($n = 3$). Entre los 2,200 y 2,600 msnm, se encontraron la base foliar de una *Guzmania morreniana* (Fig. 5d) y la hoja tierna de una *Cyathea asperata*, así como rasguños en la corteza de un árbol de *Ficus cuatrecasana*. Asimismo en la ELL, en el Cerro Tarros, Chorroblando, Tragadero y Shitabamba se han reportado el consumo de *Puya* sp. y frutos de Lauraceae, además de ingresos a los cultivos de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) y maíz (J. Zaldívar y A. Vásquez com. pers. 2002).

Parque Nacional Yanachaga Chemillén y Reserva Comunal Yanesha. En Yanachaga, se registró un total de 64 especies botánicas consumidas, correspondientes a 30 familias y dos especies animales (roedor y escarabajo; $n = 390$). En la ELL el número de registros alimenticios encontrados en la puna y los bosques montanos fue cercana, con 46.6% y 41.6%, respectivamente. En la EE, los registros de alimentación se concentraron en el bosque montano con 55.2% (Fig. 3b). En el bosque húmedo tropical de Yanesha solo se encontraron restos de alimentación en la EE, estos consistieron en palmeras *Geonoma* sp. (Fig. 5e) y *Wettinia longipetala*. Además, se encontraron rasguños en la corteza y ramas quebradas de *Meliosma* sp. y *Pouteria* sp. En el bosque húmedo tropical de Yanachaga, en la EE, se encontraron frutos y médulas de *W. longipetala* comida por un oso andino y rasguños en las cortezas de *Guatteria boliviana*, *Macrolobium gracile* e *Inga* sp.

Familia	FO%	Familia	FO%	Familia	FO%	Familia	FO%
Bromeliaceae	58.5	Lauraceae	1.1	Cunoniaceae	0.6	Araliaceae	0.2
Arecaceae	10.3	Cyatheaceae	0.9	Orchideaceae	0.5	Chloranthaceae	0.2
Cyclanthaceae	5.9	Ericaceae	0.9	Zingiberaceae	0.5	Clethraceae	0.2
Poaceae	4.1	Rubiaceae	0.9	Annonaceae	0.3	Myrsinaceae	0.2
Urticaceae	2.3	Blechnaceae	0.8	Clusiaceae	0.3	Piperaceae	0.2
Araceae	2.0	Cactaceae	0.8	Heliconiaceae	0.3	Podocarpaceae	0.2
Moraceae	1.6	Fabaceae	0.8	Malvaceae	0.3	Sapotaceae	0.2
Melastomataceae	1.4	Myrtaceae	0.8	Passifloraceae	0.3	Scrophulariaceae	0.2
Capparaceae	1.3	Symplocaceae	0.8	Alstroemeriaceae	0.2	Theaceae	0.2

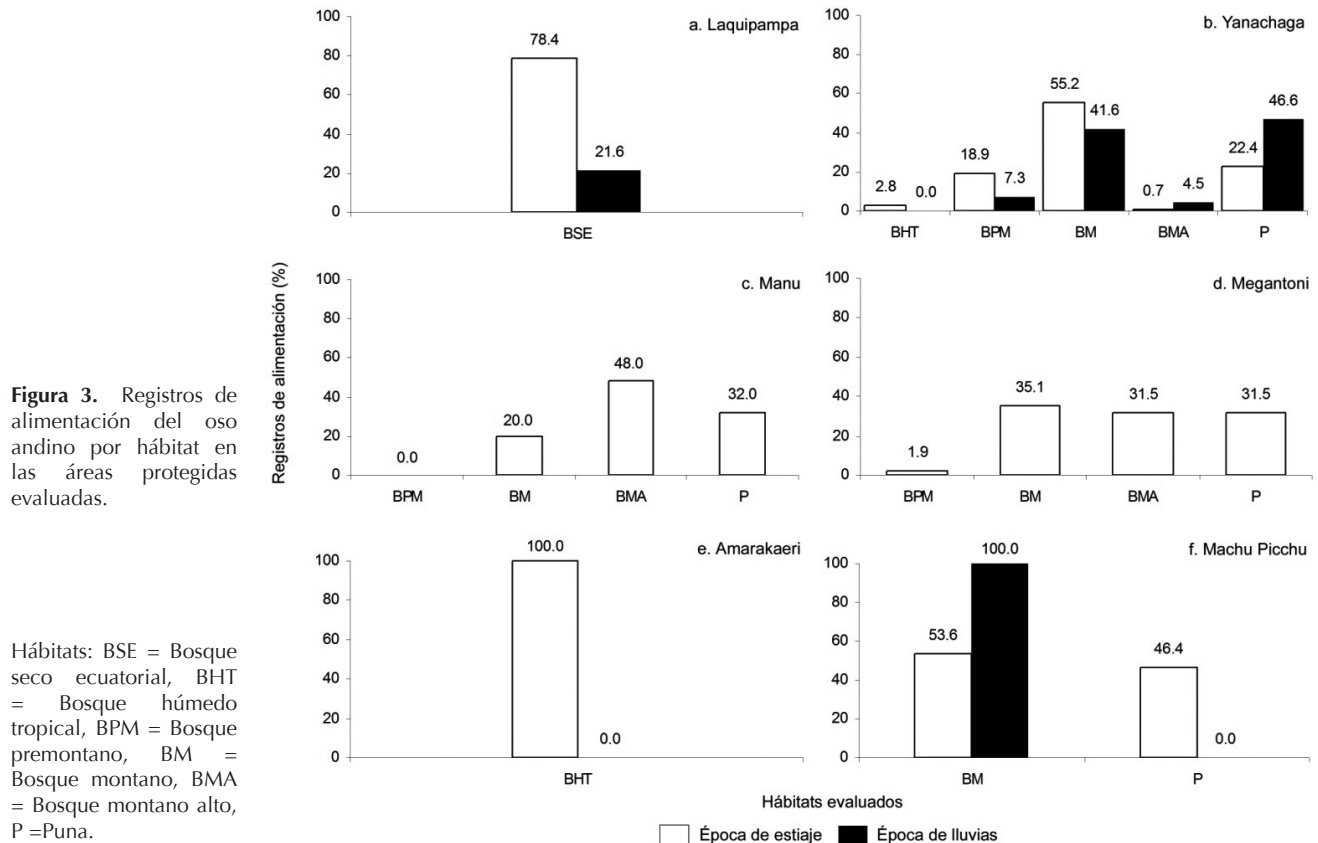
Tabla 4. Frecuencia de ocurrencia (FO%) de las familias de los restos de alimentos del oso andino encontrados en las áreas naturales protegidas evaluadas.

En el bosque premontano, los mayores restos alimenticios correspondieron a las palmeras. En la EE, se encontraron más restos de *Bactris utilis* y *Geonoma densa*, y en la ELL, *G. densa* y *Prestoea ensiformis*. Sin embargo, en esta última la dieta se mostró más variada que en la primera, estuvo conformada por *Anthurium* sp., *Philodendron* sp., *Schefflera* sp., entre otras. También se observaron rasguños en *Phytelephas macrocarpa*, *Inga* sp., *Nectandra* sp. y *Miconia* sp. En Mascarón se colectó un excremento fresco, cuyo contenido no pudo ser identificado.

En el bosque montano, en la ELL, los restos alimenticios estuvieron compuestos principalmente por *Sphaeradenia perangusta*, bromelias (*Guzmania* sp. y *Pitcairnia paniculata*) y *Aulonemia queko*. Además se encontraron restos de otras especies como *Geonoma undata*, *Anthurium* sp., *Prestoea acuminata*, *Hedyosmum* sp., entre otros.

Cuatro especímenes de *Guzmania paniculata* fueron jalados del sustrato y mordidos, pero solo uno fue consumido. También se encontraron rasguños en la corteza de *Nectandra reticulata*, *Meriania tomentosa*, *Topobea multiflora*, *Ficus* sp., *Myrsine coriacea*, *Podocarpus oleifolius*, *Pouteria baehniiana*, entre otros, para el consumo de sus frutos. Se colectaron 10 heces frescas en San Alberto: ocho con restos de espádices de *Anthurium* sp. (Fig. 5f); una con *Anthurium* sp., semillas de Ericaceae y el exoesqueleto de un escarabajo; y otra con bromelias y huesos de un roedor. En El Cedro se colectó una hez compuesta totalmente de plantas de la familia Lauraceae.

En la EE, la mayoría de los restos alimenticios encontrados correspondieron a bromelias (*Tillandsia tetrantha* y *T. fendleri*) y *Sphaeradenia perangusta*. Otras especies encontradas fueron *Renealmia thyrsoides*, *Clusia* sp., *Anthurium* sp., *Heliconia subulata*, *Cyathea* sp. (Fig. 5g), entre otros. Además, se encontraron varios rasguños en árboles de *Ficus gigantocyce*, que correspondieron a un oso macho adulto que subió a alimentarse de sus frutos en El Cedro (26 de septiembre de 2006, 15:00 hrs, J. Romanski com. pers. 2006). En Chacos, se encontraron varias raíces de *Blechnum schomburgkii* escarbadas, posiblemente para buscar insectos o anélidos. En Muyumpozo se encontraron tres heces, una compuesta de *Ficus* sp., otra de *S. perangusta* y una con bromelias.



En el bosque montano alto, en la EE, se encontró una *Pitcairnia* sp. comida en Leonpampa. Por el contrario, en la ELL, se encontraron abundantes restos alimenticios de esta especie, así como también restos de cortezas de *Weinmannia* sp., pseudobulbos de *Otoglossum* sp. y tallos de *Neurolepis aristata*.

En Santa Bárbara y Shihua (puna) se encontraron abundantes restos alimenticios y letrinas con varias heces de diferentes edades compuestas totalmente de *Puya herrerae*.

Se colectaron tres heces en la EE y siete en la ELL. En la EE, el consumo de esta bromelia siguió siendo importante, aunque menos frecuente, seguido de *Gaultheria vaccinioides*. Esta última especie fue encontrada en el intestino de un oso que había sido cazado recientemente en Huaylas y cuyos restos se encontraron dispersos en el pajonal. Se observaron agrupaciones de *P. herrerae* que fueron consumidas en su totalidad, cercanas a otras que se encontraban intactas. La composición de la dieta

difirió significativamente entre las dos épocas de evaluación (prueba Mann-Whitney, $P = 0.14$), con una tasa de recambio media del 43%.

Por otro lado, pobladores Yaneshas y colonos de Iscozasín nos comentaron que cerca del límite de Yanachaga con el Bosque de Protección San Matías San Carlos se observó en la EE, la médula y frutos de las palmeras de *Oenocarpus bataua* (ungurahui), *Iriartea deltoidea* (chonta) y *Ceroxylon* sp. comidas por el oso. Además, en Huampal consumió tallos de *Costus* sp. y en Chacos, frutos de *Passiflora* sp. (H. Cristóbal, M. Soto, H. Chamorro, T. Ciriaco, A. Sebastián, D. Vásquez y J. Panti com. pers. 2003, 2005-2007). Adicionalmente, los pobladores de Mal Paso comentaron que ingresaba a los cultivos de *Cucurbita maxima* (zapallo), *C. pepo* (calabaza) y maíz.

Hábitat	BSE		BHT		BPM		BM		BMA		P	
Época	ELL	EE	ELL	EE	ELL	EE	ELL	EE	ELL	EE	ELL	EE
Blechnaceae					■			□			□	
Cyatheaceae							■	□			□	
Alstroemeriaceae											□	
Annonaceae	■			□								
Araceae				□	■		■	□				
Araliaceae					■							
Arecaceae					■	□	■	□				
Bromeliaceae	■	□		□	■		■	□	■	□	■	□
Cactaceae	■											
Capparaceae	■											
Chloranthaceae							■					
Clethraceae							■					
Clusiaceae							■	□				
Cunoniaceae							■		■			
Cyclanthaceae				□			■	□				
Ericaceae							■			□		□
Fabaceae	■			□	■							
Heliconiaceae								□				
Lauraceae					■		■					
Malvaceae	■											
Melastomataceae					■	□	■	□				
Moraceae	■						■	□				
Myrsinaceae							■					
Myrtaceae								□				
Orchideaceae									■	□		
Passifloraceae										□		
Piperaceae							■					
Poaceae					■		■	□	■			
Podocarpaceae							■					
Rubiaceae					■		■	□				
Sapotaceae				□			■					
Scrophulariaceae							■					
Symplocaceae							■			□		
Theaceae								□				
Urticaceae							■	□				
Zingiberaceae								□				
Especies época	8	1	0	10	14	5	39	30	4	14	1	6
Especies totales	9		10		16		61		18		6	

Tabla 5. Familias botánicas registradas dentro de la dieta del oso andino en los hábitats evaluados en la época de lluvia (ELL) y de estiaje (EE). BSE = Bosque seco ecuatorial; BHT = Bosque húmedo tropical; BPM = Bosque premontano; BM = Bosque montano; BMA = Bosque montano alto; P = Puma.

Parque Nacional Manu. Se registró un total de ocho especies botánicas consumidas, correspondientes a seis familias ($n = 25$). Durante la EE, 48% de los registros de alimentación se concentraron en el bosque montano alto, entre 3,100 y 3,347 msnm, seguido de la puna con 32% (Fig. 3c). En el bosque montano de Trocha Unión, entre los 2,169 y 2,830 msnm, se encontraron restos consumidos de *Pitcairnia paniculata*, *Vriesea capituligera* y *Clusia* cf. *weberbaueri*, así como un árbol de *Miconia* sp. con rasguños. En el bosque montano alto de Trocha Ericsson, se observó principalmente el consumo de *P. paniculata* y otras especies menos frecuentes como *Puya herrerae* (Fig. 5h), *Passiflora* cf. *nitida* y *Cyathea caracasana*. Se colectaron dos heces frescas, compuestas por semillas de *Gaultheria buxifolia* y restos de bromelia. En la puna, se encontró el consumo de las bases foliares de *P. herrerae* y un excremento conteniendo restos de esta misma especie. Por otro lado, los pobladores señalaron que el oso ingresa a los campos de maíz a alimentarse.



Figura 4. Oso andino hembra con sus dos oseznos alimentándose de *Tillandsia* sp. en el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa (23 septiembre de 2004, 17:00 hrs).

Santuario Nacional Megantoni. Se registró un total de 16 especies botánicas consumidas, correspondientes a 11 familias ($n = 111$). En la evaluación, la mayoría de los restos de alimentación en la EE se concentraron en el bosque montano con 35.1%, seguido del bosque montano alto y la puna, con 31.5% cada uno (Fig. 3d). En el bosque premontano a 960 msnm se encontró consumida la médula de dos palmeras *Geonoma* sp. Dentro del bosque montano, los principales restos alimenticios fueron *Ceroxylon parvifrons* (tsoari) y *Sphaeradenia* sp. (evanaro). Además se observaron restos de *Tillandsia* sp.,

Guzmania paniculata, *Cyathea* sp. (ikachinkari chirompi) y *Chusquea* sp. (tigipe; Fig. 5i). También se encontraron cinco heces con semillas de *Eugenia* sp. (Fig. 5j). El mayor número de los restos alimenticios dentro del bosque montano se concentró en el bosque esclerófilo con 63%, entre 1,890 y 2,100 msnm.

El queñual de *Polylepis pauta*, entre 3,281 y 3,415 msnm, presentó 60% de los registros alimenticios del bosque montano alto; allí se encontraron los tallos y pseudobulbos de *Odontoglossum* sp. y *Pleurothallis* sp., así como abundantes bases foliares de *Greigia macbrideana*. Además, se colectaron cinco heces: tres con semillas de *Symplocos* sp., una con semillas de *Bomarea* sp., y otra con semillas de *Thibaudia* cf. *floribunda* y restos de bromelia. En el bosque montano alto mixto, entre 3,345 y 3,526 msnm, se encontraron restos de *Puya ferruginea*, *G. macbrideana* y *Blechnum occidentale*. Las raíces de algunas plantas de esta última especie fueron levantadas y escarbadas, posiblemente para buscar insectos o anélidos, al igual que en Yanachaga. En la puna, se observaron restos alimenticios de *Puya ferruginea*. Cerca del límite de Manu y Megantoni, se encontraron abundantes agrupaciones de esta especie que no habían sido comidos. Sin embargo, en una evaluación anterior en esta área, en agosto de 2007, se observaron abundantes bromelias consumidas por el oso (D. Huamán y L. Mamani com. pers. 2008). Los pobladores Machiguengas nos comentaron que consumía frutos de Lauraceae (inchobiki), *Dictyocaryum lamarckianum* (pisaro), *Euterpe precatoria* (tsireri), *Calatola costaricensis*, *Rubus* sp. y bases foliares de *Guzmania* sp. (yaviro; G. Martínez, J. Mendoza, R. Bello, F. Senperi, A. Nochomi com. pers. 2004). Los pobladores de Lacco nos comentaron que ingresa a los campos de cultivo de maíz cuando estos están maduros, en el lado este del santuario.

Reserva Comunal Amarakaeri. Se registró un total de tres especies botánicas consumidas, correspondientes a dos familias ($n = 3$). En el bosque húmedo tropical solo se encontraron restos de alimentación en la EE (Fig. 3e), estos fueron de *Tillandsia* sp., *Guzmania* sp. y *Asplundia* sp. (Fig. 5k). Los pobladores Harakmbut de las comunidades de Shintuya y Huasaroquito, observaron restos comidos de la médula y frutos de palmeras de las especies *Oenocarpus bataua*, *Bactris* sp. e *Iriartea deltoidea* en la EE (S. Mankebe y S. Enempa com. pers. 2008).

Santuario Histórico Machu Picchu. Se registró un total de 12 especies botánicas consumidas, correspondientes a cinco familias ($n = 47$). En la EE, los restos alimenticios fueron encontrados principalmente en el bosque montano con 53.6%, mientras que en la ELL fue del 100% (Fig. 3f). En el bosque montano, entre los 1,994 y 2,740 msnm, *Guzmania weberbaueri*, *Neurolepis* sp. y *Cecropia* sp. fueron las especies más consumidas para ambas temporadas del año. También se encontraron cinco heces: cuatro compuestas por bromelias y semillas sin identificar; y una por bromelia y *Pernettya prostrata*. En la puna, en la ELL, no se encontraron registros, mientras que en la EE, entre 3,000 y 3,250 msnm, se presentó una dieta compuesta principalmente por *Puya weberbaueri* (Fig. 5l), seguido en menor frecuencia por *P. prostrata*, *Gaultheria glomerata* y maíz. Dentro de una cueva, a 3,200 msnm en Rajche fueron encontradas abundantes mazorcas consumidas. Se encontraron seis heces compuestas de *P. weberbaueri* y se ha informado del consumo de los frutos de *Ananas comosus* (piña), *Persea americana*

(palta) y caña de azúcar (R. Quispe com. pers. 2001). No se encontró una diferencia significativa de la composición de la dieta entre las dos épocas de evaluación (prueba Mann-Whitney, $P = 0.83$). La tasa de recambio de las familias entre las épocas evaluadas fue baja con 25%.

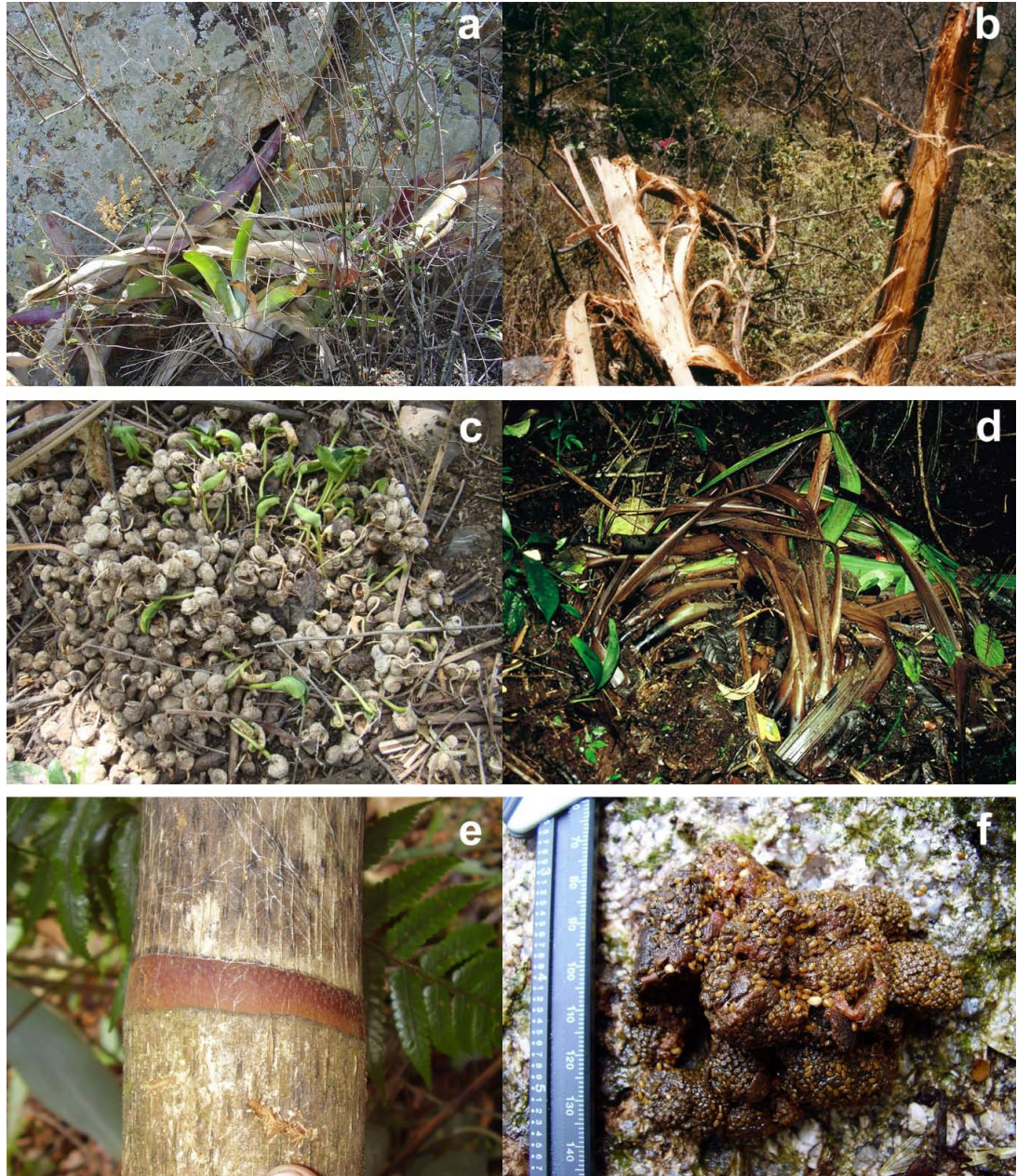


Figura 5. Registros de alimentación del oso andino en las áreas evaluadas.

A) *Tillandsia* sp.
(Bromeliaceae),
Laquipampa.

B) Corteza de *Eriotheca
ruizii* (Malvaceae),
Chaparrí.

C) Heces con semillas
de *Capparis scabrida*
(Capparaceae) en
germinación, Chaparrí.

D) *Guzmania
morreniana*
(Bromeliaceae),
Cutervo.

E) *Geonoma* sp.
(Arecaceae) con
rasguños por
manipulación, Yanasha.

F) Heces con restos del
espádice de *Anthurium*
sp. (Araceae),
Yanachaga.

Discusión

Las heces halladas en este estudio no fueron representativas para la composición de la dieta del oso andino, debido a que apenas contuvieron restos de las dos especies animales y 19 especies botánicas de las 114 identificadas como consumidas. Los registros indirectos permitieron determinar 101 especies. Las heces son la fuente de información más disponible y fácil de coleccionar para la evaluación de la dieta (Putnam

1984), pero solo reflejan los restos no digeridos y no necesariamente la totalidad de los alimentos consumidos (Hewitt y Robbins 1996). También se puede tener un sesgo en la detección de las heces, debido a que pueden ser difíciles de encontrar, dependiendo de la tupidez de la vegetación, o ser consumidas por escarabajos coprófagos al cabo de 3 a 4 horas (obs. pers.). Aquellas heces que contienen restos de Ericaceae y animales se descomponen más rápido en las áreas húmedas que las compuestas por bromelias (Paisley 2001). Las lluvias también aceleran la desintegración de las heces (obs. pers.; Troya *et al.* 2004), mientras que el frío del bosque montano alto, puna y páramo, y la sequedad del bosque seco ecuatorial, pueden mantener por más tiempo las muestras en el campo.

Los restos alimenticios también pueden dar lugar a sesgos: las bromelias facilitan su registro y análisis cuantitativo en el campo debido a que la parte comestible es la base foliar, además los tallos de los bambúes (Poaceae) y médulas de las palmeras (Arecaceae) dejan residuos fáciles de ubicar. En contraparte los frutos y las cantidades consumidas son más difíciles de identificar al ser comidas en su totalidad. Por ello, es importante aplicar diversos métodos de registro (Paisley 2001; Hwang *et al.* 2002) para obtener una muestra representativa de la composición de la dieta de la especie y no sobrevalorar algunos componentes.

Composición de la dieta del oso andino. Al igual que otros úrsidos, como el oso negro americano (*Ursus americanus*; McClinton *et al.* 1992) y el oso pardo (*Ursus arctos*; Braña *et al.* 1993), el oso andino presentó una dieta omnívora y oportunista, basada principalmente en alimentos fáciles de digerir, como los frutos y cultivos de caña de azúcar, palta, maíz, calabaza, zapallo y chirimoya. Las bases foliares de Bromeliaceae, las médulas de Arecaceae y los tallos tiernos de Poaceae (disponibles todo el año), fueron altamente consumidos como complemento o alimento opcional cuando hubo una menor disponibilidad de frutos dependiendo del hábitat y la época. En otras evaluaciones en diferentes hábitats, las bases foliares de Bromeliaceae fueron las más frecuentes, abundantes y consumidas todo el tiempo (Paisley 2001; Rivadeneira 2001; Troya *et al.* 2004; Salinas 2009; Ontaneda y Armijos 2012). Debido a su bajo valor energético, para que un oso andino satisfaga sus necesidades nutricionales con las bromelias, estas deben ser consumidas en grandes cantidades, por lo que su registro en el campo es alto. En otros casos, las Poaceae (*Chusquea* spp.) fueron el principal recurso de alimentación y supervivencia durante todo el año (Castellanos 2004).

Es posible que asimile más proteínas de larvas de insectos, gusanos de tierra y otros invertebrados que extrae escarbando el suelo y los troncos, como se ve en el bosque montano y puna, que lo evidenciado por las heces. El registro de las larvas de insectos y gusanos de tierra es muy difícil en las heces, debido a su asimilación, a diferencia de los insectos adultos que poseen un exoesqueleto quitinoso resistente (Peyton 1980, 1987; Amanzo *et al.* 2007a; Ontaneda y Armijos 2012). La búsqueda de gusanos ha sido registrada anteriormente en las zonas altas de Colombia (Rodríguez *et al.* 1986), Ecuador (Suárez 1984, Castellanos 2010) y Bolivia (Paisley 2001).

Bosque seco ecuatorial. El sapote es una de las especies más importantes en la composición de la dieta durante las lluvias en este hábitat (Osgood 1914; Peyton 1980;

SBC 2011), complementada con frutos de *Carica candicans* (mito), vichayo, overo, corteza de pasallo, tallos suculentos y frutos de cactus, bases foliares de *Tillandsia* sp. (Peyton 1980), miel de abeja, insectos y caracoles (Peyton 1980; SBC 2011). Nuestros resultados en la época de lluvias (febrero) en Chaparrí también mostraron al sapote, como el principal alimento. Su fructificación abarca desde septiembre hasta abril, con un máximo en enero (Martos *et al.* 2009), por lo que además de su abundancia en la época de lluvias, su consumo intensivo le brindaría importantes cantidades de energía y agua (73 kcal/100 g y 79.7 g/100 g; INS 2009). En Laquipampa, los frutos representaron la principal fuente de la dieta, con el 60%. Al igual que el sapote, los frutos de guaba (56 kcal/100 g y 84.1 g/100 g) y chirimoya (87 kcal/100 g y 75.1 g/100 g), serían fuentes importantes de energía y agua (INS 2009).

Las semillas de estos tres frutos se encontraron germinando exitosamente sobre el sustrato de las heces. El sapote se propaga únicamente porque se escarifica en el tubo digestivo de los animales que lo consumen (Rodríguez *et al.* 2007). El oso andino lo dispersaría al comer grandes cantidades de su fruto y desplazarse largas distancias.

Estos resultados coinciden con otras áreas del bosque seco, como en el Marañón (Cajamarca y Amazonas), donde el oso se observa principalmente en las temporadas de lluvias, cuando los frutos de *Allophylus mollis* (mote mote) y *Lucuma obovata* (lúcuma silvestre) están maduros (Figueroa *et al.* 2013).

Browningia microsperma e *Hylocereus* sp. son dos Cactaceae adicionales a las registradas por Peyton (1980) como fuente de agua en los bosques secos, en particular, en el estiaje, a juzgar por los restos recientes de *B. microsperma* en Laquipampa hallados en diciembre de 2002, en donde recién se iniciaban las lluvias que suelen empezar en noviembre (Tabla 1).

El oso andino debe ajustarse a las abundancias diferenciales de recursos debidas a los cambios estacionales del bosque seco ecuatorial, en semejanza al oso negro en América del Norte (Doan-Crider y Hellgren 1996) y el oso pardo en Europa (Braña *et al.* 1993). De una dieta rica en frutos durante las lluvias, en el estiaje pasa a alimentarse básicamente de cortezas y bases foliares, muy fibrosas y poco digeribles. Hecho registrado en Laquipampa, donde la dieta difirió significativamente entre el estiaje y las lluvias, con una tasa de recambio alta. El pasallo es fundamental en la dieta durante el estiaje y el inicio de las lluvias, desde abril hasta finales de noviembre (SBC 2011), pero donde escasea puede ser suplido por *Tillandsia* sp., como en Chaparrí (Peyton 1980) y Laquipampa. En esta última área la ingesta de *Tillandsia* sp. en la época de estiaje influyó de forma importante en el porcentaje comparativo de los registros de alimentación con la época de lluvias (Fig. 3a), debido básicamente a su fácil detección. La ingesta de las bromelias y los cactus estaría relacionada al aprovechamiento del agua (Peyton 1980), ya que estas están compuestas por este elemento hasta en un 80% (Rivadeneira 2001). En otras áreas del bosque seco donde abunda el higuérón, mito, vichayo y overo complementarían su dieta con estas especies en la época de estiaje, ya que estas fructifican en los meses secos e incluso, el overo, durante casi todo el año, debido a que en algunas plantas la temperatura influye en la fructificación más que la precipitación (Martos *et al.* 2009).

Bosque húmedo tropical y premontano. Los registros del oso documentados en el bosque húmedo tropical son escasos en comparación con otros hábitats (Figueroa 2012). Coincidiendo con nuestras observaciones en Yanachaga, Yanasha y Amaraeri, algunos de estos se han realizado en el estiaje (Borman 2002) (Fig. 3b, 3e, 6). En esta época se registró como componente principal en la dieta la médula de las palmeras jóvenes y adultas, que es un recurso disponible durante todo el año y de forma abundante. Es posible que algunos individuos bajen a buscarla cuando disminuye la maduración de los frutos en el bosque montano.

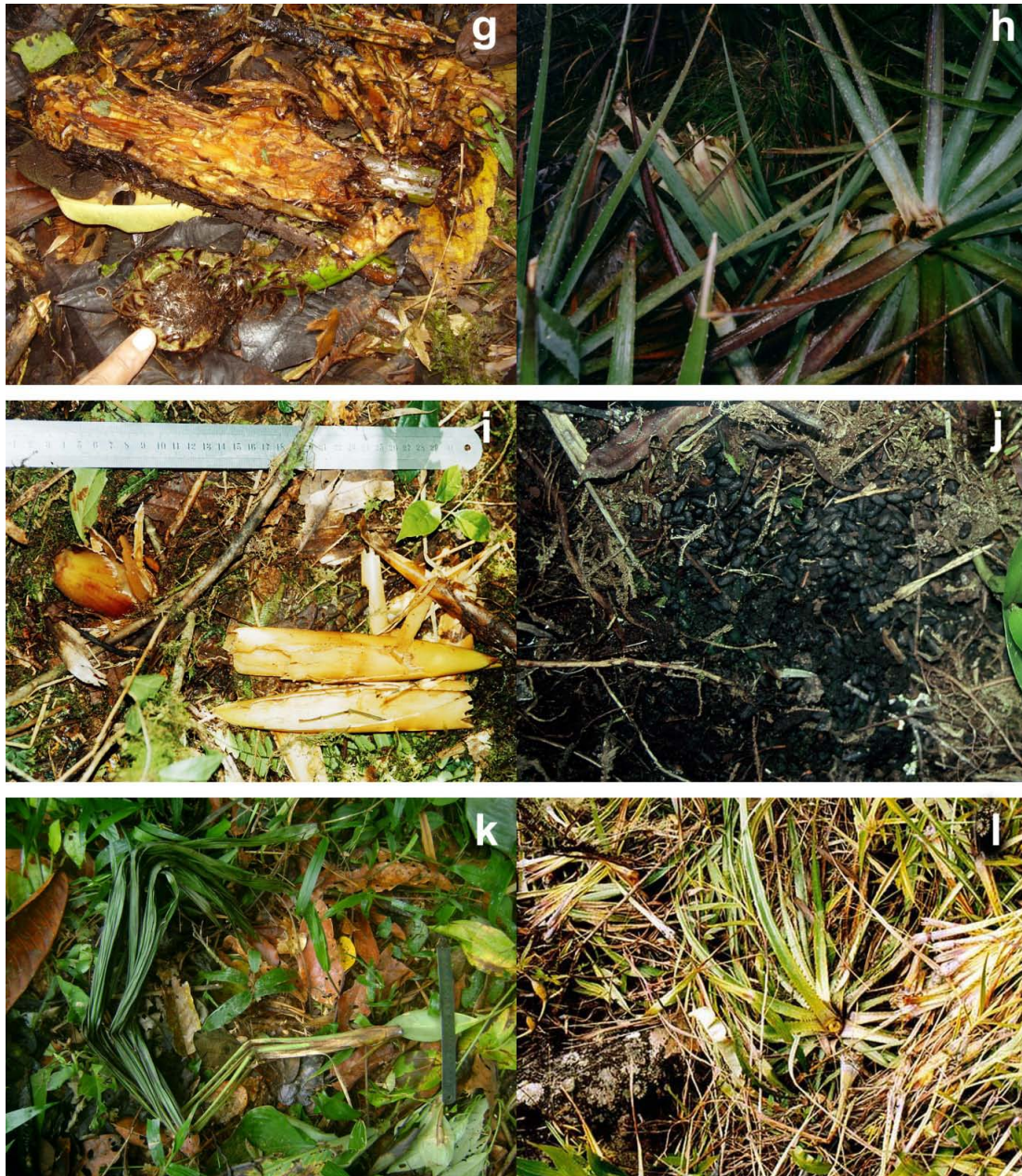


Figura 5. Registros de alimentación del oso andino en las áreas evaluadas (continuación).

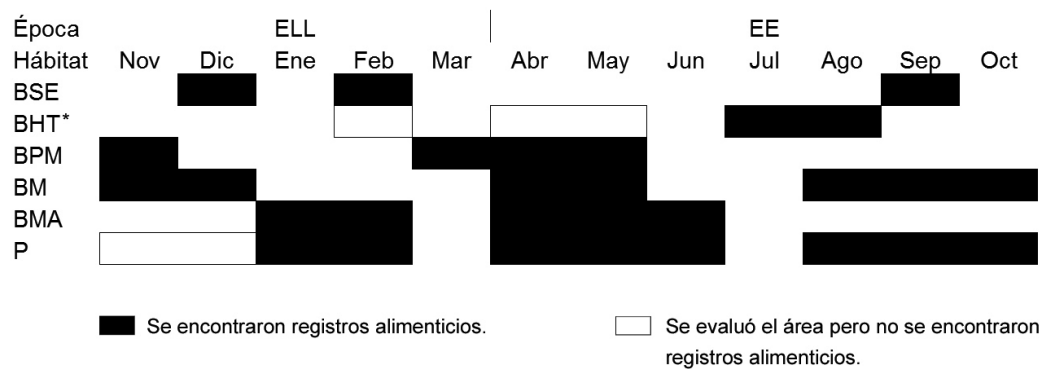
- G) *Cyathea* sp. (Cyatheaceae), Yanachaga.
- H) *Puya herrerae* (Bromeliaceae), Manu.
- I) *Chusquea* sp. (Poaceae), Megantoni.
- J) Heces con semillas de *Eugenia* sp. (Myrtaceae), Megantoni.
- K) *Asplundia* sp. (Cyclanthaceae), Amaraeri.
- L) *Puya weberbaueri* (Bromeliaceae), Machu Picchu.

En el bosque premontano consume continuamente frutos maduros de palmeras durante sus picos de fructificación en las lluvias (Phillips 1993) y médulas en el estiaje, al igual que en el bosque húmedo tropical. En Colombia, Rodríguez y Cadena (1991b) señalan

que el oso consumió principalmente palmas *Geonoma* sp. y *Prestoea* sp. entre 1,000 y 2,300 msnm en la selva baja y subandina húmedas; y Ojeda y Pesca (2006) anotan que comió *Welfia regia* y *Oenocarpus mapora* entre 600 y 1,200 msnm en la selva baja húmeda. En Ecuador, Castellanos *et al.* (2005), registran a *Euterpe* sp. y *Prestoea acuminata* como principales componentes de la dieta tanto en el bosque húmedo premontano como en el bosque húmedo montano bajo. Los frutos de las palmeras contienen mucha energía, siendo ricos en carbohidratos, proteínas y grasas. Aunque su médula es baja en calorías puede digerirse rápidamente (INS 2009), por lo que su consumo en altas cantidades cubriría las necesidades del oso andino. Una de las especies más registradas por los pobladores Yaneshas y Harakmbut, como parte de la dieta del oso andino, fue ungrahui, cuyos frutos tienen un valor energético de 307 kcal/100 g (INS 2009). El consumo de Arecaceae también fue registrado en *Helarctos malayanus* (oso malayo), que complementa su dieta con la ingesta de la palma aceitera (Normua *et al.* 2004). El rápido gradiente altitudinal y la diversidad del paisaje vegetal en Yanachaga y Megantoni propician que los osos obtengan alimentos alternativos a distancias perfectamente accesibles a sus desplazamientos individuales.

Figura 6. Registros de alimentación del oso andino en los hábitats evaluados en las épocas de lluvia (ELL) y estiaje (EE).

Hábitats: BSE = Bosque seco ecuatorial, BHT = Bosque húmedo tropical, BPM = Bosque premontano, BM = Bosque montano, BMA = Bosque montano alto, P = Puna.* Los meses de abril y mayo presentaron abundantes lluvias.



Bosque montano. Este hábitat es el más importante para la especie, debido a la gran variedad de alimento que le provee, principalmente frutos (Tabla 5). Estos resultados coinciden con otras evaluaciones realizadas en el Perú (Peyton 1980) y Colombia (Rodríguez y Cadena 1991a). Asimismo, Peyton (1980) observó una mayor fructificación en el estiaje y un mayor consumo de este recurso en esta época. Paisley (2001) registró frutos durante todo el año en Apolobamba (Bolivia), aunque la mayor cantidad de estos se presentó al final del estiaje e inicio de las lluvias. En Oyacachi (Ecuador), los frutos fueron más abundantes durante los meses de junio y julio (lluvias) y enero (estiaje) (Troya *et al.* 2004).

En Manu y las Reservas Nacionales Tambopata y Allpahuayo-Mishana hay mayor producción de frutos maduros en la época de lluvias, entre noviembre y marzo-abril (Terborgh 1983; Phillips 1993; Zárate *et al.* 2006). La producción de los frutos en los trópicos es mucho menos previsible que en los climas templados, siendo también influenciada por la presencia del Evento El Niño (EN; Paisley 2001). Tanto los estudios de Peyton (1980) como el de Paisley (2001) fueron realizados abarcando parte de un EN

en 1977-1978 y 1997-1998, respectivamente. En el presente trabajo, a excepción de la evaluación del bosque montano en noviembre de 2006, en el que se dio un EN leve, todas las demás fueron realizadas en años con condiciones normales, encontrándose una mayor frecuencia en el consumo de los frutos durante las lluvias (57%) que en el estiaje (43%). Las fluctuaciones climáticas y la escasez de estudios de largo plazo sobre la fenología de las especies neotropicales no permiten plantear conclusiones sobre el consumo de los frutos por parte del oso andino en las diferentes estaciones.

En el estiaje en los bosques húmedo tropical, premontano y montano, después de las bromelias (38%), las palmeras, como *Chamaedorea pinnatifrons*, *Geonoma undata*, *Prestoea acuminata* y *Ceroxylon parvifrons* fueron la segunda familia más registrada en la dieta del oso (18%). Estas representaron un componente muy importante durante la temporada de menor producción de frutos. En Colombia, es frecuente encontrar restos de alimentación de *Ceroxylon vogelianum* y de bromelias a los 2,500 msnm durante marzo y abril (época de estiaje). Asimismo, las evidencias de actividad del oso mostró que los bosques entre los 2,300 a 3,100 msnm fueron muy usados entre agosto y enero (lluvia e inicios de estiaje) con señales de actividad más bajas entre febrero y julio (Rodríguez y Cadena 1991a). En el Parque Nacional Natural Pisba, entre los 2,200 y 2,900 msnm, se encontró una mayor cantidad de heces entre septiembre y noviembre (lluvia; Rivera 2004).

En el presente estudio, se encontró dentro del bosque montano registros de alimentación en todas las visitas realizadas durante los meses de lluvias y estiaje (Fig. 6). Sin embargo, se observó diferencias en el número de registros entre estas épocas en Yanachaga y Machu Picchu, siendo en la primera mayor en la época de estiaje (abril y agosto) (Fig. 3b) y en la segunda mayor en la época de lluvias (noviembre y diciembre; Fig. 3f). No obstante, en Yanachaga la diferencia no fue tan marcada como en Machu Picchu. Estos resultados se relacionarían con la disponibilidad de alimento en cada área, debido a la fenología de las especies. Esta se encuentra influenciada por factores abióticos como la precipitación, temperatura, fotoperíodo, evaporación e insolación, suelo y viento, y por factores bióticos como la genética, fisiología, nutrición, además de las interrelaciones planta-animal y planta-planta (Zárate et al. 2006).

Bosques altoandinos y puna. El oso se desplazó constantemente entre la puna, los queñuales de *Polylepis* y los bosques mixtos (bosque montano alto) a 3,200 msnm o más. El género *Puya* (*P. ferruginea*, *P. herrerae* y *P. weberbaueri*) fue fundamental en su dieta en la puna de Yanachaga, Machu Picchu, Megantoni y Manu, coincidiendo con lo registrado en otras evaluaciones a elevadas altitudes en la puna y páramo (Peyton 1980; Rodríguez et al. 1986; Suárez 1988; Goldstein 1989; Paisley 2001; Troya et al. 2004; Amanzo et al. 2007a). Resultados similares fueron obtenidos en el bosque montano alto, pero con las bromelias de los géneros *Pitcairnia* (Manu) y *Greigia* (Megantoni), coincidiendo con otros registros en Ecuador (Suárez 1988; Troya et al. 2004).

Los frutos de las Ericaceae son otros recursos alimenticios disponibles en el ecotono entre el bosque montano alto y la puna, no solo para el oso andino, sino también para *Pseudalopex culpaeus* (zorro andino), en cuyas heces habían abundantes semillas de *Gaultheria buxifolia* y *Thibaudia* cf. *floribunda* en Megantoni y Manu. Rivadeneira (2001) señaló que estos mamíferos grandes consumen Ericaceae en Bolivia, lo que

Paisley (2001) relaciona con que son muy digeribles debido a su alto contenido de proteína y baja fibra.

En el páramo del Parque Nacional Natural de las Orquídeas (Colombia), se observaron restos alimenticios de *Puya* cf. *antioquiensis* (Bromeliaceae) en agosto (lluvias) y noviembre (baja precipitación), y un avistamiento directo en este último mes (Rodríguez y Cadena 1991a). En Antisana (Ecuador), se encontró que usó el páramo y el bosque montano alto con mayor frecuencia de febrero a julio, coincidiendo con la época de fructificación de algunas especies de las familias Asteraceae y Ericaceae (Suárez 1988). En Oyacachi, lo registraron principalmente entre mayo-junio y septiembre-diciembre (Troya *et al.* 2004). En Machu Picchu, utilizaron la puna de febrero a abril (lluvia e inicios de estiaje) y de junio a septiembre (estiaje) cuando había escasez de frutos en los bosques húmedos bajos (Peyton 1987). Adicionalmente, en el Perú, en el páramo de Piura mostró actividad en junio (estiaje; More 2003) y octubre (estiaje; Amanzo *et al.* 2007a); en la puna de Vilcabamba (Junín), se registró en junio-julio (estiaje; Emmons *et al.* 2001); y en el Parque Nacional Otishi (Ayacucho), en noviembre y diciembre (lluvias; Butrón 2007).

Estos registros junto con los datos de la presente evaluación (enero, febrero, abril-junio y agosto-octubre; Fig. 6), nos señalan que el oso andino puede utilizar estos hábitats durante todo el año, movilizándose entre los bosques montano, montano alto y la puna, en busca de frutos de Ericaceae (cuya época de fructificación varía dependiendo del área) o de otros alimentos disponibles perennemente, como las bases foliares de Bromeliaceae, los tallos tiernos de Poaceae y los pseudobulbos de las orquídeas.

Patrones de explotación. El oso andino se limitó a consumir algunas Bromeliaceae, a pesar de la gran variedad de especies asequibles. En Yanachaga, consumió ocho de un mínimo de 25 especies de bromelias identificadas para esa área (Inrena 2006). Si bien come algunas de las otras 17 en otras áreas: *Aechmea* sp. en Machu Picchu (Peyton 1987), *Tillandsia complanata* en el valle de los Chilchos (Amanzo *et al.* 2007b), *Tillandsia usneoides* en Chaparrí (Peyton 1980), *Guzmania morreniana* en Cutervo y *Puya ferruginea* en Megantoni, dentro del Perú; *Billbergia* sp. en la Serranía de Los Milagros, Bolivia (Yáñez y Eulert 1996) y *Tillandsia biflora* en Venezuela (Goldstein 1989), es posible que la ausencia de estas plantas en la dieta en Yanachaga se deba a que abundan menos que en las otras áreas donde las ingieren o a que aún no presentaban las características bromatológicas adecuadas en los meses en que se hizo la evaluación.

En el bosque montano de Yanachaga probó diferentes individuos de *Guzmania paniculata* hasta encontrar el adecuado para alimentarse, como SBC (2011) lo había observado con cortezas de pasallo en el bosque seco ecuatorial. En ambos casos, consumió estas plantas por su palatabilidad, aunque podrían evaluar el olor y la apariencia de madurez como indicio de sabor más agradable o mayor nutrición, relacionada esta con una mayor cantidad de carbohidratos o azúcares solubles que son más digeribles dada la poca frecuencia de plantas mordidas y no consumidas (Paisley 2001). Podría elegir otras bromelias terrestres de este mismo modo en la puna y en el bosque montano alto, a juzgar por nuestro hallazgo de algunas plantas de *Puya herrerae* y *P. ferruginea* que los osos comieron dejando varias intactas alrededor.

Algunos estudios señalaron que el oso andino se alimentó de *Puya* cerca al bosque montano alto y en pendientes pronunciadas donde hubo presencia humana y de ganado (Peyton 1980), en otros casos eligió los parches de *Puya* con base en su abundancia y no por la distancia del bosque o pendiente en un área donde los cazaban (Goldstein y Salas 1993). El presente trabajo coincide con Peyton (1980), en Yanachaga, Manu, Machu Picchu y Megantoni. En las zonas evaluadas en la puna que presentaron heces de vacuno, así como registros de caza y turismo (Machu Picchu y Manu), los rastros se encontraron cercanos al bosque montano alto. Acorde con esto, en el caso de Megantoni, también se encontraron restos de *Puya* en áreas distantes del bosque montano alto donde no se observó impacto antropogénico.

Reducción de la disponibilidad de los recursos alimenticios del oso andino. En el bosque seco ecuatorial, algunas especies animales cuyas poblaciones se encuentran amenazadas (Minag 2004) dependen básicamente de las plantas para subsistir. Así, por ejemplo, de las 17 especies registradas en la dieta de *Penelope albipennis* (pava aliblanca; Martos *et al.* 2009), ave que se encuentra en peligro crítico, nueve son consumidas por el oso andino. Sin embargo, este hábitat viene siendo depredado por los lugareños e invasores, quienes extraen principalmente las especies maderables para ser utilizadas y comercializadas como leña y carbón, así como para la elaboración de artesanías (Rodríguez *et al.* 2007). Esto ha conllevado a que algunas plantas que forman parte de la dieta de la fauna del bosque seco ecuatorial, como el sapote, hualtaco y mito, se encuentren en peligro crítico (Minag 2006). La producción de los frutos de determinadas especies puede modular el éxito reproductivo y la supervivencia de los úrsidos jóvenes (Rogers 1987), y el sapote parece estar relacionado con su reproducción en el bosque seco ecuatorial (SBC 2011). Si esta especie se sigue explotando como en la actualidad, podría extinguirse en poco tiempo por su crecimiento natural lento (Rodríguez *et al.* 2007) e impactaría las poblaciones de osos de este hábitat.

Entre el 53% y 85% de las especies de palmeras, uno de los grupos más importantes encontrados en el presente estudio dentro de su dieta en los bosques húmedo tropical, premontano y montano en el estiaje, tiene alguna utilidad para los diferentes grupos humanos que habitan en los bosques neotropicales o son intensamente utilizadas por ellos, pero solo 20% recibe algún tipo de manejo (Bernal *et al.* 2011). La sobreexplotación de este recurso significa una menor disponibilidad de alimento en las áreas y temporadas en las que hay menor producción de frutos. Algunas palmeras consumidas, como *Ceroxylon parvifrons* y *Geonoma undata*, se encuentran en alguna categoría de amenaza en el Perú, pero la situación de la mayoría es desconocida (Minag 2006).

Al igual como Rodríguez *et al.* (1986) lo describen en el páramo, en las punas de Yanachaga, Megantoni y Machu Picchu, hubo quemados de grandes extensiones de pastos naturales, principalmente en el estiaje, que pretendían obtener brotes tiernos para la alimentación del ganado vacuno. Estas quemados también destruyeron grandes agrupaciones de *Puya*, de las que el ganado vacuno también consumía los ápices de las hojas frescas así como las plantas quemadas. De ahí que *Puya herrerae*, alimento básico en la puna de Yanachaga, Manu y el Parque Nacional Otishi (Butrón 2007), esté considerada en la categoría de vulnerable (Minag 2006).

Estas quemas también han reducido la cobertura boscosa del bosque montano alto, principalmente de los bosques de *Polylepis* que los osos utilizan como refugio y le brindan una mayor variedad de alimento que los mixtos. La influencia del fuego se intensifica con la extracción de leña y el pastoreo, el cual se desarrolla con densidades de ganado muy superiores a la capacidad sostenible del ecosistema en muchas partes de los Andes (Kessler 2006). Como resultado de este proceso en el Perú, Fjeldså y Kessler (1996) calcularon que el 98% de los bosques de *Polylepis* han desaparecido, y 13 de las 19 especies registradas en el país por Mendoza y Cano (2011) se encuentran en alguna categoría de amenaza (Minag 2006).

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a M. Stucchi por su apoyo en el trabajo de campo en Laquipampa, Chaparrí y Machu Picchu, así como en la discusión y revisión del manuscrito. A N. Durand, P. Mesones, M. Manayay, S. Díaz, M. Soplopucó y E. Flores (Laquipampa), H. Plenge, J. Vallejos y J. Carrasco (Chaparrí), J. Zaldívar, A. Vásquez, I. Pérez y M. Díaz (Cutervo), H. Cristóbal, H. Chamorro, L. Quicha, A. Sebastián, T. Ciriaco, M. Soto, A. Utani, D. Vásquez, E. Blásido y J. Romanski (Yanachaga y Yanesha), F. Senperi, A. Nochomi, G. Martínez, J. Mendoza, R. Bello, G. Manugari, L. Camparo, D. Huamán, L. Mamani, F. Suta, F. Puma, J. Huallpa, N. García y R. Gutiérrez (Megantoni), S. Enempa y S. Mankebe (Amarakaeri), L. Huanca y M. Cabrera (Manu), J. López, D. Sulca, R. Quispe, P. Cárdenas, C. Quispe, W. Danz, M. Baca, L. Contreras y M. Pastor (Machu Picchu), por su ayuda en el trabajo de campo. A T. Tapia por su apoyo en el trabajo de campo en Megantoni y Amarakaeri. A A. Monteagudo, L. Valenzuela, R. Vásquez, V. Quipuscoá, C. Ostolaza, G. Castillo, L. Hernani, E. Ortiz, W. Nauray, N. Salinas, H. Beltrán y R. Foster, por la identificación de las especies botánicas que formaron parte de la dieta del oso andino en las diferentes áreas visitadas. A S. Kastl de la Cooperación Técnica Alemana, R. Rojas del Centro para la Conservación y Desarrollo Sostenible del Jardín Botánico de Missouri y V. Urios de la Estación Biológica Terra Natura-España, por el financiamiento de la investigación. A Idea Wild por la donación de los equipos. Al Field Museum of Natural History y la Jefatura del Santuario Megantoni por la coordinación del inventario biológico en Megantoni. A R. Rojas-Vera Pinto por su ayuda en el diseño del mapa. A D. Rodríguez por el envío de bibliografía. A los dos revisores anónimos, J. Maldonado y S. T. Álvarez-Castañeda por enriquecer con sus comentarios el presente artículo.

Literatura citada

- AMANZO, J., C. CHUNG, M. ZAGAL, Y V. PACHECO. 2007a. Evaluación del oso andino *Tremarctos ornatus* en Piura y Cajamarca. Serie de Publicaciones de Flora y Fauna Silvestre. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Lima, Perú.
- AMANZO, J., W. MENDOZA, C. CHUNG, Y M. VILLALOBOS. 2007b. Evaluación de oso andino *Tremarctos ornatus* en Amazonas. Serie de Publicaciones de Flora y Fauna Silvestre. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Lima, Perú.
- BERNAL, R., C. TORRES, N. GARCÍA, C. ISAZA, J. NAVARRO, M.I. VALLEJO, G. GALEANO, Y H. BALSLEV. 2011. Manejo de palmas en Suramérica. Pp. 13 in Impacto de la cosecha de palmas en los bosques tropicales (Bernal, R., N. García, Y. Figueroa, y G. Galeano, eds.). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

- BORMAN, R.** 2002. Mamíferos grandes. Pp. 76-81, 210-213 in Ecuador: Serranías Cofán-Bermejo, Sinangoe. Rapid Biological Inventories, Report 3 (Pitman, N., D. K. Moskovits, W. S. Alverson, y R. Borman, eds.). The Field Museum. Chicago, EE.UU.
- BRAÑA, F., J. NAVES, Y G. PALOMERO.** 1993. Hábitos alimenticios y configuración de la dieta del oso pardo en la cordillera Cantábrica. Pp. 81-102 in El oso pardo (*Ursus arctos*) en España (Naves, J. y G. Palomero, eds.). Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.
- BUTRÓN, R.** 2007. Mamíferos. Pp. 106-126 in Caracterización para el monitoreo de los Bosques de *Polylepis* en la zona Sur oeste del Parque Nacional Otishi (Asociación Ecosistemas Andinos, ed.). Conservación Internacional. Lima, Perú.
- CASTELLANOS, A.** 2004. Andean bear research in the Intag Region, Ecuador. International Bear News 13:25-26.
- CASTELLANOS, A.** 2010. Guía para la rehabilitación, liberación y seguimiento de osos andinos. Andean Bear Foundation. Quito, Ecuador.
- CASTELLANOS, A., M. ALTAMIRANO, Y G. TAPIA.** 2005. Ecología y comportamiento de osos andinos reintroducidos en la Reserva Biológica Maquipucuna, Ecuador: implicaciones en la conservación. Revista Politécnica 26:54-82.
- DOAN-CRIDER, D. L., Y E. C. HELLGREN.** 1996. Population characteristics and winter ecology of black bears in Coahuila, Mexico. Journal of Wildlife and Management 60:398-407.
- EMMONS, L., L. LUNA, Y M. ROMO.** 2001. Mammals of the northern Vilcabamba mountain range, Peru. Pp. 105-109 y 255-261 in Biological and Social Assessments of the Cordillera de Vilcabamba, Peru (Alonso, L. E., A. Alonso, T. S. Schulenberg, y F. Dallmeier, eds.). RAP Working Papers 12 y SI/MAB Series 6. Conservation International. Washington, EE.UU.
- FIGUEROA, J.** 2012. Presencia del oso andino *Tremarctos ornatus* (Carnivora: Ursidae) en el bosque tropical amazónico del Perú. Acta Zoológica Mexicana 28:594-606.
- FIGUEROA, J., Y M. STUCCHI.** 2009. El oso andino, alcances sobre su historia natural. Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad. Lima, Perú.
- FIGUEROA, J., M. STUCCHI, Y R. ROJAS-VERA PINTO.** 2013. El oso andino (*Tremarctos ornatus*) como especie clave para la conservación del bosque seco del Marañón (Cajamarca - Amazonas, Perú). Cooperación Alemana (GIZ), Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad (AICB). Lima, Perú.
- FJELDSÅ, J., Y M. KESSLER.** 1996. Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highland of Peru and Bolivia. A contribution to sustainable natural resource management in the Andes. Centre for Research on the Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforest (DIVA). DIVA Technical Report 11. Nordeco, Copenhagen.
- GOLDSTEIN, I. R.** 1989. Distribution, habitat use, and diet of spectacled bear (*Tremarctos ornatus*) in Venezuela. Pp. 2-16 in Proceedings of the First International Symposium on the Spectacled Bear (Rosenthal, M. A., ed.). Lincoln Park Zoological Gardens. Chicago, EE.UU.
- GOLDSTEIN, I. R., Y L. SALAS.** 1993. Patrón de explotación de *Puya* sp. (Bromeliaceae) por *Tremarctos ornatus* (Ursidae) en el páramo El Tambor, Venezuela. Ecotrópicos 6:1-9.

- HEWITT, D. G., Y C. T. ROBBINS.** 1996. Estimating grizzly bear food habits from fecal analysis. *Wildlife Society Bulletin* 24:547-550.
- HWANG, M. H., D. L. GARSHELIS, Y Y. WANG.** 2002. Diets of Asiatic black bears in Taiwan, with methodological and geographical comparisons. *Ursus* 13:111-125.
- INRENA (INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES).** 2006. Plan Maestro 2005-2009. Parque Nacional Yanachaga Chemillén. The Nature Conservancy y Pro Naturaleza - Programa Selva Central. Lima, Perú.
- INS (INSTITUTO NACIONAL DE SALUD).** 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Ministerio de Salud. Lima, Perú.
- KESSLER, M.** 2006. Bosques de *Polylepis*. Pp. 110-120 in *Botánica Económica de los Andes Centrales* (Moraes, M., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius, y H. Balslev, eds.). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- MARTOS, J. R., M. SCARPATI, C. ROJAS, Y G. E. DELGADO.** 2009. Fenología de algunas especies que son alimento para la pava aliblanca (*Penelope albipennis*). *Revista Peruana de Biología* 15:51- 58.
- MCCLINTON, S. F., F. L. MCCLINTON, Y J. V. RICHERSON.** 1992. Food habits of black bears in Big Bend National Park. *The Southwestern Naturalist* 37:433-435.
- MENDOZA, W., Y A. CANO.** 2011. Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Revista Peruana de Biología* 18:197-200.
- MINAG (MINISTERIO DE AGRICULTURA).** 2004. Aprueban categorización de especies amenazadas de fauna silvestre y prohíben su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales. D.S. 034-2004-AG. Diario Oficial El Peruano, Normas Legales: 276853. Lima, Perú.
- MINAG.** 2006. Aprueban categorización de especies amenazadas de flora silvestre. D.S. 043-2006-AG. Diario Oficial El Peruano, Normas Legales: 323527-323539. Lima, Perú.
- MBG (MISSOURI BOTANICAL GARDEN).** 2012. Tropicos (En línea) [Fecha de acceso Diciembre 2012] <<http://www.tropicos.org>>.
- MONDOLFI, E.** 1989. Notes on the distribution, habitat, food habits, status and conservation of the Spectacled bear (*Tremarctos ornatus* Cuvier) in Venezuela. *Mammalia* 53:525-544.
- MORE, A.** 2003. Mamíferos. Pp. 60-61 en Diagnóstico socio-ambiental y ecológico de la cuenca alta del río Quiroz, un aporte para el manejo de los páramos de la región. Proaves. Piura, Perú.
- MUHLENBERG, M.** 1993. Freilandökologie. UTB für Wissenchaft. Quelle und Meyer Heidelberg Press. Wiesbach, Alemania.
- NORMUA, F., S. HIGASHI, L. AMBU, Y M. MOHAMED.** 2004. Notes on oil palm plantation use and seasonal spatial relationships of Sun bears in Sabah, Malaysia. *Ursus* 15:227-231.
- OJEDA, M. C., Y A. L. PESCA.** 2006. Uso del hábitat natural del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en la Serranía de las Quinchas, Magdalena Medio (Colombia). Tesis de Grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de Biología. Tunja, Colombia.

- ONTANEDA, A. D., y J. I. ARMIJOS.** 2012. Estudio de la composición y variación estacional de la dieta del oso andino *Tremarctos ornatus*, en los páramos del Parque Nacional Podocarpus - Ecuador. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador.
- OSGOOD, W. H.** 1914. Mammals of an expedition across northern Peru. Field Museum of Natural History, Zoological Series 10:143-185.
- PAISLEY, S.** 2001. Andean bears and people in Apolobamba, Bolivia: Culture, conflicts and conservation. Tesis de Doctorado, Durrell Institute of Conservation and Ecology. University of Kent. Canterbury, Reino Unido.
- PATTON, J. L., B. BERLIN, y E. A. BERLIN.** 1982. Aboriginal perspectives of a mammal community in amazonian Peru: knowledge and utilization patterns among the Aguaruna Jivaro. Pp. 111-128 in Mammalian Biology in South America (Mares, M. A., y H. H. Genoways, eds.). Pymaturing Symposia in Ecology 6. Special Publication Series, Pymaturing Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh. Pensilvania, EE.UU.
- PEYTON, B.** 1980. Ecology, distribution and food habits of spectacled bear, *Tremarctos ornatus*, in Peru. Journal of Mammalogy 61:639-652.
- PEYTON, B.** 1987. Habitat components of the spectacled bear in Machu Picchu, Peru. International Conference on Bear Research and Management 7:127-133.
- PEYTON, B.** 1999. Spectacled bear conservation action plan. Pp. 157-198 in Bears: Status survey and conservation action plan. Compiled by Christopher Servheen, Stephen Herrero y Bernard Peyton. UICN/SSC Bear Specialist Group. Gland, Switzerland, and Cambridge, Reino Unido.
- PHILLIPS, O.** 1993. The potential for harvesting fruits in tropical rainforests: new data from Amazonian Peru. Biodiversity and Conservation 2:18-38.
- PUTMAN, R. J.** 1984. Facts from faeces. Mammal Review 14:79-97.
- RIVADENEIRA, C.** 2001. Dispersión de semillas por el oso andino (*Tremarctos ornatus*) y elementos de su dieta en la región de Apolobamba - Bolivia. Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- RIVERA, C. Y.** 2004. Caracterización preliminar de la dieta del oso de anteojos *Tremarctos ornatus* a partir del análisis de heces, en un sector de bosque andino del Parque Nacional Natural Pisba - Boyacá. Trabajo de Grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.
- RODRÍGUEZ, E. F., R. W. BUSSMANN, S. J. ARROYO, S. E. LÓPEZ, y J. BRICEÑO.** 2007. *Capparidaceae* (Capparidaceae) una especie del Perú y Ecuador que necesita planes de conservación urgente. Arnela 14:269-282.
- RODRÍGUEZ, E. D., y A. CADENA.** 1991a. Caracterización y uso del hábitat natural del oso andino *Tremarctos ornatus*, en el Parque Nacional Natural Las Orquídeas y zonas adyacentes (Antioquia, Colombia). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- RODRÍGUEZ, E. D., y A. CADENA.** 1991b. Evaluación y calidad del hábitat del oso andino *Tremarctos ornatus* en el Parque Nacional Natural Las Orquídeas y zonas adyacentes, Antioquia, Colombia. Parte II. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

- RODRÍGUEZ, E. D., F. E. POVEDA, D. RIVERA, J. SÁNCHEZ, V. I. JAIMES, Y R. LOZADA.** 1986. Reconocimiento preliminar del hábitat natural del oso andino y su interacción con el hombre en la región nororiental del Parque Natural El Cocuy. *Boletín Divulgativo Manaba* 1:1-47.
- ROGERS, L. L.** 1987. Effects of food supply and kinship on social behavior, movements and population growth of black bears in northeastern Minnesota. *Wildlife Monograph* 97:1-72.
- SALINAS, A.** 2009. Avances en el manejo nutricional de oso andino (*Tremarctos ornatus*). *Memorias de la Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y No Convencional* 5: 74-77.
- SBC (SPECTACLED BEAR CONSERVATION SOCIETY).** 2011. Ecología de la alimentación (En línea) [Fecha de acceso Octubre 2012]. <<http://sbc-peru.org/pages/es/programas/ciencia-e-investigacion/ecologia-de-la-alimentacion.php>>.
- STEVENS, P. F.** 2012. Angiosperm Phylogeny Website (En línea) [Fecha de acceso Diciembre 2012] <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb>>.
- SUÁREZ, L.** 1984. Resultados preliminares en el estudio de los hábitos alimenticios del oso de anteojos *Tremarctos ornatus*, en el páramo suroriental del volcán Antisana (Ecuador). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- SUÁREZ, L.** 1988. Seasonal distribution and food habits of spectacled bear *Tremarctos ornatus* in highlands of Ecuador. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 23:133-136.
- TERBORGH, J. T.** 1983. *Five New World Primates: a study in comparative ecology.* Princeton University Press. New Jersey, EE.UU.
- TROYA, V., F. CUESTA, Y M. PERALVO.** 2004. Food habits of andean bears in the Oyacachi River Basin, Ecuador. *Ursus* 15:57-60.
- YAÑEZ, M. A., Y C. F. EULERT.** 1996. Estudio del estatus actual del oso andino (*Tremarctos ornatus* Cuvier), en la Serranía de Los Milagros, Prov. Hernando Siles del Dpto. de Chuquisaca (Bolivia). Instituto Científico Alex Pacha. La Paz, Bolivia.
- ZÁRATE, R., C. AMASIFUEN, Y M. FLORES.** 2006. Floración y fructificación de plantas leñosas en bosques secos de arena blanca y de suelo arcilloso en la Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Biología* 13:95-102.

Sometido: 18 de febrero de 2013

Revisado: 30 de mayo de 2013

Aceptado: 5 de agosto de 2013

Editor asociado: Jesus Maldonado

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Diversidad de murciélagos de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca

Alejandra Buenrostro-Silva¹, Miguel Antonio-Gutiérrez² y Jesús García-Grajales^{3*}

Abstract

The present work provides information about bats diversity in the lower basin of Rio Verde, in Oaxaca State, Mexico. The sampling was performed from August 2009 to July 2010 in four sites of the study area. We caught 810 individuals, from 17 species arranged in 13 genera and 4 families, with an important representation of the family Phyllostomidae. The fitting of asymptotic cumulative species model showed that in one sampling site asymptote is reached while in the restant sampling sites there are still some species that remain to be recorded. The rank-abundance curves show the genus *Artibeus* members as the most abundant and dominant in the sampling sites except El Corral. We consider important the need of generate more studies on structure, population dynamics and community ecology to understand clearly the importance of this group in the region.

Key words: abundance, bats, diversity, lower basin, Phyllostomidae.

Resumen

El presente trabajo aporta información sobre la diversidad y abundancia de murciélagos en la cuenca baja del Río Verde en el estado de Oaxaca, México. El muestreo se realizó de agosto de 2009 a julio de 2010 en cuatro sitios del área de estudio. Se capturó un total de 810 individuos pertenecientes a 17 especies, 13 géneros y 4 familias, con una representación importante de la familia Phyllostomidae. La aplicación de modelos asintóticos de acumulación de especies indicó que en un sitio de muestreo se alcanzó la asíntota mientras que en el resto de los sitios aún existen especies por registrar. Las curvas de intervalo-abundancia muestran a los integrantes del género *Artibeus* como los más abundantes y dominantes en los sitios de muestreo a excepción de El Corral. Consideramos importante la necesidad de generar más estudios sobre estructura, dinámica de poblaciones y ecología de comunidades para entender claramente la importancia de este grupo en la región.

Palabras clave: abundancia, cuenca baja, diversidad, Phyllostomidae, murciélagos.

¹ Instituto de Industrias, Universidad del Mar campus Puerto Escondido. Km. 1.5 carretera Sola de Vega - Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca, México 71980. E-mail: sba_1575@yahoo.com.mx (ABS)

² Licenciatura en Biología, Universidad del Mar campus Puerto Escondido. Km. 1.5 carretera Sola de Vega - Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca, México 71980. E-mail: mijel_17@hotmail.com (MAG)

^{3*} Instituto de Recursos, Universidad del Mar campus Puerto Escondido. Km. 1.5 carretera Sola de Vega - Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca, México 71980. E-mail: archosaurio@yahoo.com.mx (JGG)

* Corresponding author.

Introducción

La riqueza de mamíferos del estado de Oaxaca consta actualmente de 194 especies (Alfaro *et al.* 2005), de las cuales 94 (48.9%) pertenecen al grupo de los murciélagos (García-Grajales y Buenrostro-Silva 2012). Este grupo constituye uno de los grupos más importantes e indispensables en los ecosistemas tropicales (Arita 1993; Calderón y Briones-Salas 1998; Sánchez-Cordero 2001) debido a su variedad de gremios tróficos, diversidad, abundancia y alta movilidad, convirtiéndose así en dispersores de especies vegetales (Galindo-González 1998) y promoviendo la restauración de áreas perturbadas, sucesión secundaria y restablecimiento de especies de bosque primarios (Willing y McGinley 1999). Son igualmente, controladores de plagas y pequeños roedores, así como excelentes polinizadores (Horvath 2010). No obstante, a pesar de la alta riqueza de especies y a su importancia ecológica, aún sigue existiendo carencia de información respecto a su distribución y diversidad en zonas muy amplias del estado (García-García *et al.* 2006; García-Grajales y Buenrostro-Silva 2012). Respecto a la planicie costera, existen pocos estudios que documenten la distribución y diversidad de los murciélagos de la región, ya que la mayoría de los estudios en la zona se han centrado en inventariar la riqueza de especies (Lira-Torres *et al.* 2005, 2008; Buenrostro-Silva *et al.* 2012).

En las últimas dos décadas las zonas del estado de Oaxaca que más se han estudiado, en cuanto a murciélagos, son la Sierra Madre Oriental (Briones-Salas *et al.* 2005), el Istmo de Tehuantepec (Peterson *et al.* 2004; García-García *et al.* 2006; Barragán *et al.* 2010) y la Sierra Atravesada (García-Grajales y Buenrostro-Silva 2012), mientras que en las tierras bajas y costeras como la cuenca baja del Río Verde son escasos a pesar de formar parte de una región terrestre prioritaria (RTP 128, CONABIO 2008) y contener a una de las primeras áreas naturales protegidas de México, el Parque Nacional Lagunas de Chacahua (Buenrostro-Silva *et al.* 2012). Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la diversidad de murciélagos en la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca y contribuir con información de esta zona al conocimiento de los murciélagos del estado.

Material y Métodos

Área de estudio. El estudio se realizó en cuatro localidades de la cuenca baja del Río Verde dentro de los municipios de Santiago Jamiltepec y Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, ubicados al sur de Oaxaca en la planicie costera central (Fig. 1). Esta región se ubica dentro de la cuenca hidrológica RH-21 de la región terrestre prioritaria 128 (Bajo Río Verde – Chacahua) y la región hidrológica prioritaria 31 (Hernández-Santos 2009). La vegetación dominante corresponde a selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y subperennifolia, manglares y vegetación de zonas inundables (Torres-Colín 2004). El clima de la región de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1988), es cálido subhúmedo con una temperatura media anual mayor a 28 °C, temperatura media máxima de 37 °C y mínima de 23.2 °C; el mes más frío supera los 18 °C con lluvias concentradas en el verano y principios del otoño, generalmente de julio a octubre, isoterma con una oscilación menor a 5 °C (Aw1 (w) (i)). La precipitación anual es de aproximadamente 1,000 mm (Marini 1999; Hernández-Santos 2009).

La cuenca baja del Río Verde se caracteriza por presentar lagunas costeras en fase inundable, con lomeríos de pendientes suaves y cerros no muy pronunciados. En esta región se localiza el Parque Nacional Lagunas de Chacahua (PNLCh), el cual está

conformado por tres lagunas costeras principales (Chacahua, Pastoría y Las Salinas) y varias lagunas accesorias y pequeños canales que son alimentados por ríos temporales y el Río Verde (Hernández-Santos 2009).

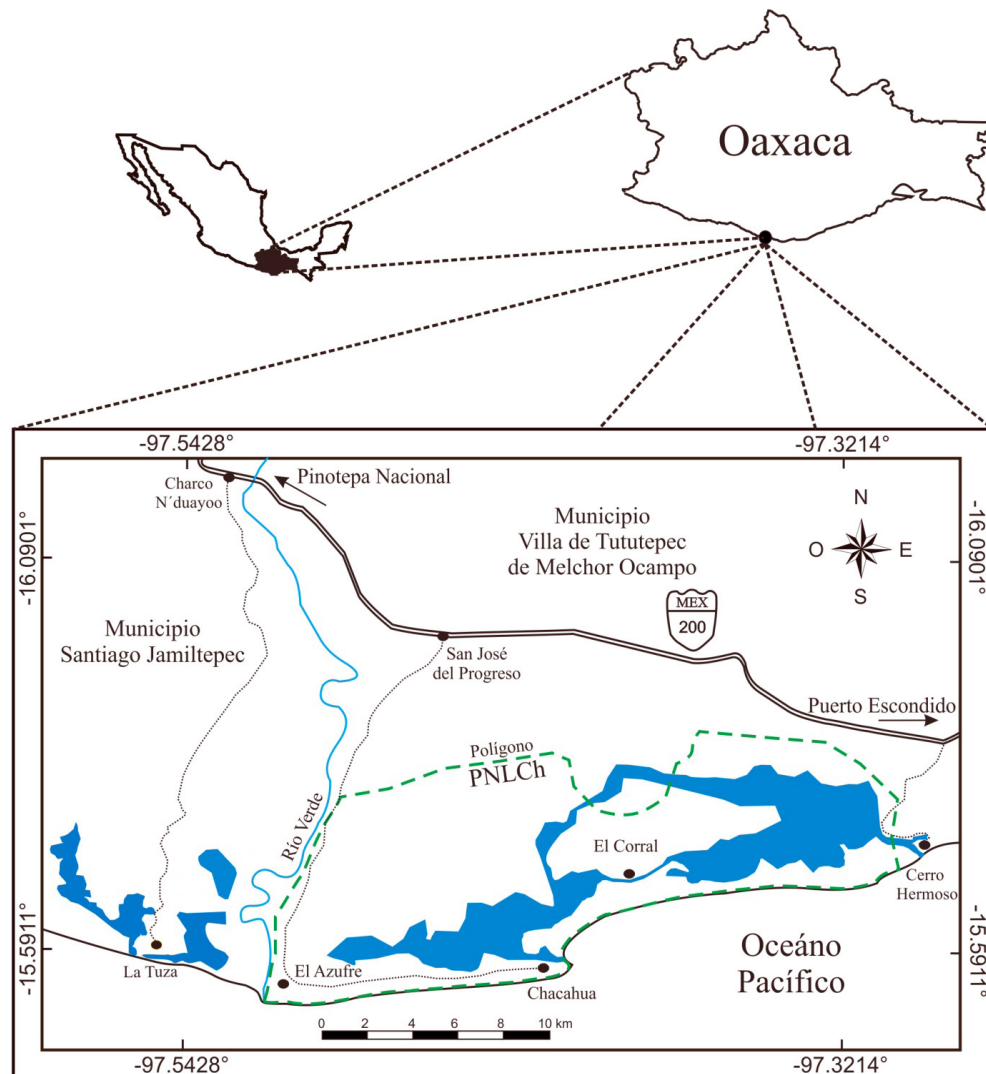


Figura 1. Ubicación de los sitios de colecta de murciélagos en la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca.

Las localidades El Azufre (16.0038° N, -97.3847° W, altitud 20 m), El Corral ($15^{\circ}5826^{\circ}$ N, -97.3847° W, altitud 18 m) y Cerro Hermoso (15.5826° N, -97.3214° W, altitud 9 m), seleccionadas en el interior del polígono del Parque Nacional Lagunas de Chacahua. Las tres localidades presentan condiciones muy similares de vegetación, con la presencia de selva baja caducifolia en las partes altas y predominancia de manglar en las orillas de los cuerpos de agua. La selva baja caducifolia, se caracteriza por la baja altura de las especies arbóreas (5 a 10 m de altura) y porque la mayoría de estas especies pierden sus hojas por un periodo de 5 a 7 meses del año, provocando un contraste fisionómico enorme entre la época de seca y de lluvia (Lott et al. 1987). La distancia que existe entre estas tres localidades es de 12 km aproximadamente y están separadas por cuerpos de agua. La Tuza de Monroy (16.0333° N, -97.5138° W, altitud 17 m) es la localidad seleccionada más externa y foránea al polígono del Parque, a una distancia aproximada de 12 km en línea recta de la localidad de El Azufre. Esta área presenta grandes áreas de selva baja

y mediana caducifolia en buen estado de conservación. Además, en estas localidades los asentamientos humanos son considerables, existen 400 habitantes en Cerro Hermoso, alrededor de 700 en El Azufre, 80 en El Corral y 300 en La Tuza de Monroy. El Corral es la localidad más aislada y considerada la zona núcleo del PNLCh. En todas las localidades figura la pesca y la extracción de madera como las principales actividades humanas.

Muestreo. Se realizaron doce muestreos sistemáticos mensuales en cuatro sitios seleccionados (La Tuza, El Azufre, El Corral y Cerro Hermoso) que corresponden a la cuenca baja del Río Verde. En cada muestreo se evitó en lo posible las noches de luna llena que pudieran afectar la captura de murciélagos por el fenómeno conocido como fobia lunar (Santos-Moreno *et al.* 2010a) y tuvieron una duración de cuatro noches consecutivas por localidad. La captura de los ejemplares se realizó con cuatro redes de niebla de 12 x 2.5 m, a una altura de 3 m sobre el nivel del suelo, y permanecieron abiertas desde la puesta del sol y por las siguientes cinco horas. A cada individuo capturado se le colocó en el cuello un collar de plástico con un código de coloración predefinido (Amin y Medellín 1993) con el fin de no contabilizar de manera duplicada al ejemplar en el caso de recapturas posteriores.

Los ejemplares capturados fueron identificados hasta el nivel de especie con la ayuda de las guías de campo de Medellín *et al.* (1997, 2008) y Reid (1997), mientras que el arreglo taxonómico se basó en Ramírez-Pulido *et al.* (2005) y se consideró la propuesta de Simmons (2005) respecto al cambio de *Artibeus intermedius*. Algunos ejemplares fueron sacrificados para confirmar su determinación taxonómica en nuestra área de trabajo e inmediatamente se transfirieron a una solución de etanol al 70% para su preservación.

Se calculó el esfuerzo de muestreo por cada sitio, multiplicando el largo por el ancho de las redes de niebla, por el número de horas abiertas, el número de noches y número de redes empleadas. El resultado se expresó en m² red/hora con base en el método propuesto por Medellín (1993) y modificado por López *et al.* (2009). Se elaboraron curvas de acumulación de especies por cada sitio, utilizando los estimadores no paramétricos ACE y Chao1, debido a que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado (Palmer 1990), pero sí a la homogeneidad entre los hábitats, por lo que se consideran apropiados para los trabajos con murciélagos (López-Gómez y Williams-Linera 2006). Las curvas de acumulación se elaboraron utilizando el paquete estadístico EstimateS versión 8.2 (Colwell 2009). Se utilizó el modelo de Clench para evaluar la calidad del muestreo, mediante la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontradas (Colwell y Coddington 1994; Jiménez-Valverde y Hortal 2003).

La diversidad de los murciélagos (diversidad α) fue estimada con base en la riqueza de especies por cada sitio de muestreo a través del índice de Margalef (DMg ; Moreno 2001), y el índice de Shannon (H') para cada sitio de muestreo en la estación seca y húmeda mediante el paquete estadístico Primer v.6 (Clarke y Gorley 2001). Las diferencias en la diversidad alfa entre la estación seca y húmeda entre sitios fue evaluada mediante una prueba de t (Hutcheson 1970). Adicionalmente, se calculó el índice de Pielou (J') para medir la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno 2001). La tasa de recambio de especies (diversidad β) se estimó a través del coeficiente de similitud de Jaccard (I_j) y se refirió a la diferencia de la riqueza de especies entre sitios

(Moreno 2001). A partir de la matriz de similitud se realizó un análisis de agrupaciones a través de la construcción de un dendrograma mediante la técnica de ligamiento promedio no ponderado (UPGMA, por sus siglas en inglés) utilizando el programa Statistica (Statsoft 1995). Para comparar los patrones de abundancia de especies entre sitios y especies se elaboró una gráfica de rango abundancia o curva de Whitaker (Feinsinger 2001).

Resultados

Se realizó un esfuerzo de muestreo de 26,400 m² red/hora que corresponden a 220 horas en 44 noches. Para las localidades El Azufre, El Corral y Cerro Hermoso se obtuvo un esfuerzo para cada una de 7,200 m² red/hora y para La Tuza 4,800 m² red/hora. Se capturaron un total de 810 individuos representados en 17 especies, 13 géneros y 4 familias (Tabla 1).

Tabla 1. Listado taxonómico y abundancia de las especies de murciélagos registradas en la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca, de acuerdo al arreglo taxonómico de Ramírez-Pulido et al. (2005) y modificaciones sugeridas por Simmons (2005).

Familia/Especies	LOCALIDADES				Clave
	Azufre	Corral	Cerro Hermoso	Tuza	
ORDEN CHIROPTERA					
FAMILIA EMBALLONURIDAE					
SUBFAMILIA EMBALLONURIDAE					
<i>Saccopteryx bilineata</i> (Temminck, 1838)	1	0	0	1	a
<i>Balantiopteryx plicata</i> (Peters, 1867)	0	72	24	0	b
FAMILIA MORMOOPIDAE					
<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)	1	0	0	0	c
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE					
SUBFAMILIA MICRONYTERINAE					
<i>Micronycteris microtis</i> (Miller, 1898)	0	0	0	1	d
SUBFAMILIA DESMODONTINAE					
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy St.- Hilaire, 1810)	14	6	19	28	e
SUBFAMILIA GLOSSOPHAGINAE					
<i>Glossophaga morenoi</i> (Martínez y Villa, 1938)	0	0	1	0	f
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	14	9	16	12	g
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i> (Miller, 1900)	0	0	3	0	h
<i>Leptonycteris nivalis</i> (de Saussure, 1860)	0	0	0	1	i
SUBFAMILIA CAROLLINAE					
<i>Carollia subrufa</i> (Hahn, 1905)	28	0	0	7	j
SUBFAMILIA STENODERMATINAE					
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy St.- Hilaire, 1810)	3	0	9	2	k
<i>Sturnira ludovici</i> (Anthony, 1924)	1	0	1	0	l
<i>Artibeus jamaicensis</i> (Leach, 1821)	8	22	124	14	m
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	39	15	17	7	n
<i>Dermanura phaeotis</i> (Miller, 1902)	31	12	25	33	o
<i>Centurio senex</i> (Gray, 1842)	0	2	0	0	p
FAMILIA VESPERTILIONIDAE					
SUBFAMILIA MYOTIINAE					
<i>Myotis fortidens</i> (Miller y G. M. Allen, 1928)	0	1	1	5	q
Total de individuos	198	171	293	148	
Total de especies	11	9	12	12	

Del total de capturas en la zona de estudio, 24.44% ($n = 198$) se presentó en El Azufre, 21.11% ($n = 171$) en El Corral, 36.17% ($n = 293$) en Cerro Hermoso y 18.27% ($n = 148$) en La Tuza. La familia mejor representada fue Phyllostomidae con 14 especies (77.7%) seguida de Emballonuridae con dos especies (11.1%) y por último Vespertilionidae y Mormoopidae con una sola especie cada una. No hubo recapturas de individuos durante nuestro trabajo.

Respecto a la riqueza específica, los sitios con mayor riqueza de acuerdo al índice de Margalef fueron La Tuza ($D_{Mg} = 2.198$) y Cerro Hermoso ($D_{Mg} = 1.934$), ambos con 12 especies. En El Azufre se registraron 11 especies ($D_{Mg} = 1.887$) y en El Corral 9 especies ($D_{Mg} = 1.552$). En cuanto a las curvas de acumulación de especies con los modelos no paramétricos, sólo El Corral alcanzó la asíntota registrando nueve especies, mostrando que ACE y Chao1 tuvieron un ajuste del 97% y 100% de la quiropterofauna, respectivamente. En los sitios restantes, los estimadores predijeron más especies que las observadas (Tabla 2, Fig. 2). El modelo asíntótico de Clench demostró que la información obtenida para toda el área se ajustó adecuadamente a la función ($a = 3.56$, $b = 0.18$ y $R^2 = 0.94$) con un esfuerzo de 93.7% de los registros (Fig. 3).

Localidad	Especies Observadas	Especies esperadas			
		ACE	Representatividad (%)	Chao 1	Representatividad (%)
Azufre	11	16.8	65.3	14.0	78.5
Corral	9	9.7	92.7	9.0	100.0
Cerro Hermoso	12	18.2	65.8	15.0	80.0
Tuza	12	14.8	80.8	13.5	88.8

Tabla 2. Estimadores no paramétricos de riqueza y representatividad del muestreo para las cuatro localidades de la cuenca baja del Río Verde.

La diversidad alfa más alta ocurrió en La Tuza ($H' = 2.85$) y El Azufre ($H' = 2.74$), seguido de Cerro Hermoso ($H' = 2.60$) y El Corral ($H' = 2.44$). No existieron diferencias significativas entre la diversidad de especies de El Azufre y Cerro Hermoso ($t = 1.22$, g.l. = 489, $P > 0.05$), El Azufre y La Tuza ($t = 0.96$, g.l. = 305, $P > 0.05$) y El Corral y Cerro Hermoso ($t = 1.27$, g.l. = 393, $P > 0.05$). En las localidades de El Corral y El Azufre ($t = 2.44$, g.l. = 338, $P < 0.05$), El Corral y La Tuza ($t = 3.07$, g.l. = 319, $P < 0.05$) y Cerro Hermoso y La Tuza ($t = 2.01$, g.l. = 356, $P < 0.05$) sí existieron diferencias significativas. Respecto a los valores de equitatividad, La Tuza ($J' = 0.79$), El Azufre ($J' = 0.79$), El Corral ($J' = 0.77$) y Cerro Hermoso ($J' = 0.72$) mostraron una tendencia a presentar ensamblajes uniformemente distribuidos.

De las 17 especies registradas a lo largo del estudio, seis (33.3%) estuvieron representadas en las cuatro localidades. En tanto que cinco (27.7%) estuvieron registradas sólo en una de ellas, destacando La Tuza con tres especies exclusivas, lo que representa 16.6% del total registrado para los cuatro sitios. A partir del análisis de similitud se observan dos grupos, el primero conformado por El Azufre y El Corral ($I_j = 23\%$) y el segundo por Cerro Hermoso y La Tuza ($I_j = 25\%$; Fig. 4).

Las curvas de intervalo-abundancia muestran a los integrantes del género *Artibeus* en la parte superior, para La Tuza y El Azufre *Artibeus lituratus* fue la especie más abundante ($\log_{10} pi = -1.14$), seguidas de otras especies como *Dermanura phaeotis* y *Desmodus rotundus* que fueron moderadamente abundantes ($\log_{10} pi = -1.41$ y -1.76 ,

respectivamente). En El Corral la especie más abundante fue *Balantiopteryx plicata* ($\log_{10} pi = -1.05$) seguida de *A. lituratus* ($\log_{10} pi = -1.73$), el resto de las especies están agrupadas en la parte media de la curva y al final se encuentran dos especies raras (*Centurio senex* y *Myotis fortidens*). En la curva que representa a Cerro Hermoso se encuentra como especie abundante *Artibeus jamaicensis* ($\log_{10} pi = -0.81$) precedida de *A. lituratus* ($\log_{10} pi = -1.67$), a su vez, se presentan tres especies raras (*Glossophaga morenoi*, *Sturnira ludovici* y *M. fortidens*; Fig. 5).

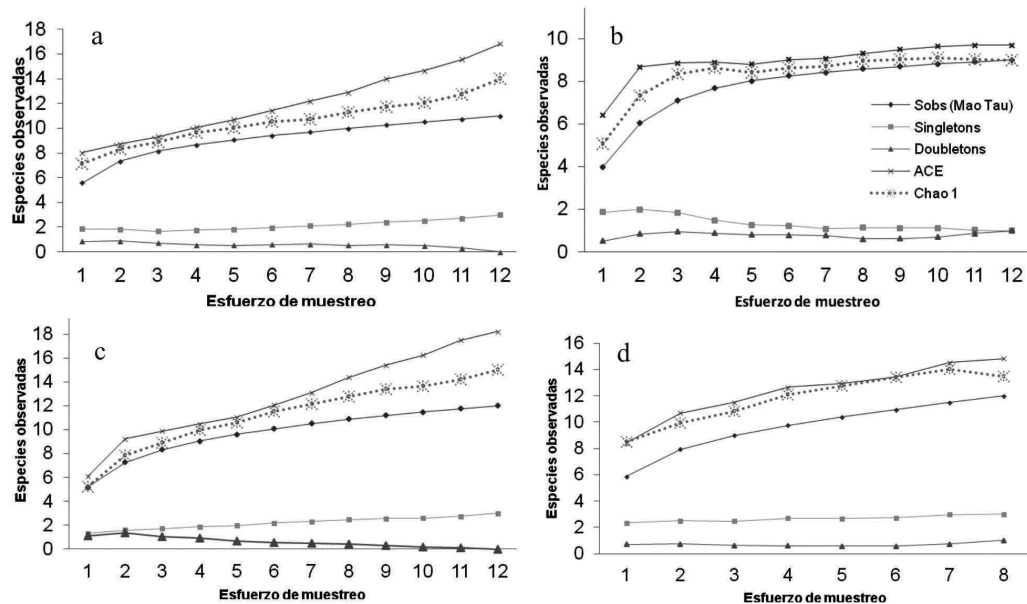


Figura 2. Curvas de acumulación de especies observadas y esperadas en la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca. a= El Azufre, b= El Corral, c= Cerro Hermoso, d= La Tuza.

Discusión

En el presente estudio la familia Phyllostomidae representó el 77.7% de las especies registradas en las cuatro localidades. Esta alta representación de especies por familia puede deberse a la gran variedad de tipos de alimentación que presentan los filostómidos que se alimentan principalmente de frutos, flores, néctar, polen y ocasionalmente de hojas (Jiménez-Salmerón 2008). Calderón-Patrón *et al.* (2013) mencionan que los filostómidos suelen ser más representativos en cuanto a número de especies e individuos en los bosques neotropicales, además de que el agua no es un factor importante en la distribución de esta familia dado que estos obtienen el agua de los frutos que consumen (Jiménez-Salmerón 2008). Respecto al muestreo, el método de captura empleado (altura de las redes de niebla), es adecuado para las especies que habitan y forrajean en el sotobosque, pero es ineficiente para las especies insectívoras que vuelan en el dosel o arriba del dosel como los molósidos cuyo comportamiento de vuelo es de gran altura (Kalko 1997). Asimismo, existen especies que son consideradas raras por ser poco abundantes en los ambientes, como es el caso de *Centurio senex* (Santos-Moreno *et al.* 2010b) registrado en el presente estudio pero con pocos individuos (7) en total.

La baja representatividad obtenida por los estimadores no paramétricos ACE y Chao 1 en todas las localidades (excepto El Corral), puede ser atribuida a la sensibilidad que tienen estos dos estimadores respecto a la agregación. Específicamente en lo que

refiere a la distribución espacial de los individuos de cada especie que influye de forma importante en la estimación de la riqueza (Palmer y White 1994; Chazdon *et al.* 1998), ya que al aumentar la agregación en términos de la distribución espacial de los individuos aumenta la probabilidad de capturar a más especies (Magurran 2004).

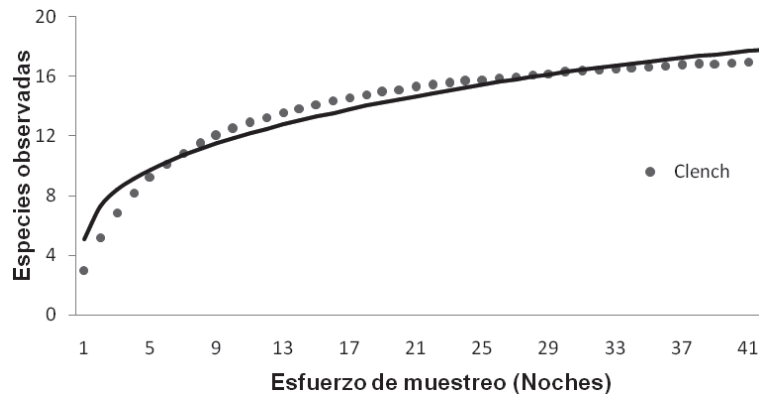


Figura 3. Curva de acumulación de especies para la cuenca baja del Río Verde de acuerdo a la función de Clench ($R^2 = 0.942$; $a = 3.567$, $b = 0.185$).

La riqueza de murciélagos para la cuenca baja del Río Verde (17 especies) representa el 22.3% de la quiropterofauna registrada para Oaxaca (García-Grajales y Buenrostro-Silva 2012). En el presente trabajo, la riqueza fue mayor a la de otros estudios realizados en la parte sur y sureste de México; por ejemplo, Santos-Moreno y Ruiz-Velázquez (2011) reportan 11 especies en la región de Juchitán, Oaxaca. En tanto que Cimé-Pool *et al.* (2006) reportan siete especies en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, y Naranjo y Espinoza (2001) reportan 11 especies en la Reserva Ecológica Huitepec, Chiapas. Sin embargo, es menor a lo reportado por Espinoza *et al.* (2003) que enlistan 40 especies en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada en el estado de Chiapas. Esta diferencia de la riqueza de especies, se ha observado en otras regiones de Oaxaca (Sánchez-Cordero 2001), en otras partes de México y el mundo (Arita 1993; Iñiguez 1993; Navarro y León-Paniagua 1995; Heaney 2001), sugiriendo que aquellas regiones de Oaxaca con baja elevación (*i.e.* nuestra área de estudio, 17 especies) presentan factores bióticos (tipo de vegetación y recursos alimenticios asociados) y abióticos (precipitación y temperatura) determinantes (Rahbek 1995; Heaney 2001).

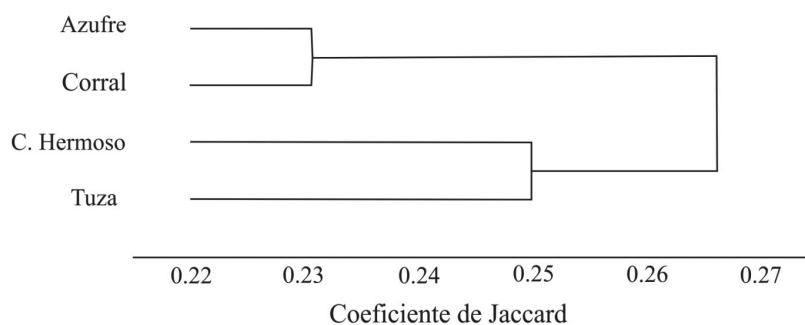
La diversidad de murciélagos de la cuenca baja del Río Verde conformó un patrón bien establecido, donde el grupo de los estenodermatinos presentaron el mayor número de especies y abundancias. Nuestros hallazgos son similares a lo reportado en otros estudios realizados en México y Oaxaca (Medellín 1993; Chávez y Ceballos 2001; Vargas-Contreras *et al.* 2008). Sin embargo, coincidimos con Briones-Salas *et al.* (2005) en que probablemente no se haya registrado adecuadamente la riqueza de especies por el sesgo que genera el método de captura. No obstante, Pech-Canche *et al.* (2011) mencionan que es posible alcanzar inventarios confiables sólo con las redes de sotobosque. Por otro lado, el uso de detectores acústicos normalmente registran un mayor número de especies de murciélagos insectívoros, los cuales vuelan a grande alturas o en zonas abiertas y que típicamente están poco representadas en los inventarios (García-García y Santos-Moreno 2009); mientras que las redes de niebla a baja altura capturan exclusivamente a aquellas especies con gran envergadura alar y gran capacidad de vuelo.

Los mayores valores de diversidad de murciélagos se encontraron en las localidades de La Tuza y El Azufre. Sin embargo, la riqueza de especies entre localidades es similar en número, lo que indica que las especies están uniformemente distribuidas o presentan ensambles muy similares. Por otro lado, posiblemente las especies abundantes como *A. lituratus*, *D. phaeotis* y *D. rotundus*, consideradas como tolerantes al disturbio antrópico (Chávez y Ceballos 2001; Cruz-Lara et al. 2004; Ballesteros et al. 2007), no presentaron abundancias desproporcionalmente altas si se compara con especies de abundancia intermedia como *A. jamaicensis* y *Glossophaga soricina*.

El Azufre se caracteriza por presentar tierras de cultivo (maíz, papaya y mango) principalmente, aunque cercanos a estos se encuentran remanentes de vegetación conservada que pueden ser utilizados por los murciélagos como corredores biológicos (Estrada y Coates-Estrada 2001). Aunado a esto, la mayoría de los cultivos presentes en esta localidad están limitados por cercos vivos, que no sólo proporcionan una cobertura temporal para los murciélagos, sino también aportan un rico conjunto de micro-hábitats y fuente de alimento (Estrada y Coates-Estrada 2001). Sin embargo, se ha documentado que dicho recurso sólo puede ser utilizado por especies que presentan una envergadura alar considerablemente grande y de hábitos alimenticios generalistas (Estrada y Coates-Estrada 2001), como las especies del género *Artibeus* (48% de los registros de captura).

En el caso de Cerro Hermoso, especies como *A. jamaicensis* y *A. lituratus* por si solas representaron más del 50% del total de capturas, es decir, fueron más abundantes que el resto de las especies registradas en esta localidad. Probablemente el tipo de vegetación y su capacidad de carga disponible (micro-hábitats, alimento, refugio) propicien una mayor abundancia de estas especies.

Figura 4. Dendrograma de similitud de los murciélagos de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca a partir del índice de similitud de Jaccard y elaborado mediante el método UPGMA.



La diversidad alfa más baja de murciélagos fue observada en El Corral, en este sitio los incendios forestales son frecuentes a causa del sistema de cultivo tumba-roza-quema y la tala de árboles clandestina. Lo anterior altera la estructura vertical de la vegetación y reduce el número de estratos presentes (Vargas-Miranda et al. 2008), propiciando la permanencia de los recursos alimenticios en los niveles más bajos de la selva. De esta manera se realiza una distribución vertical de las poblaciones de murciélagos, en donde la abundancia de los generalistas del sotobosque aumenta. Aunado a esto, la disponibilidad de refugios, alimento y la extracción de madera de forma clandestina, podría ser la razón por la que *Balantiopteryx plicata* sea más abundante en esta zona, con capacidad de persistir en áreas perturbadas (López-Forment y Téllez Girón 2005), en comparación con otras especies que necesitan de árboles de gran altura y diámetro y

con más de una cavidad (Ortiz-Ramírez *et al.* 2006).

El patrón de abundancia relativa de los ensamblajes de murciélagos presentes en la cuenca baja del Río Verde, se caracterizó por presentar algunas especies numéricamente dominantes, principalmente filostómidos frugívoros, el resto de las especies variaron de comunes a raras en menor grado. Se ha descrito que especies del género *Artibeus* son más abundantes en las selvas tropicales porque están asociados a especies vegetales que fructifican la mayor parte del año como higos silvestres (*Ficus* spp.), ceiba (*Ceiba pentandra*), ramón (*Brosimum alicastrum*) y ciruelos (*Spondias*; Medellín 1993; Cruz-Lara *et al.* 2004). Estas especies han sido reportadas para la zona (Torres-Colín 2004), aunado a los cultivos de papaya y coco, que son abundantes en la zona de estudio

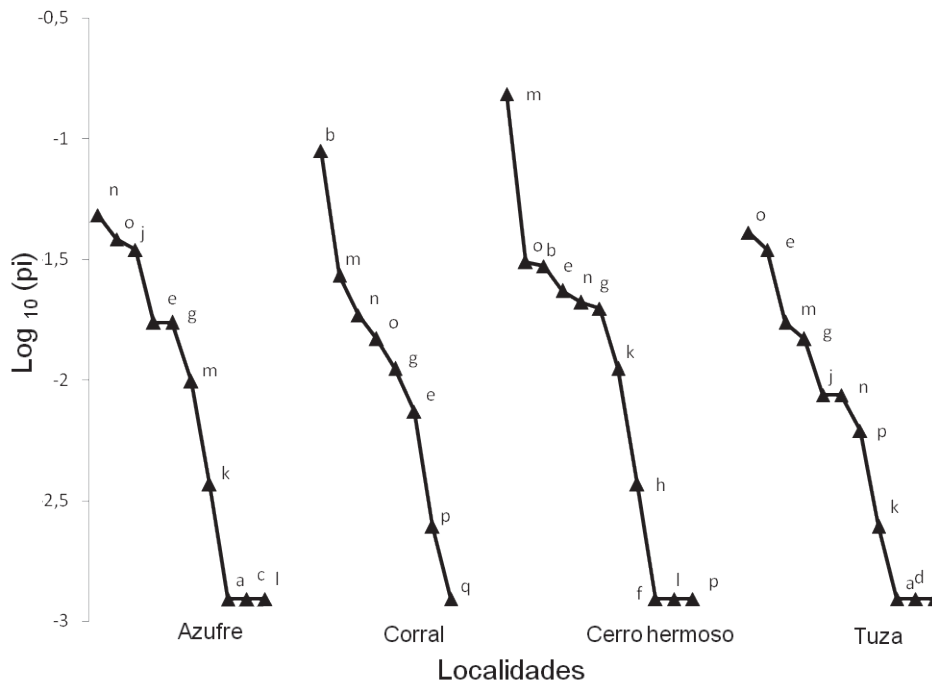


Figura 5. Curvas de intervalo-abundancia de los ensamblajes de murciélagos en los cuatro sitios de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca. Las especies en letras minúsculas están enlistadas en la Tabla 1.

(Hernández-Santos 2009) y son fuente de alimento constante de dichas especies (Sánchez-Hernández *et al.* 2001).

De igual manera, es importante considerar aquellas especies migratorias que se registraron en el presente estudio y que pudieron influir en el análisis de la abundancia de las especies. Por ejemplo, con respecto a *Leptonycteris yerbabuena* existe evidencia de que sus poblaciones en la Costa de Jalisco se desplazan en el invierno hacia la Península de Baja California Sur y Sonora (Arita 1991); sin embargo, para la parte sur de México no se conocen sus movimientos. Por otro lado, en cuanto a *L. nivalis* es posible que las poblaciones del sur realicen movimientos altitudinales (Arita 1991).

Los registros de las especies dominantes, comunes o raras pueden deberse a diferentes factores ecológicos y metodológicos. Es importante diferenciar si las especies raras lo son, debido a la escasez local de recursos alimenticios, hábitat, refugios o su propia biología reproductiva; o aquellas especies que se confunden con ser raras debido al uso de técnicas inadecuadas de muestreo (Flores-Saldaña 2008).

Consideramos importante la necesidad de generar más estudios sobre estructura, dinámica de poblaciones y de ecología de comunidades para entender claramente la importancia de este grupo en esta zona, además es necesario generar estrategias de

conservación para este grupo de mamíferos voladores en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua, particularmente si el ensamble lo integran especies raras o bajo situación de amenaza. A dos revisores anónimos que contribuyeron sustancialmente a mejorar el presente trabajo.

Agradecimientos

Agradecemos a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y a la Universidad del Mar (UMAR) a través del Convenio de Colaboración (CUP: 21R0807) por las facilidades otorgadas. A M. Tenorio Salgado, D. Sigüenza y B. Pineda Ramos por su colaboración en el trabajo de campo, a los habitantes de las comunidades de La Tuza, El Zarzal, El Corral y Cerro Hermoso por el apoyo brindado y ofrecernos siempre su hospitalidad. A la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por la expedición del permiso SGPA/DGVS/08444/09.

Literatura citada

- ALFARO, A. M., J. L. GARCÍA-GARCÍA, Y A. SANTOS-MORENO. 2005. The false vampire bat *Vampyrum spectrum* in Oaxaca, Mexico. *Bat Research News* 46:145-146.
- AMIN, M. A., Y R. A. MEDELLÍN. 1993. Un nuevo método para marcar murciélagos. Resúmenes, Segundo congreso Nacional de Mastozoología. Guadalajara, México.
- ARITA, H. T. 1991. Spatial segregation in long-nosed bats, *Leptonycteris curasoae* in Mexico. *Journal of Mammalogy* 72:706-714.
- ARITA, H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales. Ciudad de México, México.
- BALLESTEROS, C. J., C. J. RACERO, Y D. NÚÑEZ. 2007. Diversidad de murciélagos en cuatro localidades de la zona costera del Departamento de Córdoba-Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 12:1013-1019.
- BARRAGÁN, F., C. LORENZO, A. MORÓN, M. A. BRIONES SALAS, Y S. LÓPEZ. 2010. Bat and rodent diversity on the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *Tropical Conservation Science* 3:1-16.
- BRIONES-SALAS, M. A., V. SÁNCHEZ CORDERO, Y A. SANTOS-MORENO. 2005. Diversidad de murciélagos en el gradiente altitudinal de la sierra Mazateca, Oaxaca, México. Pp. 67-76 in *Contribuciones Mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa* (Sánchez Cordero, V., y R. A. Medellín, eds.). Instituto de Biología e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- BUENROSTRO-SILVA, A., M. A. GUTIÉRREZ, Y J. GARCÍA-GRAJALES. 2012. Mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Chacahua y La Tuza de Monroy, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 28:56-72.
- CALDERÓN, J., Y M. BRIONES-SALAS. 1998. Los murciélagos del estado de Oaxaca, México. *Memorias del IV Congreso Nacional de Mastozoología*. Asociación Mexicana de Mastozoología. Universidad Veracruzana e Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.

- CALDERÓN-PATRÓN, J. M., M. BRIONES SALAS, Y C. E. MORENO.** 2013. Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Therya* 4:121-137.
- CHAZDON, R. L., R. K. COLWELL, J. S. DENSLOW, Y M. R. GUARUGUATA.** 1998. Statistical method for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of northeastern Costa Rica. Pp. 285-309 in *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies* (Dallmeier, F., y J. A. Comiskey, eds.). The Parthenon Press. Londres, Reino Unido.
- CHÁVEZ, C. J., Y CEBALLOS G.** 2001. Diversidad y Abundancia de Murciélagos en Selvas Secas de Estacionalidad Contrastante en el Oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:27-44.
- CIMÉ-POOL, A., B. CHABLÉ-SANTOS, E. SOSA-ESCALANTE, Y S. HERNÁNDEZ-BETANCOURT.** 2006. Quirópteros y pequeños roedores de la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 22:127-131.
- CLARKE, K. R., Y R. N. GORLEY.** 2001. *PRIMER v. 5: User Manual/Tutorial*. Plymouth: PRIMER-E.
- COLWELL, R. K.** 2009. EstimateS: Statistitcal Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software), Version 8. 2. 0. Disponible en línea: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- COLWELL, R. K., Y J. CODDINGTON.** 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 345:101-118.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO).** 2008. Regiones Terrestres Prioritarias de México Bajo Río Verde-Chacahua. Consultado el 13 de mayo de 2011. Disponible en línea: www.conabio.gob.mx/conocimiento/regulación/docts/rtp-128pdf.
- CRUZ-LARA, E. L., C. LORENZO, L. SOTO, E. NARANJO, Y N. RAMÍREZ-MARCIAL.** 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:68-81.
- ESPINOZA, E., E. CRUZ, H. KRAMSKY, Y E. I. SÁNCHEZ.** 2003. Mastofauna de la reserva de la biosfera "La Encrucijada", Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 7:5-19.
- ESTRADA, A., Y R. COATES-ESTRADA.** 2001. Bat species richness in live fences in corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 24:94-102.
- FEINSINGER, P.** 2001. *Designing field studies for biodiversity conservation*. The Nature Conservancy and Island Press. Washington, EE.UU.
- FLORES-SALDAÑA, G.** 2008. Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradiente ambiental en la reserva de la biosfera y tierra comunitaria de origen Pilon Lajas, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 15:309-322.
- GALINDO-GONZÁLEZ, J.** 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del Bosque Tropical. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 73:57-74.
- GARCÍA, E.** 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Offset Larios S. A. Ciudad de México, México.

- GARCÍA-GARCÍA, J. L., Y A. SANTOS-MORENO.** 2009. Murciélagos de la Ventosa, Oaxaca: comparación entre el muestreo convencional y el muestreo acústico. *Naturaleza y Desarrollo* 7:19-29.
- GARCÍA-GARCÍA, J. L., A. M. ALFARO, Y A. SANTO-MORENO.** 2006. Registros notables de murciélagos en el estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:88-91.
- GARCÍA-GRAJALES, J., Y A. BUENROSTRO-SILVA.** 2012. Revisión al conocimiento de los murciélagos del estado de Oaxaca. *Therya* 3:277-293.
- HEANEY, L. R.** 2001. Small mammal diversity along elevational gradients in the Phillipines: an assessment of patterns and hypotheses. *Global Ecology and Biogeography* 10:15-39.
- HERNÁNDEZ-SANTOS, I.** 2009. Propuesta para el manejo integral de la zona costera. Caso: Municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Oaxaca, México. Tesis de licenciatura, Universidad del Mar. Puerto Ángel, México.
- HORVATH, A.** 2010. Enemigos o aliados: pautas para la investigación y conservación de murciélagos. *Ecofronteras* 38:22-25.
- HUTCHESON, K.** 1970. A test for comparing biodiversities based on Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29:151-154.
- IÑIGUEZ, I.** 1993. Patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Pp. 355-370 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R., y G. Ceballos, eds.). Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Ciudad de México, México.
- JIMÉNEZ-SALMERÓN, Y. Q.** 2008. Relación de la vegetación con los gremios frugívoros y polinívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en Carrizal de Bravo, Guerrero. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados campus Montecillo. Texcoco, México.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A., Y J. HORTAL.** 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- KALKO, E. K. V.** 1997. Diversity in tropical bats. Pp. 13-43 in *Tropical biodiversity and systematics, Proceedings of the International Symposium on Biodiversity and Systematics in Tropical Ecosystems* (Ulrich, H., ed.). Zoologisches Fortchungsinstitut and Museum Alexander Koenig. Bonn, Alemania.
- LIRA-TORRES, I., L. MORA AMBRIZ, M. A. CAMACHO ESCOBAR, Y R. E. GALINDO AGUILAR.** 2005. Mastofauna del Cerro La Tuza, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:6-20.
- LIRA-TORRES, I., M. A. CAMACHO ESCOBAR, Y C. HERNÁNDEZ SANTIAGO.** 2008. Mamíferos de la Bahía y Micro-cuenca del Río Cacaluta, municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca. Pp. 267-280 in *Diagnóstico de los Recursos Naturales de la Bahía y Micro-cuenca de Cacaluta, Municipio de Santa María Huatulco* (Domínguez Licona J. M., ed.). Universidad del Mar. Huatulco, México.
- LÓPEZ-FORMENT, W., Y G. TÉLLEZ GIRÓN.** 2005. *Balantiopteryx plicata* Peters, 1867. Pp. 163-164 in *Los mamíferos silvestre de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, coord.). Fondo de Cultura Económica y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

- LÓPEZ-GÓMEZ, M., y G. WILLIAMS-LINERA.** 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 78:7-15.
- LÓPEZ, J. A., C. LORENZO, F. BARRAGÁN, y J. BOLAÑOS.** 2009. Mamíferos terrestres de la zona lagunar del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:6-20.
- LOTT, E., S. H. BULLOCK, y J. A. SOLIS-MAGALLANES.** 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest of coastal Jalisco. *Biotropica* 19:228-235.
- MAGURRAN, A. E.** 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- MARINI, Z. F.** 1999. Apropiación comunitaria y ordenamiento ecológico, principios de soberanía y sustentabilidad. Tesis de maestría, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Oaxaca, México.
- MEDELLÍN, R. A.** 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-354 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- MEDELLÍN, R. A., H. ARITA, y O. SÁNCHEZ.** 1997. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. *Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.*
- MEDELLÍN, R. A., H. ARITA, y O. SÁNCHEZ.** 2008. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. Segunda edición. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- MORENO, C.** 2001. *Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1.* Zaragoza, España.
- NARANJO, E. J., y E. ESPINOZA.** 2001. Los mamíferos de la Reserva Ecológica Huitepec, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:58-67.
- NAVARRO, P., y L. LEÓN-PANIAGUA.** 1995. Community structure of bats along altitudinal gradient in tropical eastern México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 1:9-21.
- ORTIZ-RAMÍREZ, D., C. LORENZO, E. NARANJO, y L. LEÓN-PANIAGUA.** 2006. Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:261-270.
- PALMER, M.** 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71:1195-1198.
- PALMER, M., y P. S. WHITE.** 1994. Scale dependence and the species-area relationship. *The American Naturalist* 72:1512-1513.
- PECH-CANCHE, J. M., E. ESTRELLA, D. L. LÓPEZ-CASTILLO, S. F. HERNÁNDEZ BETANCOURT, y C. E. MORENO.** 2011. Complementarity and efficiency of bat capture methods in a lowland tropical dry forest of Yucatán, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:896-903.
- PETERSON, T. A., L. CANSECO, J. CONTRERAS, G. ESCALONA SEGURA, O. FLORES VILLELA, J. GARCÍA LÓPEZ, B. HERNÁNDEZ BAÑO, C. A. RUIZ JIMÉNEZ, L. LEÓN PANIAGUA, A. MENDOZA, A. NAVARRO SIGÜENZA, V. SÁNCHEZ CORDERO, y D. WILLARD.** 2004. A preliminary biological survey of Cerro Piedra Larga, Oaxaca, México: birds, mammals, reptiles, amphibians and

- plants. *Anales del Instituto de Biología (serie zoología)* 75:439-466.
- RAHBEK, C.** 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography* 18:200-205.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., J. ARROYO CABRALES, Y A. CASTRO CAMPILLO.** 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)* 21:21-82.
- REID, A. F.** 1997. A field guide to the mammals of central and southeast Mexico. Oxford University Press. Nueva York, EE. UU.
- SÁNCHEZ-CORDERO, V.** 2001. Elevational gradients for bats and rodents. *Global Ecology and Biogeography* 10:63-76.
- SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, C., M. L. ROMERO-ALMARAZ, M. H. COLÍN, Y C. GARCÍA-ESTRADA.** 2001. Mamíferos de cuatro áreas con diferente grado de alteración en el sureste de México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)* 84:35-48.
- SANTOS-MORENO J. A., Y E. RUÍZ-VELÁZQUEZ.** 2011. Diversidad de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca, México. *Therya* 2:155-168.
- SANTOS-MORENO, J. A., E. RUIZ VELÁSQUEZ, Y A. SÁNCHEZ MARTÍNEZ.** 2010a. Efecto de la intensidad de la luz lunar y de la velocidad del viento en la actividad de murciélagos filostómidos de Mena Nizanda, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:839-845.
- SANTOS-MORENO, J. A., J. L. GARCÍA-GARCÍA, Y A. RODRÍGUEZ ALAMILLA.** 2010b. Ecología y reproducción del murciélago *Centurio senex* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:847-852.
- STATSOFT, INCORPORATION.** 1995. *Statistica para Windows (Programa y manual)*. Tulsa, EE.UU.
- SIMMONS, N. B.** 2005. Order Chiroptera. Pp. 312-529 in *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference* (Wilson, D. E., y D. M. Reeder, eds.). 3ed. John Hopkins. University Press. Baltimore, EE.UU.
- TORRES-COLÍN, R.** 2004. Tipos de vegetación. Pp. 105-117 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García Mendoza, J., M. J. Ordoñez, y M. Briones Salas, eds.) Instituto de Biología, Universidad Nacional autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- VARGAS-CONTRERAS, A., G. ESCALONA-SEGURA, D. CÚ-VIZCARRA, J. ARROYO-CABRALES, Y R. A. MEDELLÍN.** 2008. Estructura y diversidad de los ensambles de murciélagos en el centro y sur de Campeche, México. Pp. 551-577 in *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México* (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). Publicaciones Especiales, Volumen II, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- VARGAS-MIRANDA, B., J. RAMÍREZ PULIDO, Y G. CEBALLOS.** 2008. Murciélagos del estado de Puebla, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 12:59-112.
- VILLA, R. B.** 1966. Los murciélagos de México. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- WILLING, M. R., Y M. A. MCGINLEY.** 1999. The response of animal to disturbance and their roles in causing it, including patch dynamics. Pp. 667-689 in *Ecosystems of the world: ecosystems of disturbed ground* (Walker, L. R., ed.). Elsevier Science. Amsterdam, Holanda.

Sometido: 17 de abril de 2013

Revisado: 8 de mayo de 2013

Aceptado: 18 de junio de 2013

Editor asociado: Consuelo Lorenzo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en los bosques templados del Corredor Biológico Chichinautzin y modelación de su hábitat potencial en Eje Transvolcánico Mexicano

Víctor Hugo Flores-Armillas^{1*}, Francisco Botello², Víctor Sánchez-Cordero², Raúl García-Barrios³, Fernando Jaramillo⁴ y Sonia Gallina-Tessaro⁵

Abstract

The aim of this work was to characterize the habitat of white-tailed deer at two locations in northern temperate forest in the state of Morelos, Mexico and model the potential distribution of herbaceous and shrub species with importance for food and cover to determine sites most likely to occur and areas of importance for this species within the Trans-Mexican Volcanic Belt. Evaluated habitat characteristics are suitable for white-tailed deer, as the area has forest structure and floristic composition that provides nourishment and appropriate protection coverage, plus favorable topographic conditions for movement and escape. The modeling includes the species on shrub and herbaceous strata comprising the structure and composition that may be taking advantage of the white-tailed deer in the study area. The results suggest that most of the modeled species are distributed along the Natural Protected Area "Chichinautzin Biological Corridor" and the center of the country, reducing its presence as it approaches the coast of the Pacific Ocean, which match distribution in temperate forests. The information generated in this work about the structure and composition of the forest and its relationship to white-tailed deer can be used to support management decisions of the species locally and regionally.

Key words: cover, floristic composition, forest structure, Maxent, niche.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización sobre el hábitat del venado cola blanca en dos localidades de bosque templado en el norte del estado de Morelos,

¹ Reconcilia A. C. Calle Curtidores 20, Yauatepec 62730, Morelos, México. E-mail: victor_bios@reconcilia.org

² Departamento de Zoología, Instituto de Biología, U.N.A.M. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco, Coyoacán 04510, Distrito Federal, México. E-mail: fjbl@ibiologia.unam.mx (FB), victor@ibunam2.ibiologia.unam.mx (VSC)

³ Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelos. Av. Universidad s/n, Circuito 2, Cuernavaca 62210, Morelos, México. E-mail: rgarciab@servidor.unam.mx

⁴ Fundación Doster A. C. Paseo de las Camelias 106-110, Tabachines, Club de Golf Cuernavaca 62498, Morelos, México. E-mail: fjm5@hotmail.com (FJM)

⁵ Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A. C. Carretera Antigua Coatepec 351, El Haya, Xalapa 91070 Veracruz, México. E-mail: sonia.gallina@inecol.edu.mx (SGT)

* Corresponding author.

México. Posteriormente, se modeló la distribución potencial de especies herbáceas y arbustivas con importancia para su alimentación y cobertura para determinar sitios de mayor probabilidad de ocurrencia y zonas de importancia para esta especie dentro del Eje Transvolcánico Mexicano. Las características del hábitat evaluadas son adecuadas para el venado cola blanca, ya que el área presenta la estructura forestal y la composición florística que le proporciona alimento y cobertura de protección apropiadas, además de condiciones topográficas favorables para su movimiento y escape. La modelación realizada comprende las especies del estrato arbustivo y herbáceo que componen la estructura y composición que puede estar aprovechando el venado cola blanca en la zona de estudio. Los resultados obtenidos sugieren que la mayoría de las especies modeladas se encuentran distribuidas a lo largo del Área Natural Protegida “Corredor Biológico Chichinautzin” y en la zona centro del país, disminuyendo su presencia conforme se acerca a la costa del Océano Pacífico, lo que coincide con su distribución en los bosques templados. La información generada en este trabajo acerca de la estructura y composición del bosque y su relación con el venado cola blanca puede servir para apoyar decisiones para el manejo de la especie a nivel local y regional.

Palabras clave: cobertura, composición florística, estructura forestal, Maxent, nicho.

Introducción

La distribución y abundancia de las especies depende de factores abióticos, factores bióticos, dispersión, capacidades evolutivas de adaptación a nuevas condiciones, procesos de extinción, presencia de barreras geográficas y procesos de especiación, entre otros factores. Sin embargo, a nivel local una de las variables que juegan un papel fundamental en la abundancia y la distribución de las especies son las interacciones bióticas, incluyendo la estructura de la vegetación (Morin 1999; Wiens y Donoghue 2004).

La estructura del bosque puede variar espacial y temporalmente como resultado de distintos factores de disturbio y la regeneración natural (Denslow 1980; Martínez-Ramos 1985). El mosaico forestal usualmente es un equilibrio dinámico, que se caracteriza por un ensamblaje heterogéneo y dinámico de sucesiones de parches que se diferencian por su densidad arbórea y del sotobosque, así como por su microclima, especies presentes y la presencia, distribución, abundancia y comportamiento de la fauna (Dasman 1971; Forman y Godron 1981; Canham y Marks 1985; Runkle 1985; Spies y Franklin 1989; Whitmore 1989; Álvarez-Cárdenas *et al.* 1999; Worrall *et al.* 2005).

En el caso de los grandes herbívoros como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) los principales elementos que el hábitat debe proveer son: alimento, cobertura y agua (Álvarez-Cárdenas *et al.* 1999; Boyce *et al.* 2003). Específicamente, tienen que resolver adecuadamente la variación estacional y espacial en la disponibilidad y calidad de plantas, con el objetivo de resolver sus requerimientos nutricionales que cambian de acuerdo a la edad, sexo, estado reproductivo, y época del año (Vangilder *et al.* 1982; Leslie *et al.* 1984; Ford 1994; Weckerly 1994; Hanley 1997; Álvarez-Cárdenas *et al.* 1999; Mandujano *et al.* 2004). Por otro lado, *O. virginianus* es considerado como un cérvido de gran plasticidad adaptativa, tolerante a las actividades humanas; presente aún en áreas altamente perturbadas como zonas agrícolas y ganaderas, siempre y cuando

encuentre alimento y cobertura de protección (Galindo-Leal y Weber 1998).

Los modelos predictivos de distribución de las especies se han convertido en una herramienta importante para explorar temas en ecología, biogeografía, evolución, la conservación biológica y la investigación del cambio climático. Son modelos empíricos que relacionan observaciones de campo (presencia-ausencia, abundancia u observaciones azarosas) con variables ambientales en las cuales una especie puede mantener sus poblaciones sin entrada de inmigrantes, basándose en coberturas de respuesta derivadas estadística o teóricamente (Grinnell 1917; MacArthur 1972; Guisan y Zimmermann 2000; Graham et al. 2004; Guisan y Thuiller 2005). La meta es predecir qué áreas dentro de una región satisfacen los requerimientos del nicho ecológico de las especies, lo que se denomina “distribución potencial” y describe las condiciones adecuadas para la sobrevivencia de las especies (Anderson y Martínez-Meyer 2004).

Estos modelos normalmente no consideran las interacciones bióticas que a nivel local y regional podrían estar influyendo de manera importante en la distribución y abundancia de las especies. Por lo anterior, considerar dichas interacciones puede resultar sumamente valioso para generar información de especies de las cuales no existen datos de presencia en áreas pequeñas o cuando no se cuentan con coberturas climáticas finas. Es importante mencionar que los modelos resultantes serán más robustos conforme mayor conocimiento se tenga de la relación entre las especies de interés.

Tomando en consideración lo anterior los objetivos de este trabajo fueron: caracterizar las variables bióticas que determinan la presencia del venado cola blanca en dos localidades dentro de los bosques templados del “Corredor Biológico Chichinautzin” (CBCH); y modelar las áreas donde pudieran llevarse a cabo acciones de manejo para propiciar el uso de la especie o el mejoramiento de su hábitat basándonos en las condiciones de distribución actual y los recursos utilizados por el venado cola blanca.

Material y Métodos

El área de estudio se encuentra en la porción central del Área de Protección de Flora y Fauna “Corredor Biológico Chichinautzin” (CBCH) en los municipios de Huitzilac y Tepoztlán en el estado de Morelos con un clima templado sub-húmedo (C (w2); García 1998) y sobre unidades edáficas compuestas principalmente por andosoles. De manera general los bosques templados del norte de Morelos se encuentran compuestos por bosques de oyamel (*Abies religiosa*), pino (*Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. ayacahuite* y *P. hartwegii*), encino (*Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Q. centralis*, *Q. crassipes*, *Q. lanceolata*, *Q. obtusa* y *Q. robusta*), mixtos de pino-encino, así como bosques mesófilos (*Carpinus caroliniana*, *Alnus arguta*, *Cornus disciflora*, *Ceanothus coeruleus*, *Fuchsia arborescens*, *Meliosma dentata*, *Rhamnus mucronata* y *Ternstroemia lineata*). Finalmente, dentro de la fauna que es posible encontrar en esta zona tenemos: los mamíferos como el zacatuche (*Romerolagus diazi*), gato montés (*Lynx rufus*), zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*); las aves como *Buteo albonotatus*, *B. jamaicensis*, *Bubo virginianus* y el gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*); las serpientes *Crotalus transversus* y *C. polystictus*; y las lagartijas *Barisia imbricata* y *Phrynosoma orbiculare* entre otras (Navarro et al. 2007; CIB-UAEM 2009; CONABIO 2010).

Primera fase: Caracterización del hábitat. Se seleccionaron dos localidades de estudio que presentaron el mayor número de rastros de venado cola blanca en Flores-Armillas *et al.* (2011) en los bosques templados del CBCH.

La primer localidad de estudio denominada “San Juan Tlacotenco” se encuentra ubicada a 6.72 km de la comunidad indígena de San Juan Tlacotenco. Está compuesta de manchones de bosques de pino-encino, que se encuentran divididos por la antigua vía del ferrocarril del Pacífico, que ha sido abandonada desde hace ya varias décadas. Esta localidad presenta un mosaico de diferentes tipos de vegetación entre los que se incluyen: bosques de pino, pino-encino, bosque mesófilo de montaña y porciones de matorral xerófilo.

La segunda localidad denominada “Volcán Huexcalapa” se encuentra a 7.17 km de la comunidad de Tres Marías en el municipio de Huitzilac. El uso de suelo que predomina es la agricultura de temporal, sin embargo, en el área se distribuyen manchones de especies de pino y encino (Fig. 1).

En dichas localidades se establecieron 12 transectos distribuidos al azar en donde se caracterizaron las variables del estrato arbóreo y arbustivo/herbáceo relacionados con el hábitat de venado (Ortiz-Martínez *et al.* 2005). Dicha caracterización se llevó a cabo utilizando el método clásico de cuadrantes centrados en puntos de Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

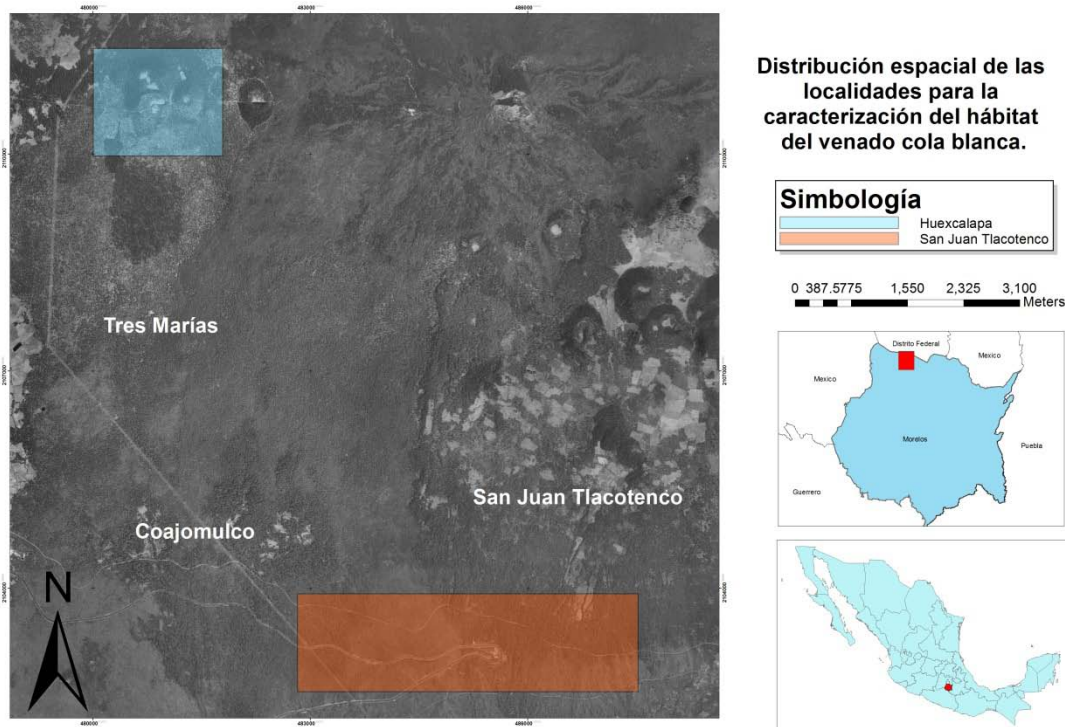


Figura 1. Distribución espacial de las localidades donde se caracterizó el hábitat dentro de éste trabajo elegidas por el mayor número de rastros de acuerdo a Flores-Armillas *et al.* (2011).

Cada transecto midió 400 metros de largo y cada 40 metros se estableció una unidad de muestreo (UM). Se midió la distancia de los cuatro árboles más cercanos al centro de la unidad, se calculó su altura y se midió su diámetro a la altura del pecho (DAP). Para el estrato arbustivo/herbáceo se midió la distancia al centro de la UM, la altura y se calculó su cobertura (empleando la fórmula de la elipse: $C = \pi \times 0.25 \times D1 \times D2$,

donde D1 es el diámetro mayor de copa y D2 su diámetro perpendicular) y el volumen (utilizando la fórmula del cono invertido: $V = 1/3B * H$, donde B es la cobertura y H es la altura) de cada individuo. De esta manera, se obtuvo la densidad, área basal, dominancia, densidad absoluta, cobertura arbórea y arbustiva y volumen arbustivo. Además, se calculó el valor de importancia, definido como la suma de la densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa definido por Curtis (1959) y convertido al porcentaje de importancia dividiendo el valor de importancia entre tres (Risser y Rice 1971).

Se obtuvieron las características físicas de terreno: pendiente (medida con clinómetro), sinuosidad (calculada en base al promedio de pendientes mayores al 20%) y orientación de la ladera (medida con brújula). Para estimar la riqueza de especies entre ambas localidades de muestreo (Colwell et al. 2004) se utilizó el estimador Chao 2 con el programa EstimateS Win 8.00 (Colwell 2006).

Finalmente, se utilizó un análisis de componentes principales (ACP) para conocer las variables que tienen mayor peso para la presencia del venado cola blanca. Para ello se utilizó la información de las excretas contabilizadas por Flores-Armillas et al. (2011) y 24 variables del hábitat que incluyen características del estrato arbóreo y arbustivo/herbáceo. Las variables fueron: a) Cobertura, volumen y altura arbórea - total, promedio y desviación estándar (para ésta y todas las variables restantes); b) Cobertura, volumen y altura arbustiva, (características que reflejan principalmente la cobertura de protección, el alimento y la biomasa aérea; Álvarez-Cárdenas et al. 1999); c) Características topográficas del terreno pendiente del terreno, sinuosidad y orientación y d) Número de especies e índice de diversidad Inverso de Simpson, que considera la proporción con la que cada especie de planta contribuye a la biomasa total en cada transecto (Ezcurra 1980; Gallina 1990; Álvarez-Cárdenas et al. 1999; Ortiz-Martínez et al. 2005).

Segunda fase: Modelado de Nicho Ecológico (MNE). Tomando como base los resultados de la caracterización del hábitat, los comentarios de expertos y de habitantes locales y la literatura especializada en el tema, se seleccionaron 11 especies de plantas del estrato arbustivo/herbáceo. Estas se caracterizan por su utilidad para proveer alimento y cobertura para el venado cola blanca en los bosques templados del Eje Transvolcánico Mexicano. Para alimento se consideró a *Ageratina glabrata*, *Baccharis conferta*, *Salvia polystachya*, *Senecio cinerarioides* y *Fuchsia thymifolia* (Amézcuca 2009). En cuanto a la cobertura: *Ternstroemia pringlei* y *Salix paradoxa*. A la cobertura, valor de importancia y alimento: *Buddleia parviflora*. Por alimento y cobertura: *Ribes ciliatum* y *Senecio barba-johannis*. Finalmente, por valor de importancia y cobertura: *Ternstroemia lineata*.

Para realizar el MNE de las especies, se usaron los registros de presencia para cada una de las especies (venado cola blanca y 11 especies de plantas). Estos se obtuvieron de la base de datos *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF; <http://www.gbif.org/>; junio de 2009), de la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO; www.unibio.ibiologia.unam.mx/; junio de 2009) y de la Colección de Fotocolectas Biológicas del Instituto de Biología de la UNAM (CFB; <http://unibio.unam.mx/cfb/main.jsp>; junio de 2009) y de los registros obtenidos durante el presente trabajo.

Las coberturas utilizadas para modelar el nicho ecológico de las especies consistieron en 19 variables ambientales provenientes de las bases de *WorldClim database* (<http://www>.

worldclim.org/; agosto de 2009; Hijmans *et al.* 2006), y cuatro variables topográficas de *The U.S. Geological Surveys Hydro-1K Elevation Derivative Database* (http://eros.usgs.gov/#/Find_Data/Products_and_Data_Available/gtopo30/hydro/namerica;_2009) cada una con resolución de 30 segundos ($\approx 1 \text{ km}^2$).

Con los datos mencionados se realizaron los MNE para cada una de las especies (incluyendo el modelo del venado cola blanca) con el programa Maxent 3.3.1. Utilizamos el 75% de los datos como puntos de entrenamiento (*Training set*, para realizar el modelo) y el 25% restante como puntos de prueba – test - realizándose para cada uno de ellos 500 iteraciones. Se seleccionaron: 1) variables ambientales crudas (*linear features*); b) cuadrados de las variables ambientales (*quadratic features*); c) productos de pares de variables (*product features*) y d) características binarias derivadas de los umbrales de variables ambientales (*threshold features*, ver Pawar *et al.* 2007; Botello *et al.* en prensa).

La validez de los modelos fue determinada mediante el área bajo la curva (AUC) del análisis “Receiver Operating Characteristic” (ROC) de la curva graficada, en el eje “y”, con la sensibilidad (la fracción de presencias correctamente predichas) y en el eje “x” con la especificidad (fracción de todas las ausencias correctamente predichas). Corroborándose que todos los modelos tuvieran área bajo la curva mayor de 0.75 y que tuvieran una $P < 0.05$ en al menos una de las pruebas estadísticas realizadas por MaxEnt para validar el modelo (Pawar *et al.* 2007; Botello *et al.* en prensa).

Los MNE proyectados al espacio geográfico (distribución potencial de las especies) se sumaron mediante la extensión Spatial Analyst de Arc View 3.1. De esta manera, se obtuvo un mapa con resolución de 30 segundos, con datos de la riqueza de especies que cumplirían con requerimientos básicos del venado cola blanca.

Resultados

Características topográficas del terreno. Se midió la orientación y la pendiente en 480 puntos a lo largo de los 12 transectos. De manera general, las pendientes más frecuentes fueron de 0° a 20° (43.38%), seguidas de 21° a 40° (40.60%) y finalmente las de 41° a 60° (16.02%). Las orientaciones del terreno más frecuentes fueron hacia el SE (37.50%), seguidas de las NO (26.39%) y finalmente hacia el NE y SO (18.06%).

Caracterización del hábitat: Riqueza específica y diversidad. Se contabilizaron 759 individuos de 41 especies del estrato arbóreo y del arbustivo/herbáceo dentro de bosque de pino, pino-encino y mesófilo. Dichas especies estuvieron agrupadas en 18 familias, siendo la más representativa Asteraceae.

En la zona de bosque mesófilo y pino-encino (San Juan Tlacotenco, transectos 1-5), las especies más representativas fueron: *Ternstroemia plinglei*, *T. lineata*, *Nectandra globosa*, *Senecio platanifolius*, *Quercus rugosa* y *Montanoa* sp. En el bosque de pino (Volcán Huexcalapa, transectos 6-12), las especies dominantes fueron: *Alnus acuminata*, *A. jorullensis*, *Pinus* sp., *Ribes ciliatum* y *S. barba-johannis*, *Senecio angulifolius*, *Cestrum thyrsoideum* y *S. paradoxa*.

Características estructurales. En el bosque mesófilo y pino-encino las condiciones estructurales promedio fueron de: área basal media de $1,502 \text{ cm}^2$, altura arbórea promedio de 11.09 m, 2.26 árboles en 100 m^2 , altura media arbustiva de 2.40 m y

3.75 arbustos en 100 m². En el caso del bosque de pino las condiciones estructurales promedio fueron: área basal de 869.31 cm², altura arbórea de 9.56 m, altura arbustiva de 3.67 m, densidad arbórea fue de 3.21 individuos por 100 m² y densidad arbustiva de 2.42 individuos por 100 m² (Tabla 1).

Tabla 1. Variables estructurales por estrato en cada transecto de estudio. Bosque Mesófilo (Bm), Bosque de pino-encino (Bpe), Bosque de pino (Bp), Estrato Arbustivo (AR) y Estrato arbóreo (Ab).

Transecto	Vegetación	Altura (m)		Volumen (m3)		Cobertura (m2)		Arbustos x 100 m ²	Arboles x 100 m ²	Riqueza	Índice de Diversidad
		Ar	Ab	Ar	Ab	Ar	Ab				
1	Bm	2.58	13.55	7.86	141.20	5.56	25.94	4.04	1.43	10	4.63
2	Bm	2.05	11.55	5.28	125.60	3.58	39.99	4.48	1.81	10	1.00
3	Bm	1.86	10.22	3.18	172.30	2.99	39.11	2.62	0.93	15	6.60
4	Bpe	1.62	11.15	3.71	90.23	2.12	19.90	5.98	2.18	20	10.09
5	Bpe	2.08	9.00	5.04	136.70	3.70	33.17	1.62	4.95	13	6.17
6	Bp	7.42	9.48	6.48	74.85	4.83	18.88	2.08	4.95	12	7.16
7	Bp	3.54	8.81	6.50	76.61	4.44	24.25	3.28	2.54	8	3.58
8	Bp	3.16	9.85	5.28	79.27	4.24	18.00	2.20	5.80	9	5.57
9	Bpe	2.86	10.11	6.48	107.20	4.92	21.31	3.26	2.47	10	8.80
10	Bpe	2.96	8.90	10.80	112.90	6.99	24.09	2.39	1.85	12	8.66
11	Bpe	4.16	10.72	12.30	115.00	6.39	22.11	1.61	2.19	12	8.66
12	Bpe	1.60	9.09	6.86	68.49	5.15	18.34	2.14	2.67	8	5.21

Las especies más importantes por la cantidad de protección que pueden ofrecer al venado cola blanca en orden de importancia dependiendo del porcentaje del total de cobertura fueron: en San Juan Tlacotenco: *Montanoa* sp. (22.13%), *T. lineata* (15.86%), *N. globosa* (14.33%) y *T. pringlei* (12.32%). En Volcán Huexcalapa: *R. ciliatum* (36.38%), *Buddleia parvifolia* (12.13%), *S. barba-johannis* (8.59%) y *S. paradoxa* (8.57%).

Porcentaje de importancia. Las nueve especies que se encontraron con los mayores porcentajes de importancia fueron: *Q. rugosa* (6 transectos), *Q. laurina* (5 transectos), *Alnus collurensis* (4 transectos), *Pinus pseudostrobus* (2 transectos), *A. acuminata* (2 transectos), *Pinus* sp. (2 transectos), *N. globosa* (1 transecto), *T. lineata* (1 transecto) y *B. parvifolia* (1 transecto). Otras especies presentes fueron: *Arbutus xalapensis*, *Pinus montezumae*, *Clethra mexicana*, *T. pringlei*, *S. paradoxa* y *Pinus ayacahuite* (Tabla 2).

Variables relevantes del hábitat. En la Tabla 3 se muestran los resultados del ACP, con base en las 24 variables del hábitat analizadas que obtuvieron valores significativos ($P > 0.50$). En este análisis con tres componentes principales se obtiene el 67.7% de la varianza total. El análisis indicó que las variables de mayor peso en el primer componente fueron relativas a la altura arbórea, al estrato arbustivo (cobertura, volumen y altura) y la pendiente del terreno. Entre las de mayor peso están el volumen arbustivo total, cobertura arbustiva total, volumen arbustivo promedio, volumen arbustivo desviación

estándar, altura arbórea desviación estándar, altura arbórea total. Todas estas variables se asociaron negativamente a excepción de la pendiente promedio que se asoció positivamente.

Especies	Transectos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Quercus rugosa</i>	61.0	24.1	56.5	18.8	22.7		63.4					
<i>Nectandra globosa</i>	21.0											
<i>Quercus. laurina</i>		37.2			19.3		19.2	23.0			19.4	
<i>Ternstroemia lineata</i>			12.5									
<i>Pinus pseudostrobus</i>				20.8		12.8						
<i>Alnus collurensis</i>						75.5		43.2		39.0	24.8	
<i>Alnus acuminata</i>									34.1			36.9
<i>Pinus sp.</i>									24.8			42.1
<i>Buddleia parvifolia</i>											17.1	

Tabla 2. Especies con mayor porcentaje de importancia según Risser y Rice (1971) por transectos.

A este componente se relacionaron positivamente los transectos correspondientes al bosque mesófilo de montaña (transectos 1, 2 y 3) que se caracterizaron por una mayor densidad arbórea que puede ayudar a la reducción de visibilidad y una mayor cobertura arbórea promedio. La asociación pino-encino (transectos 4, 5, 7, 9, 11 y 12) estuvo caracterizada por una distribución arbórea mayor, una menor riqueza, menor volumen arbóreo promedio, mayor pendiente promedio, menor altura arbórea desviación estándar, menor altura arbustiva desviación estándar, mayor altura arbustiva promedio y mayor sinuosidad. Finalmente, el bosque de pino (transectos 6, 8 y 10) se caracterizó por una mayor sinuosidad, menor volumen arbustivo total, menor altura arbórea promedio, menor altura arbustiva promedio (Tabla 3 y Fig. 2).

No. Variable	Variables	Factor 1 (30.4%)	Factor 2 (55.3%)	Factor 3 (67.7%)
Estrato Arbóreo				
1	Cobertura Arbórea total	-0.115868	0.781356	0.184835
2	Cobertura Arbórea promedio	0.107707	0.881957	0.375791
3	Cobertura Arbórea desviación estándar	-0.032769	0.828932	0.317522
7	Volumen Arbóreo total	-0.323678	0.757302	0.131558
8	Volumen Arbóreo promedio	-0.162278	0.808261	0.331834
9	Volumen Arbóreo desviación estándar	-0.495251	0.711087	0.316559
13	Altura Arbórea total	-0.723162	0.096171	-0.229805
14	Altura Arbórea promedio	-0.673184	-0.025219	-0.134554
15	Altura Arbórea desviación estándar	-0.728955	-0.095731	-0.115491
Estrato Arbustivo				
4	Cobertura Arbustiva total	-0.904382	0.007081	0.250033

Tabla 3. Resultados del análisis de componentes principales con las variables del hábitat. Factor de coordenadas de las variables, sobre la base de las correlaciones (por transectos).

Continúa pág. siguiente...

5	Cobertura Arbustiva Promedio	-0.682586	-0.512675	0.462674
6	Cobertura Arbustiva desviación estándar	-0.626796	-0.422375	0.245615
10	Volumen Arbustivo total	-0.974094	-0.015389	0.125645
11	Volumen Arbustivo promedio	-0.848315	-0.397674	0.214695
12	Volumen Arbustivo desviación estándar	-0.782388	-0.317254	0.170468
16	Altura Arbustiva total	-0.644599	0.482717	-0.341821
17	Altura Arbustiva promedio	0.152719	-0.535041	-0.201801
18	Altura Arbustiva desviación estándar	-0.520623	-0.019021	-0.432009
Otras variables				
19	Pendiente promedio	0.610782	-0.327869	0.486195
20	Pendiente desviación estándar	-0.300955	-0.517785	0.102961
21	Sinuosidad	0.171411	-0.513251	0.428495
22	Distribución Arbórea	0.048152	0.171572	-0.628093
23	Riqueza	-0.087563	0.492293	-0.702487
24	Diversidad	-0.456239	-0.165077	-0.552915

Modelado de Nicho Ecológico (MNE). Para llevar a cabo los MNE se utilizaron 90 registros del venado cola blanca y 1,006 registros del estrato arbustivo/herbáceo. Estos fueron: (*A. glabrata* (n = 11), *B. conferta* (n = 144), *S. polystachya* (n = 32), *S. cinerarioides* (n = 371), *F. thymifolia* (n = 115), *T. pringlei* (n = 5), *S. paradoxa* (n = 62), *B. parviflora* (n = 75), *R. ciliatum* (n = 68), *S. barba-johannis* (n = 72) y *T. lineata* (n = 51).

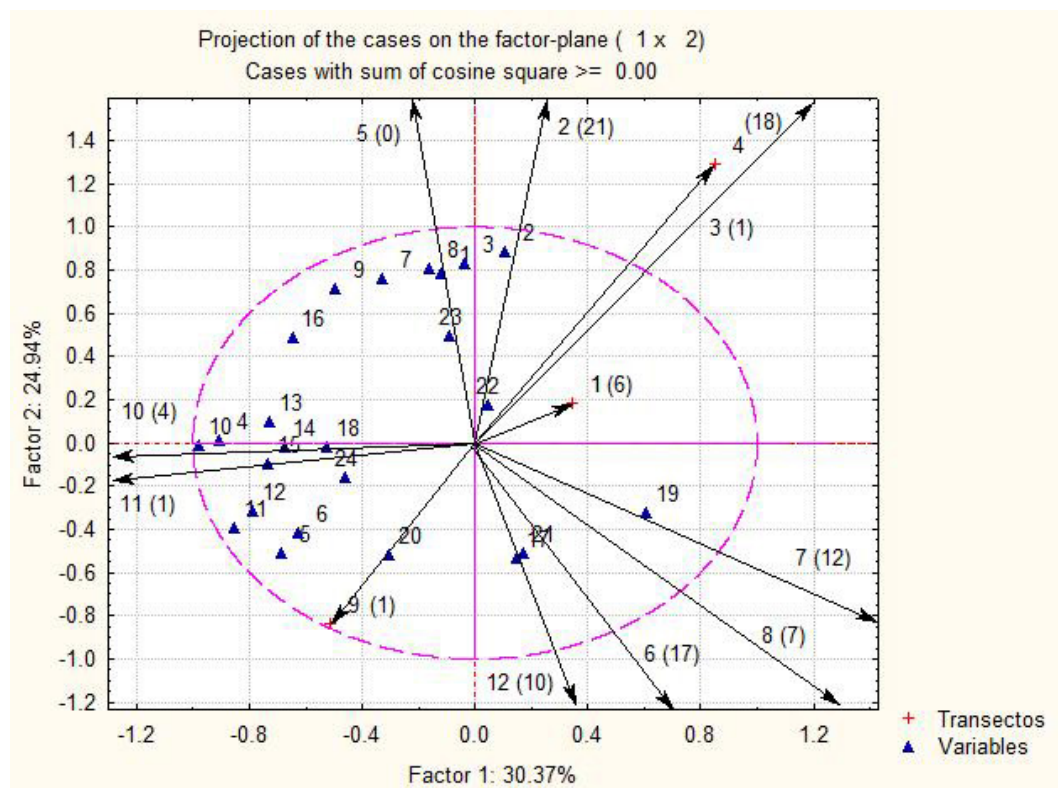


Figura 2. Representación gráfica del análisis de componentes principales. Los números de los puntos representan las variables (Tabla 3) y los vectores del transecto con el cual se relacionan. En paréntesis el número de excretas encontradas en los transectos.

La distribución potencial de *O. virginianus mexicanus*, incluye prácticamente todo el Eje Transvolcánico Mexicano (Fig. 3, recuadro 1). Sin embargo, la superposición del mapa de riqueza de especies de arbustos sobre la distribución potencial del venado cola blanca reduce esta área identificándose zonas en donde la especie podría tener las condiciones bióticas ideales para el venado cola blanca por lo que podrían ser aprovechadas con una mayor abundancia poblacional de la especie. Por otro lado, se registraron otras zonas con baja riqueza de estas especies lo que puede indicar que el venado no tendría suficientes recursos de manera natural para su manejo productivo (Fig. 3, recuadros 2 y 3).

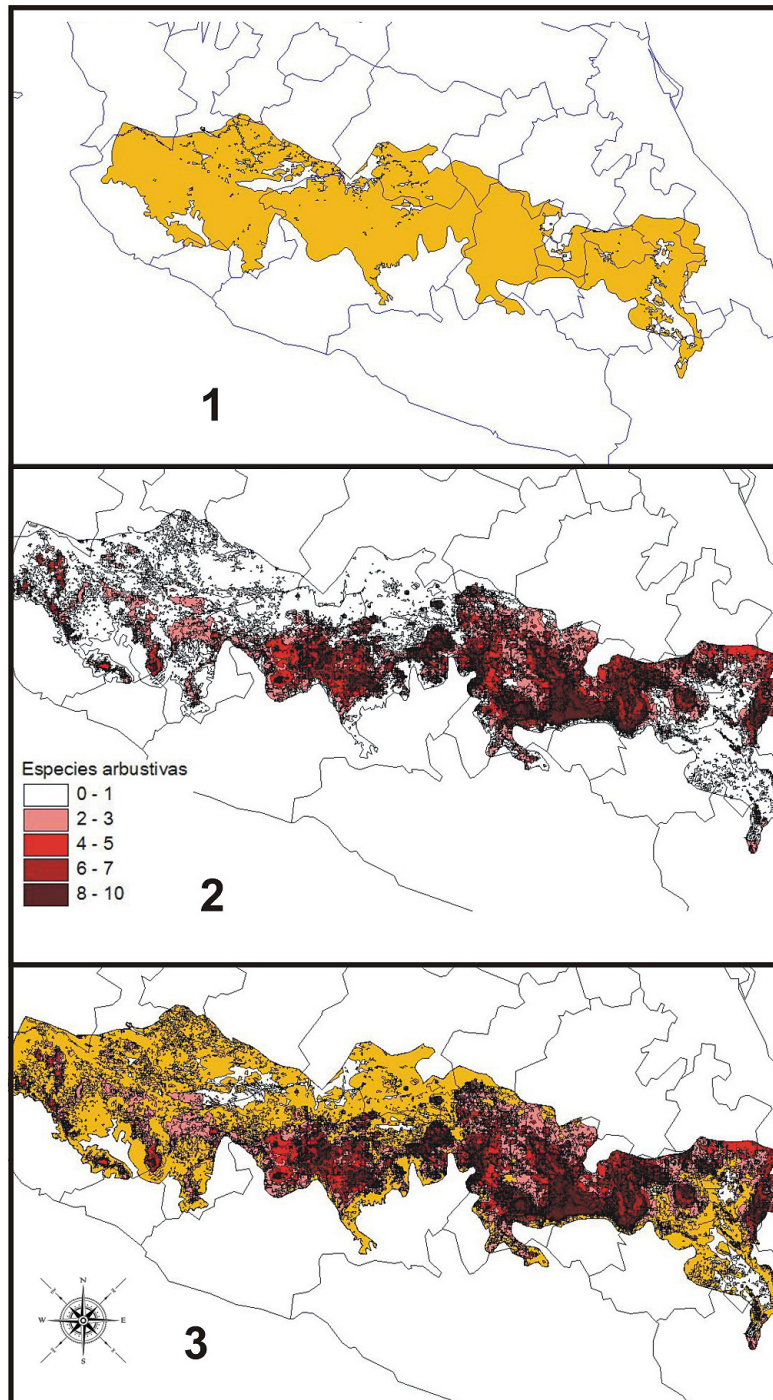


Figura 3. 1) Distribución potencial del venado cola blanca en el Eje Neovolcánico, 2) Modelos agrupados de las especies consideradas de importancia para el venado cola blanca (Eliminando *Ternstroemia pringlei* por tener pocos registros de esta especie) y 3) Distribuciones potenciales del venado y de las especies arbustivas.

Al realizar el análisis de la distribución potencial de las especies del estrato arbustivo/herbáceo se observa que la especie con distribución más amplia en la zona de estudio, es *B. parvifolia*, la cual se encontró en todo el norte de Morelos, Michoacán y el centro del país. Por otro lado, la distribución potencial de *T. pringlei* no se superpone con nuestra zona de estudio ni en el centro del país, localizándose únicamente en los estados de Jalisco y Michoacán, lo cual puede deberse al bajo número de registros utilizados para realizar el MNE (Fig. 4).

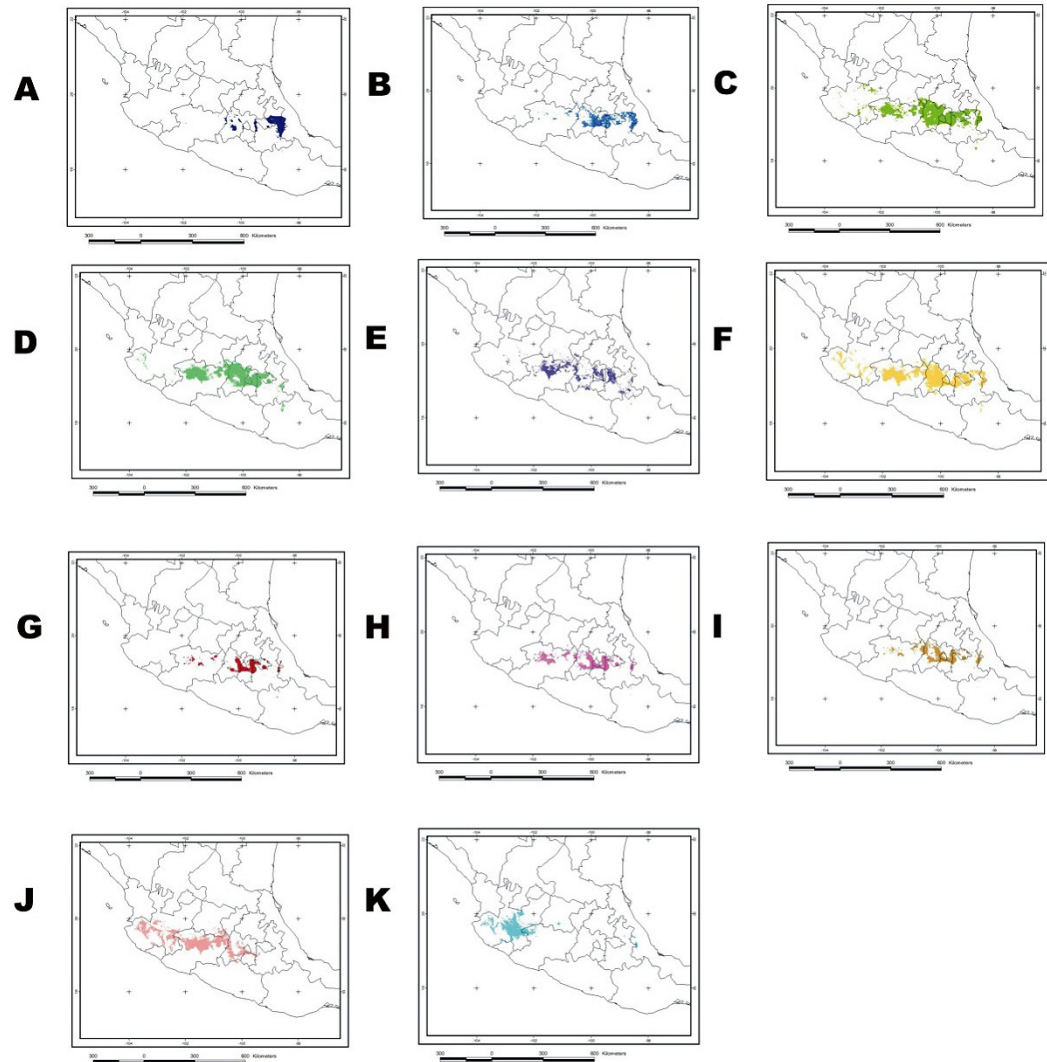


Figura 4. Resultados de la modelación de las especies consideradas importantes para el venado cola blanca. A) *Ageratina glabrata*, B) *Baccharis conferta*, C) *Buddleia parvifolia*, D) *Fuchsia thymifolia*, E) *Salvia polystachya*, F) *Salix paradoxa*, G) *Ribes ciliatum*, H) *Senecio barba-johannis*, I) *Senecio cinerarioides*, J) *Ternstroemia lineata* y K) *Ternstroemia pringlei*.

Discusión

Las 41 especies identificadas en las zonas de estudio representan el 81% de las esperadas según el estimar Chao 2, los cuales indicaron una riqueza de 50 especies. Dichas especies estuvieron agrupadas en 18 familias, siendo las más representativas Asteraceae y Pinaceae, lo cual coincide con lo reportado por Bonilla-Barbosa y Viana (1997), Silva et al. (1999) y CIB-UAEM (2009).

En todos los transectos se obtuvieron coberturas promedio con valores superiores a los 2 m², lo que coincide con Álvarez-Cárdenas et al. (1999), los cuales mencionan que con éstos valores se puede tener una buena cobertura de protección.

Podemos caracterizar el uso de hábitat por parte del venado en nuestras áreas de estudio en tres escenarios: en la zona de estudio de bosque mesófilo y pino-encino el mayor número de grupos fecales (transectos 2 y 4, 21 y 18 grupos, respectivamente) y estuvo relacionado con los mayores valores en número de arbustos, cobertura, volumen y altura arbórea promedio. Lo que podría indicar que el venado utiliza sitios más conservados o donde existen menos actividades antrópicas. En el bosque de pino, los transectos con más grupos fecales (transectos 6, 7 y 12; con 17, 12 y 10 grupos, respectivamente) estuvieron relacionados con una mayor sinuosidad, mayores pendientes y una mayor altura arbustiva promedio. Estas características pueden restringir el acceso de los cazadores y proporcionar la cobertura de escape necesaria para la especie. Los transectos donde hubo muy pocos grupos o no se encontró ninguno (3, 5, 9, 10 y 11), estuvieron relacionados con menor cobertura, altura y volumen arbóreo; menor diversidad de especies arbustivas, menos individuos arbustivos, menores coberturas y alturas arbustivas y una menor pendiente. Estos representan sitios con mayor actividad antrópica, muy degradados, donde no se presenta vegetación secundaria con especies colonizadoras, las cuales son fácilmente accesibles y de buena palatabilidad (Mandujano y Rico-Gray 1991; Mandujano y Gallina 1993).

Modelado de Nicho Ecológico. El MNE de las especies florísticas coincide con lo esperado, las especies analizadas son propias de bosques templados y de altitudes elevadas. La ubicación regional de los sitios en donde estos recursos convergen, se vuelve entonces una herramienta poderosa para el manejo de la especie (como las Unidades de Manejo Ambiental o zonas de cacería) y de planeación futura para su conservación.

Por otro lado, al modelar la distribución potencial de la especie *O. virginianus*, en el Eje Neovolcánico se observa que prácticamente toda nuestra área de estudio es parte de la distribución potencial para esta especie, lo que concuerda con ejercicios anteriores que han modelado su distribución potencial (Ceballos *et al.* 2006). A pesar de que esta distribución potencial tan amplia podría sugerir un fallo en el modelado o en las variables ambientales utilizadas para ello, la distribución reconocida en México sugiere lo contrario. Los reportes indican que esta especie se encuentra ampliamente distribuida en múltiples ecosistemas, su intervalo altitudinal es muy amplio (Hall 1981; Redford y Eisenberg 1992; SEMARNAT 2007), y los únicos sitios en México en donde no se distribuye es en zonas con climas xéricos marginales ocupados por el venado bura (*Odocoileus hemionus*; Galindo-Leal y Weber 2005). Esto refuerza la hipótesis de que las interacciones bióticas son variables que deben de considerarse muy importantes para determinar su distribución actual. La superposición de los MNE de las especies vegetales modeladas, muestran su distribución potencial en gran parte del centro del país, dentro de los estados de Puebla, Distrito Federal, el Estado de México, Hidalgo y el norte de Morelos.

Las características de hábitat que encontramos dentro de nuestra área de estudio son adecuadas para el venado cola blanca ya que presentan estructura y composición florística apropiada, alimento y condiciones topográficas favorables. El venado cola blanca selecciona hábitats con bosques conservados y poca accesibilidad para actividades antrópicas. Consideramos que las acciones para la conservación de esta especie en la zona de estudio tendrán que ver con el fortalecimiento de las restricciones

de caza ilegal, frenar el crecimiento de la frontera agrícola, y considerar el uso ordenado y sustentable de la especie posiblemente por medio de una UMA.

Por otro lado, es posible que estas poblaciones de venado cola blanca pudieran funcionar como parte del sistema fuente/sumidero de la especie en dentro del CBCH, por lo que es necesario investigar más a fondo sus implicaciones para la conservación de la especie con objetivos regionales. Como ya se mencionó, el uso de datos sobre la riqueza de especies florísticas importantes para el venado delimita las zonas con mayor potencial para la especie, por lo que estos resultados son de importancia para su manejo dentro del CBCH.

Este es uno de los pocos estudios en México que ha combinado información sobre la estructura del bosque con el modelado de varias especies con importancia en los bosques templados de Morelos. Este tipo de estudios prospectivos pueden ser muy importantes en la conservación de especies que se encuentren en un estatus de riesgo o tengan importancia económica, siempre y cuando, las relaciones interespecíficas estén bien sustentadas y de ser posible comprobadas en campo para cada caso en particular. Por otro lado, se debe de buscar la forma de complementar estos estudios que conjuntan variables ambientales y biológicas, con análisis de uso humano sobre estas especies para ofrecer las alternativas de manejo idóneas para buscar tanto la conservación de la especie así como de su entorno.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, al Macroproyecto “Manejo de ecosistemas y desarrollo Humano” de la Universidad Nacional Autónoma de México, a la fundación Packard. A F. al V. M. Gómez, al Cbta 154 de Huitzilac, Morelos, a F. García Lara y a C. López Miquel. F. Botello agradece al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México y al CONACyT (CVU 48454).

Literatura citada

- ÁLVAREZ-CÁRDENAS, S., S. GALLINA, P. GALLINA-TESSARO, Y R. DOMÍNGUEZ-CADENA. 1999. Habitat availability for the mule deer (*Cervidae*) population in a relictual oak-pine forest in Baja California Sur, México. *Tropical Zoology* 12:67-78.
- AMÉZCUA, T. 2009. Evaluación del potencial nutricional de un ecosistema de pino y encino para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en el norponiente del estado de Morelos, y el sur del Distrito Federal. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- ANDERSON, R., Y E. MARTÍNEZ-MEYER. 2004. Modeling species geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation* 116:167-179.
- BONILLA-BARBOSA, J., Y L. VIANA. 1997. Parque Nacional Lagunas de Zempoala: Listados Florísticos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- BOTELLO, F., V. SÁNCHEZ-CORDERO, G. MAGAÑA-COTA, R. CECAIRA-RICOY, Y E. KATO-MIRANDA. En prensa. Instrumentos y Prioridades de Conservación para el Estado de Guanajuato. In *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de estado*. Instituto de Ecología del Estado; la Universidad de Guanajuato; el Centro de Investigación y Estudios

- Avanzados del IPN-Irapuato; el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; el Instituto de Ecología A.C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México, México.
- BOYCE, M., J. MAO, E. MERRIL, D. FORTIN, M. TURNER, J. FRYXELL, Y P. TURCHIN.** 2003. Scale and heterogeneity in habitat selection by elk in Yellowstone National Park. *Ecoscience* 10:421-431.
- CANHAM, C., Y P. MARKS.** 1985. The response of woody plants to disturbance: patterns of establishment and growth. Pp. 197-216 in *The ecology of natural disturbance and patch dynamics* (Pickett, S., y P. White, eds.). Academic Press, San Diego, EE.UU.
- CEBALLOS, G., S. BLANCO, C. GONZÁLEZ, Y E. MARTÍNEZ.** 2006. *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca). Distribución potencial. Extraído del proyecto DS006 "Modelado de la distribución de las especies de mamíferos de México para un análisis GAP". Con un tamaño de píxel: 0.01 grados decimales. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México, México.
- CIB-UAEM (CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS-UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS).** 2009. Introducción al Corredor Biológico Chichinautzin. http://www.cib.uaem.mx/chichinautzin/prin_desc.htm. Última consulta: 11 de enero de 2009.
- COLECCIÓN DE FOTOCOLECTAS BIOLÓGICAS DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA DE LA UNAM.** 2009. <http://unibio.unam.mx/cfb/main.jsp>. Última consulta: 11 de junio de 2009.
- COLWELL, R., CH. MAO, Y F. CHANG.** 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85:2717-2727.
- COLWELL, R.** 2006. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.0.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD).** 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CURTIS, J.** 1959. The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities. University of Wisconsin Press. Madison, EE.UU.
- DASMAN, W.** 1971. If deer are to survive. Stackpole Books. Harrisburg, EE.UU.
- DENSLow, J.** 1980. Gap partitioning among tropical rain-forest trees. *Biotropica* 12:47-55.
- EZCURRA, E.** 1980. Una nota acerca de la diversidad. *Ecología (Arg.)* 4:141-142.
- FLORES-ARMILLAS, V., S. GALLINA, J. GARCÍA, V. SÁNCHEZ-CORDERO, Y F. JARAMILLO.** 2011. Selección de hábitat por el venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin, 1788) y su densidad poblacional en dos localidades de la región centro del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Therya* 2:263-267.
- FORD, W.** 1994. Nutritional quality of deer browse in southern Appalachian clearcuts and mature forests. *Forestry Ecology Management* 67:149-157.
- FORMAN, R., Y M. GODRON.** 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *Bioscience* 31:733-740.
- GALINDO-LEAL, C., Y M. WEBER.** 1998. El Venado de la Sierra Madre Occidental. *Ecología, Manejo y Conservación*. EDICUSA-CONABIO. Ciudad de México, México.

- GALINDO-LEAL, C., y M. WEBER.** 2005. Venado cola blanca. Pp. 517-521 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- GALLINA, S.** 1990. El venado cola blanca y su hábitat en La Michilía, Dgo. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- GARCÍA, E.** 1998. Climas: Clasificación de Köppen, modificado por García. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Escala 1:1000000. Ciudad de México, México.
- GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF).** 2009. <http://data.gbif.org/species/2440965/>. Última consulta: 12 de septiembre de 2009.
- GRAHAM, CH., S. FERRIER, F. HUETTMAN, C. MORITZ, y A. PETERSON.** 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology and Evolution* 19:497-503.
- GRINNELL, J.** 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *The Auk* 34:427-433.
- GUISAN, A., y W. THUILLER.** 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8:993-1009.
- GUISAN, A., y N. ZIMMERMANN.** 2000. Predictive habitat distributions models in ecology. *Ecology Modeling* 135:147-186.
- HALL, R.** 1981. The mammals of North America. John Willey and Sons. New York, EE.UU.
- HANLEY, T.** 1997. A nutritional view of understanding and complexity in the problem of diet selection by deer (Cervidae). *Oikos* 79:209-218.
- HIJMANS, R., S. CAMERON, y J. PARRA.** 2006. WorldClim Global Climate Layers. Version 1.4. Disponible en WorldClim Database: www.worldclim.org.
- LESLIE, D., E. STARKEY, y M. VAVRA.** 1984. Elk and deer diets in old-growth forests in western Washington. *Journal of Wildlife Management* 48:762-775.
- MACARTHUR, R.** 1972. ¿Strong, or weak, interactions? *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 44:177-188.
- MANDUJANO, S., y V. RICO-GRAY.** 1991. Hunting, use, and knowledge of the biology of the white-tailed deer, *Odocoileus virginianus* (Hays), by the Maya of central Yucatan, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 11:175-183.
- MANDUJANO, S., y S. GALLINA.** 1993. Densidad del venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* 56:1-37.
- MANDUJANO, S., S. GALLINA, G. ARCEO, y L. PÉREZ-JIMÉNEZ.** 2004. Variación del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* 20:45-67.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M.** 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas perennifolias. Pp. 191-239 in Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas en Veracruz (Gómez-Pompa, A., y S. Amo, eds.). Alhambra Mexicana. Ciudad de México, México.
- MORIN, P.** 1999. Community Ecology. Blackwell Sciences, Inc. Malden, EE.UU.

- MUELLER-DOMBOIS, D., Y H. ELLENBERG.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. New York, EE.UU.
- NAVARRO-FRÍAS, J., N. GONZÁLEZ-RUIZ, Y S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA.** 2007. Los mamíferos silvestres de Milpa Alta, Distrito Federal: Lista actualizada y consideraciones para su conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 23:103-124.
- ORTIZ-MARTÍNEZ, T., S. GALLINA, M. BRIONES, Y M. GONZÁLEZ.** 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la sierra del norte de Oaxaca, México (n. s.). *Acta Zoológica Mexicana* 21:65-78.
- PAWAR, S., M. KOO, C. KELLEY, M. AHMED, S. CHAUDHURI, Y S. SARKAR.** 2007. Conservation assessment and prioritization of areas in Northeast India: Priorities for amphibians and reptiles. *Biological Conservation* 136:346-361.
- REDFORD, K., Y J. EISENBERG.** 1992. Mammals of the neotropics: The Southern cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. The University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- RISSE, P., Y E. RICE.** 1971. Phytosociological analysis of Oklahoma upland forest species. *Ecology* 52:940-945.
- RUNKLE, J.** 1985. Disturbance regimes in temperate forests. Pp. 17-33 in *The ecology of natural disturbance and patch dynamics* (Pickett, S., y P. White, eds.). Academic Press, San Diego, EE.UU.
- THE U.S. GEOLOGICAL SURVEYS HYDRO-1K ELEVATION DERIVATIVE DATABASE.** 2009. http://eros.usgs.gov/#/Find_Data/Products_and_Data_Available/gtopo30/hydro/namerica. Última consulta: 1 de junio de 2009.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2007. Plan de manejo tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México. Ciudad de México, México.
- SILVA, L., F. ROMERO, A. VELÁZQUEZ, Y L. ALMEIDA-LEÑERO.** 1999. La vegetación de la región de la montaña sur de la Cuenca de México. Pp. 65-92 in *Biodiversidad de la Región de montaña del sur de la cuenca de México* (Velázquez, A., y F. Romero, eds.). Universidad Autónoma Metropolitana y Secretaria de Medio Ambiente Ciudad de México. Ciudad de México, México.
- SPIES, T., Y J. FRANKLIN.** 1989. Gap characteristics and vegetation response in coniferous forests of the Pacific Northwest. *Ecology* 70:543-546.
- UNIBIO (UNIDAD DE INFORMÁTICA PARA LA BIODIVERSIDAD).** 2009. <http://unibio.unam.mx/cfb/main.jsp>. Última consulta: 20 de septiembre de 2009.
- VANGILDER, L., O. TORGESON, Y W. PORATH.** 1982. Factors influencing diet selection by white-tailed deer. *Journal of Wild Management* 46:711-718.
- WECKERLY, F.** 1994. Selective feeding by black-tailed deer: Forage quality or abundance. *Journal of Mammalogy* 75:905-913.
- WIENS, J., Y M. DONOGHUE.** 2004. Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends in Ecology and Evolution* 19:639-644.
- WHITMORE, T.** 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70:1167-1178.
- WORLDCLIM DATABASE.** 2009. www.worldclim.org. Última consulta: 20 de septiembre de 2009.

WORRALL, J., T. LEE, Y T. HARRINGTON. 2005. Forest dynamics and agents that initiate and expand canopy gaps in Picea-Abies forests of Crawford Notch, New Hampshire, USA. *Journal of Ecology* 93:178-190.

Sometido: 22 de abril de 2013

Revisado: 15 de mayo de 2013

Aceptado: 15 de junio de 2013

Editor asociado: Consuelo Lorenzo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Reporte de lesiones en murciélagos causadas por el uso incorrecto de collares plásticos como método de marcaje

Miguel E. Rodríguez-Posada^{1*} y María Alejandra Santa-Sepúlveda²

Abstract

We record the injuries caused to two bats marked with a self-locking plastic cable tie as a necklace which produced a deep abrasion in the skin of neck area. This is the first report about negative effects caused by the inadequate use of marking methods in bats from Colombia.

Key words: bat handling, injuries, Chiroptera, marking necklaces, self-locking plastic cable-ties.

Resumen

Se registran las lesiones ocasionadas a dos murciélagos marcados con un sujeta-cables plástico a modo de collar, el cual produjo una abrasión profunda de la piel en el área del cuello. Este es el primer reporte del efecto negativo ocasionado por el uso inadecuado de un método de marcaje en murciélagos en Colombia.

Palabras clave: Chiroptera, collares de marcaje, heridas, manipulación de murciélagos, sujeta-cables plástico.

Introducción

La identificación individual de los animales es necesaria para diferentes tipos de estudios, tanto de laboratorio como de campo (Sikes *et al.* 2011). Esta permite conocer diferentes aspectos de la biología, ecología poblacional, movimientos en el espacio, migraciones, interacciones comportamentales, entre otros. Para los murciélagos se han desarrollado diferentes técnicas de marcaje, las cuales se han ajustado a través del tiempo, según las necesidades del investigador, las especies, el bienestar de los animales y los objetivos de cada investigación. En estudios a largo plazo se han utilizado métodos permanentes como: anillos metálicos y plásticos en el antebrazo, collares de cuentas con placas de identificación, collares plásticos, perforaciones, marcado en frío y tatuajes. Por otra parte, en estudios de corta duración se utilizan métodos temporales como: etiquetas luminosas, tintes, cortes o decoloraciones en el pelo, correctores líquidos, esmaltes para uñas, entre otros. Cada uno de estos métodos (revisados por Kunz y Weise 2009), puede

¹Laboratorio de Mamíferos, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Carrera 45 No 26-85 Edificio Uriel Gutiérrez. Bogotá D. C. – Colombia. E-mail: migrodriguezp@yahoo.com (MER-P)

²Médica Veterinaria independiente. E-mail: mariaalejandrasanta@gmail.com (MAS-S)

*Corresponding author

implicar un riesgo mayor o menor para los animales dependiendo de su uso adecuado. Sin embargo, son pocos los reportes sobre los efectos adversos provocados por los diferentes tipos de marcaje y la mayoría de los estudios se han centrado en el efecto del uso de anillos (Baker *et al.* 2001; Dietz *et al.* 2006).

En Colombia, son escasos los estudios donde se han utilizado métodos de marcaje en murciélagos. Se ha documentado el uso de anillos metálicos (Muñoz-Saba *et al.* 1997; Pérez-Torres y Ahumada 2004; Sánchez *et al.* 2007), collares plásticos (Estrada-Villegas *et al.* 2010), y pintura temporal (Montenegro y Romero-Ruiz 1999; Roncancio-D y Estévez-V. 2007). Entre éstos, solamente Muñoz-Saba *et al.* (1997) y Sánchez *et al.* (2007) mencionan alguna observación sobre el método de marcaje implementado, y ninguno incluye resultados publicados con base en los datos de las recapturas.

En este trabajo se reportan las lesiones en murciélagos causadas por el uso inadecuado de sujeta-cables plásticos ajustables a modo de collar, como método de marcaje. El reporte de estos casos es importante para mejorar los métodos de marcaje implementados y garantizar el bienestar de los animales de estudio.

Resultados y Discusión

En el mes de marzo del año 2005, durante el desarrollo de un proyecto de investigación ecológica, se llevaron a cabo capturas de murciélagos en el área protegida “Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya” (Colombia, departamento de Risaralda, municipio de Pereira, vereda la Suiza. Coordenadas geográficas: 4.751724° N; -75.770838° W), ubicado sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central, en un rango altitudinal de entre los 1,800 y 2,100 m. Entre los murciélagos capturados se encontraron dos individuos, un *Carollia brevicauda* (Phyllostomidae: Carollinae) y un *Sturnira ludovici* (Phyllostomidae: Stenodermatinae) que portaban un sujeta-cables plástico a modo de collar, y estaban identificados individualmente con un código de color (Fig. 1a). Al manipular los animales se observó que el collar de marcaje había generado una herida en ambos, ya que en la piel del cuello, debajo del collar, se presentaba un área alopécica con una abrasión profunda de la piel (Fig. 1b). Como los animales se encontraban con buena condición física y no era evidente ninguna otra lesión, se les retiró el collar, se hidrataron y se liberaron. Es importante aclarar que estos animales no fueron marcados en el estudio en el que fueron capturados y se desconoce el origen de estas marcas, número de animales marcados y otra información relacionada.

Respecto a las abrasiones observadas, estas se describen como lesiones que comprenden la destrucción de las diferentes capas de la piel, mediante la fricción por traumatismo romo o fuerzas deslizantes (Fossum 2003). En este caso las lesiones fueron causadas por la acción mecánica de rozamiento o fricción del collar sobre la piel. Aunque, las abrasiones usualmente sólo involucran las capas superficiales de la piel (epidermis, dermis superficial), se pudo determinar que la lesión fue más profunda, por la evidencia de bordes engrosados de la herida, exudado y la exposición del tejido subdérmico, producto posiblemente del uso prolongado del collar y la contaminación bacteriana (White 1999). Por lo tanto, se retiró inmediatamente el collar, teniendo en cuenta que si el material abrasivo no es retirado, la lesión podría continuar aumentando, comprometiendo capas más profundas de la piel hasta llegar al tejido muscular y óseo, donde el riesgo de infección grave y sepsis es mayor (Pavletic 2003).

El manejo y pronóstico de estas heridas depende del grado de lesión (profundidad, compromiso de tejidos adyacentes), grado de contaminación, y estado general del animal. Cuando las heridas son superficiales y poco contaminadas, pueden resolverse por sí solas con limpieza y desinfección, contrario a las heridas profundas e infectadas, donde un manejo riguroso y especializado es necesario (Dernell 2006). A estos animales no se les realizó ningún tratamiento en la herida, teniendo en cuenta las condiciones en campo, la falta de materiales apropiados y la necesidad de disminuir el estrés, que puede ser potencialmente más nocivo para el animal (Sikes *et al.* 2011).



Figura 1. Individuo de *Carollia brevicauda*, donde se observa el uso del sujeta-cables plástico ajustable a modo de collar (A) y el detalle de la herida consistente en un área alopécica con una abrasión profunda de la piel (B).

Estas lesiones suelen ser provocadas por el uso inadecuado de collares, al ser instalados demasiado apretados o en juveniles que no han alcanzado su tamaño y masa corporal de adulto (Kunz y Weise 2009). Adicionalmente, el sujeta-cables usado en este caso no presentaba ningún tipo de recubrimiento que disminuyera el rozamiento con la piel, contrario a lo recomendado por Gannon (1993), quien reportó esta técnica por primera vez, especificando el uso de tubos quirúrgicos para recubrir el sujeta-cables y de esta forma minimizar el movimiento del collar, y evitar el daño mecánico por rozamiento en la piel del murciélago. A su vez, es necesario ajustar el collar adecuadamente de acuerdo al tamaño de la especie y de cada individuo, de tal forma que no interfiera con ninguna actividad del animal y no ejerza presión en las zonas adyacentes. Lesiones similares por el uso de collares plásticos sin recubrimiento, se han reportado también en pequeños murciélagos frugívoros del género *Dermanura* y en la especie *Carollia castanea* (Kunz y Weise 2009). En Colombia solamente Estrada-Villegas *et al.* (2010) han reportaron el uso de collares plásticos para marcar murciélagos; sin embargo, los autores no reportaron ningún resultado asociado al marcaje, comentarios sobre efectos de la marca utilizada, o si se utilizó un recubrimiento en los collares para prevenir lesiones en los murciélagos.

El hallazgo de las heridas en los animales evidencia que el uso de materiales y procedimientos inadecuados de marcaje con collares pueden provocar serias lesiones a los animales, los cuales pueden ser evitados con el uso de herramientas más apropiadas y siguiendo los parámetros mencionados en las publicaciones científicas donde se proponen los métodos (e.g. Gannon 1993; Esbérard 1999), con el fin de no comprometer el bienestar de los animales, ni los resultados.

Los investigadores que desean identificar los murciélagos individualmente deben elegir la mejor técnica de marcaje según características de la especie, estado de desarrollo biológico de los individuos, objetivo y duración del estudio. Se sugiere que se lleve a cabo una revisión previa sobre los métodos disponibles y las posibles amenazas al bienestar, salud y sobrevivencia de los animales, incluyendo pruebas de la marca para evaluar el posible efecto negativo en los individuos marcados. Así mismo, se recomienda dar a conocer los resultados sobre la utilidad y efectos de los métodos de marcaje implementados. Es necesario crear un mecanismo de información sobre los programas de marcaje para que puedan ser monitoreados a lo largo del tiempo y por diferentes investigadores, y a su vez ayude al desarrollo de métodos y protocolos que permitan una mejor identificación y que garanticen el bienestar de los animales.

Agradecimientos

Los animales reportados en este trabajo, fueron capturados durante el desarrollo del proyecto “Análisis de la estructura trófica de una comunidad de quirópteros en un bosque de selva subandina”, dentro del marco del curso de Ecología Regional Continental de la carrera de Biología de la Universidad Nacional de Colombia del primer semestre de 2005. Agradecemos a los estudiantes del curso y al profesor P. S. Palomino, a D. M. Victoria por facilitar y permitir el uso de fotografías de la figura 1, y a C. Mora y H. Ramírez-Chaves por facilitar bibliografía y la lectura crítica del manuscrito.

Literatura citada

- BAKER, G. B., L. F. LUMSDEN, E. B. DETTMANN, N. K. SCHEDVIN, M. SHULZ, D. WATKINS, Y L. JANSEN.** 2001. The effect of forearm band on insectivorous bats (Microchiroptera) in Australia. *Wildlife Research* 28:229-237.
- DERNELL, W.** 2006. Tratamiento inicial de las heridas. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 36:713-738.
- DIETZ, C., I. DIETZ, T. IVANOVA, Y B. M. SIEMERS.** 2006. Effects of forearm bands horseshoe bats (Chiroptera: Rhinolophidae). *Acta Chiropterologica* 8:523-535.
- ESBÉRARD, C.** 1999. Um novo método para marcação de morcegos. *Chiroptera Neotropical* 5:116-117.
- ESTRADA-VILLEGAS, S., J. PÉREZ-TORRES, Y P. R. STEVENSON.** 2010. Ensamble de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. *Mastozoología Neotropical* 17:31-42.
- FOSSUM, T. W.** 2003. Cirugía en pequeños animales, segunda edición. Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina.
- GANNON, M. R.** 1993. A new Technique for marking bats. *Bat Research News* 34:88-89.
- KUNZ, T. H., Y C. D. WEISE.** 2009. Methods and Devices for Marking Bats. Pp. 36-56 in *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*, second edition (Kunz, T. H., y S. Parsons, eds.). The Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- MONTENEGRO, O., Y M. ROMERO-RUÍZ.** 1999. Murciélagos del sector sur de la Serranía de Chiribiquete, Caquetá, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 23:641-649.
- MUÑOZ-SABA, Y., A. CADENA, Y J. O. RANGEL-CH.** 1997. Ecología de los murciélagos antófilos del sector La Curia, Serranía La Macarena (Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 21:473-486.
- PAVLETIC, M.** 2003. Skin and Anexa. Pp. 250-259 in *Textbook of Small Animal Surgery*, tercera edición (Slatter, D. H., ed.). Saunders. Philadelphia, EE.UU.
- PÉREZ-TORRES, J., Y J. A. AHUMADA P.** 2004. Murciélagos en bosques Alto-andinos, fragmentos y continuos, en el sector occidental de la Sabana de Bogotá (Colombia). *Universitas Scientiarum, Revista de la Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana* 9:33-46.
- RONCANCIO-D., N., Y J. ESTÉVEZ-V.** 2007. Evaluación del ensamblaje de murciélagos en áreas sometidas a regeneración natural y a restauración por medio de plantaciones de Aliso. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural* 11:131-143.
- SÁNCHEZ, F., J. ÁLVAREZ, C. ARIZA, Y A. CADENA.** 2007. Bat assemblage structure in two dry forest of Colombia: Composition, species richness, and relative abundance. *Mammalian Biology* 72:82-92.
- SIKES, S. R., W. L. GANNON, Y USE COMMITTEE OF THE AMERICAN SOCIETY OF MAMMALOGIST.** 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* 92:235-253.
- WHITE, R.** 1999. The Aetiology and Classification of Wounds and Skin Deficits. Pp. 5-11 en *Manual of Canine and Feline Wound Management and Reconstruction* (Fowell, D., y J. Williams, eds.). BSAVA. Gloucester, Reino Unido.

Sometido: 8 de mayo de 2013

Revisado: 11 de junio de 2013

Aceptado: 24 de junio de 2013

Editor asociado: Consuelo Lorenzo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Primer registro de *Peropteryx pallidoptera* (Chiroptera: Emballonuridae) en ecosistemas de Sabana

Darwin Manuel Morales-Martínez^{1*}

Abstract

I introduce the northernmost record of *Peropteryx pallidoptera* in the Savanna of Colombian Orinoquia. The herein presented record extends the distribution of the specie 563 km northeast from previously reported records in the country. This record occurs in an ecosystem with different environmental characteristics to those reported in previous works.

Key words: alopecia, altillanura, dental abnormalities, white-wings bats

Resumen

Se presenta el registro más al norte de *Peropteryx pallidoptera* en las Sabanas de la Orinoquia Colombiana. El registro presentado extiende la distribución de la especie aproximadamente 563 km al noreste del primer registro para el país, en un ecosistema con características ambientales distintas a las reportadas en trabajos previos.

Palabras clave: anomalías dentales, alopecia, altillanura, murciélagos de alas blancas.

Introducción

En Colombia se han registrado cuatro de las cinco especies que se reconocen para el género *Peropteryx* (Suarez-Castro *et al.* 2012): *P. kappleri* Peters, 1867, *P. macrotis* (Wagner, 1843) distribuidos a lo largo de las tierras bajas del territorio Colombiano; *P. leucoptera* Peters, 1867, conocido en la Amazonía y Orinoquia Colombiana; y la recientemente descrita *P. pallidoptera* Lim *et al.*, 2010, cuya distribución conocida comprende la región amazónica de Colombia, Ecuador y Perú, y el Escudo Guyanés de Brasil (Lim *et al.* 2010; McDonough *et al.* 2011; De Castro *et al.* 2012; Suarez-Castro *et al.* 2012).

Peropteryx pallidoptera se diferencia de las otras especies del género por presentar las alas translucidas, unidas a las piernas en el tobillo. Las orejas están ubicadas hacia los lados de la cabeza y no se unen sobre la frente. Cranealmente se diferencia por presentar las fosas del pterigoides profundas y largas separadas por septos de la fosa basiesfenoidea, y además el primer premolar presenta una cúspide posterior accesoria (Lim *et al.* 2010; McDonough *et al.* 2011; Suarez-Castro *et al.* 2012).

¹ Grupo de Mastozoología Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Carrera 45 No 26-85, Bogotá, Colombia. E-Mail: dmmoralesm@unal.edu.co

* Corresponding autor

En abril del 2012, se llevaron a cabo muestreos de diferentes grupos de fauna y flora en el Centro de Investigaciones Carimagua, ubicado en los Llanos Orientales de Colombia, en el departamento del Meta, municipio de Puerto Gaitán, en inmediaciones del sector del Porvenir con coordenadas 4° 31' 36" N, -71° 17' 43" W, a una altitud de 260 m. Esta localidad se encuentra en la subregión de la altillanura, la cual está ubicada sobre el "horts" producido por la falla sobre la que corre el río Meta (Sarmiento y Pinillos, 2001), y comprende las sabanas que se extienden entre los ríos Meta y Guaviare (Montaña *et al.*, 1998). Presenta un régimen climático monomodal (Sarmiento, 1999) y suelos muy pobres en pendientes suaves sobre las que se ubican sabanas que abarcan aproximadamente el 60% del área de la subregión (Montaña *et al.*, 1998), interrumpidas por morichales (formación de palmas del género *Mauritia*) o cordones de bosques húmedos semidecíduos a siempreverdes sobre las planicies de inundación de los ríos y caños formando corredores que se extienden encajonados en medio de la planicie con matriz de sabana (Sarmiento 1994).

Entre las muestras obtenidas en una trampa de intercepción utilizada para la captura de escarabajos dentro de un bosque de galería, se encontró muerta una hembra adulta de *P. pallidoptera*. Dicha trampa consiste en una malla fina de tul de color blanco de dos metros de alto por dos metros de largo, ubicada tensa y perpendicular al suelo y sobre la línea media de una serie de cuatro bandejas plásticas de 50 x 30 x 30 cm, las cuales contenían hasta un tercio de su profundidad con una solución de etanol al 30%. El espécimen fue recolectado y conservado en etanol al 70%, se le extrajo el cráneo con fines de identificación y fue depositado en la colección de mamíferos del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN) bajo el número de catálogo ICN 21,233.

El bosque de galería donde fue capturado el individuo está asociado a un pequeño río de curso demarcado de una anchura máxima de 2 m y una profundidad máxima de 1.20 m, con aguas claras, y de nacimiento en la sabana. El bosque presenta un dosel de ocho a diez metros de alto sobre un suelo con hojarasca de 5 cm de profundidad asociado a una vegetación con especies predominantes de las familias Annonaceae, Meliaceae, Fabaceae, Myristicaceae, y Rubiaceae (Grupo de Ecología Regional Continental 2012).

El espécimen ICN 21,233 presenta todos los caracteres diagnósticos conocidos para *P. pallidoptera* (Fig. 1). Sin embargo, la mayoría de sus medidas morfológicas son inferiores a las reportadas en trabajos previos (Tabla 1; Lim *et al.* 2010; McDonough *et al.* 2011; Suarez-Castro *et al.* 2012). Adicionalmente, el espécimen ICN 21,233 presenta un 90% del cuerpo con alopecia (pérdida del pelo en algunas áreas del cuerpo; Fig. 1). Aunque se desconocen las causas de este fenómeno en el espécimen, la alopecia en murciélagos se ha relacionado a infestaciones de ectoparásitos, cambios en condiciones fisiológicas normales como etapas reproductivas o muda, deficiencias de minerales, lactación, toxinas de plantas, estrés, nutrición deficiente (en cautiverio), o desordenes endócrinos (en cautiverio; Noxon 1995; Olsson y Barnard 2009). La pérdida del pelo corporal a causa del método de muestreo, fue descartada ya que la captura se realizó en un periodo no mayor de 24 horas (una noche) a partir de la última revisión de la trampa y por lo tanto se descartan los efectos del método de captura sobre el estado del espécimen, además considerando que el alcohol en la trampa pudo detener la descomposición del espécimen y el ataque de agentes bióticos externos.

Dentalmente el espécimen presenta un premolar superior supernumerario en la hilera maxilar izquierda (probablemente PM2), de una conformación delgada y aguda, orientado sobre la superficie antero-lingual del PM3. Además la hilera maxilar derecha no presentó alveolo en el lugar del PM2, lo que indica que el PM2 presumiblemente nunca erupcionó en dicha hilera, o se cayó en etapas tempranas del desarrollo del individuo ocasionando que el alveolo se cerrara posteriormente. Aunque las anomalías dentales no son comunes en la naturaleza, no son extrañas en individuos de la familia Emballonuridae, como lo hacen notar Phillips y Jones (1968) en un recuento de las anomalías dentales en los géneros *Saccopteryx*, *Peropteryx* y *Balantiopteryx*, donde reseñan anomalías como la aparición de incisivos y premolares supernumerarios, pérdida de incisivos y premolares, y patrones de lóbulos que no son comunes para estos géneros.

Tabla 1: Medidas externas y craneales documentadas para el individuo ejemplar de *P. pallidoptera* reportado en este estudio (ICN 21233): longitud total (LT), longitud de la cola (LC), longitud del pie (LP), longitud de la oreja (LO), longitud del antebrazo (LAB), longitud máxima del cráneo (LMC), longitud cóndilo-basal (LCB), ancho zigomático (AZ), ancho mastoideo (AMT), ancho de la caja craneal (AnC), ancho de la constricción post-orbital (APO), longitud de la fila de dientes maxilar (LHMAX), ancho entre los molares (M3M3); en comparación con la media y el rango (paréntesis) presentados para los especímenes reportados por Lim *et al.* (2010), McDonough *et al.* (2011), De Castro *et al.* (2012) y Suarez Castro *et al.* (2012).

	ICN 21233	Suarez-Castro <i>et al.</i> 2012		Lim <i>et al.</i> , 2010		McDonough <i>et al.</i> , 2011	De Castro <i>et al.</i> , 2012
Sexo	♀	♀	♂	♀ = 14	♂ = 2	♀	♀
LT	53.5	52	54	63 (58-67)	59.5 (57-62)	55	55
LC	9.6	12	12	12.7 (11-14)	13 (11-15)	12	12
LP	7.4	10	8	9.3 (8-10)	9	7	9
LO	13.4	14	13	15.4 (15-17)	15	14.5	15
LAB	37.1	37	40	42.1 (41-43)	39.5 (39-40)	42	42.96
LMC	13.74	13.7	13.6	13.9 (13.6-14.1)	14.1		14.16
LCB	12.36	12.4	12	12.6 (12.2-12.8)	12.5		12.36
AZ	8.39	7.9		8.3 (8.0-8.7)	8.15 (8.1-8.2)		8.54
AMT	7.4	6.9	7.1	7.2 (6.9-7.4)	7.25 (7.2-7.3)		7.10
AnC	6.36	6.2	6.3	6.5 (6.3-6.7)	6.45 (6.4-6.5)		5.58
APO	3	2.4	2.2	2.7 (2.6-2.9)	2.8 (2.6-2.9)		2.86
LHDM	5.33	5.4	5.4	5.3 (5.0-5.5)	5.2 (5.0-5.3)		5.56
M3M3	3.5	6	5.9	6.0 (5.7-6.4)	5.9 (5.8-5.9)		6.34

Varios estudios, como Hernández *et al.* (1984), Alberico *et al.* (2000), Alberico y Rojas (2002) y Mantilla-Meluk *et al.* (2009), se refieren a la región de la Orinoquia Colombiana como la menos diversa del país en cuanto a especies de mamíferos. Mantilla-Meluk *et al.* (2009) hacen referencia a la baja diversidad de filostómidos en la región, y argumenta que las sabanas abiertas y la baja productividad de los suelos de esta región condicionan la oferta de nichos para los murciélagos, y que los bosques de galería tienen una limitada capacidad de carga que no permite que las poblaciones de murciélagos se establezcan. Sin embargo, en este trabajo se considera que el reciente reporte de *P. leucoptera* presentado por Suarez-Castro *et al.* (2012) en las sabanas inundables de Casanare, y el reporte de *P. pallidoptera* presentado en este documento, llaman la atención sobre la falta de muestreo y de sesgos en las técnicas de captura de murciélagos en la región. En el esfuerzo por medir la diversidad biológica Colombiana, se deben incrementar las investigaciones biológicas en la región de la Orinoquia, ya que estas han estado fragmentadas o corresponden a estudios aislados de impacto ambiental que no son de fácil acceso y que contienen información de baja confiabilidad (Ferrer-Pérez *et al.* 2009).

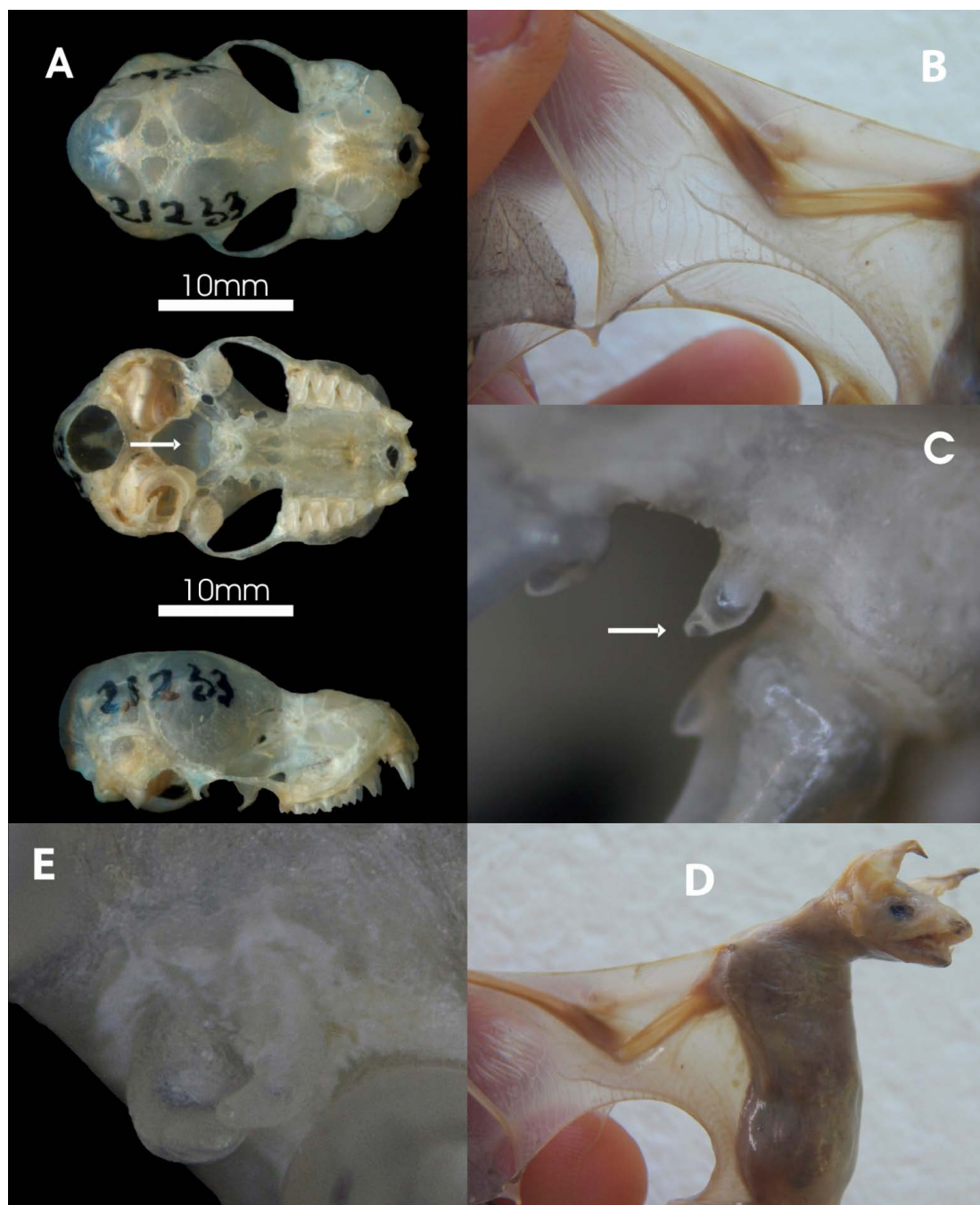
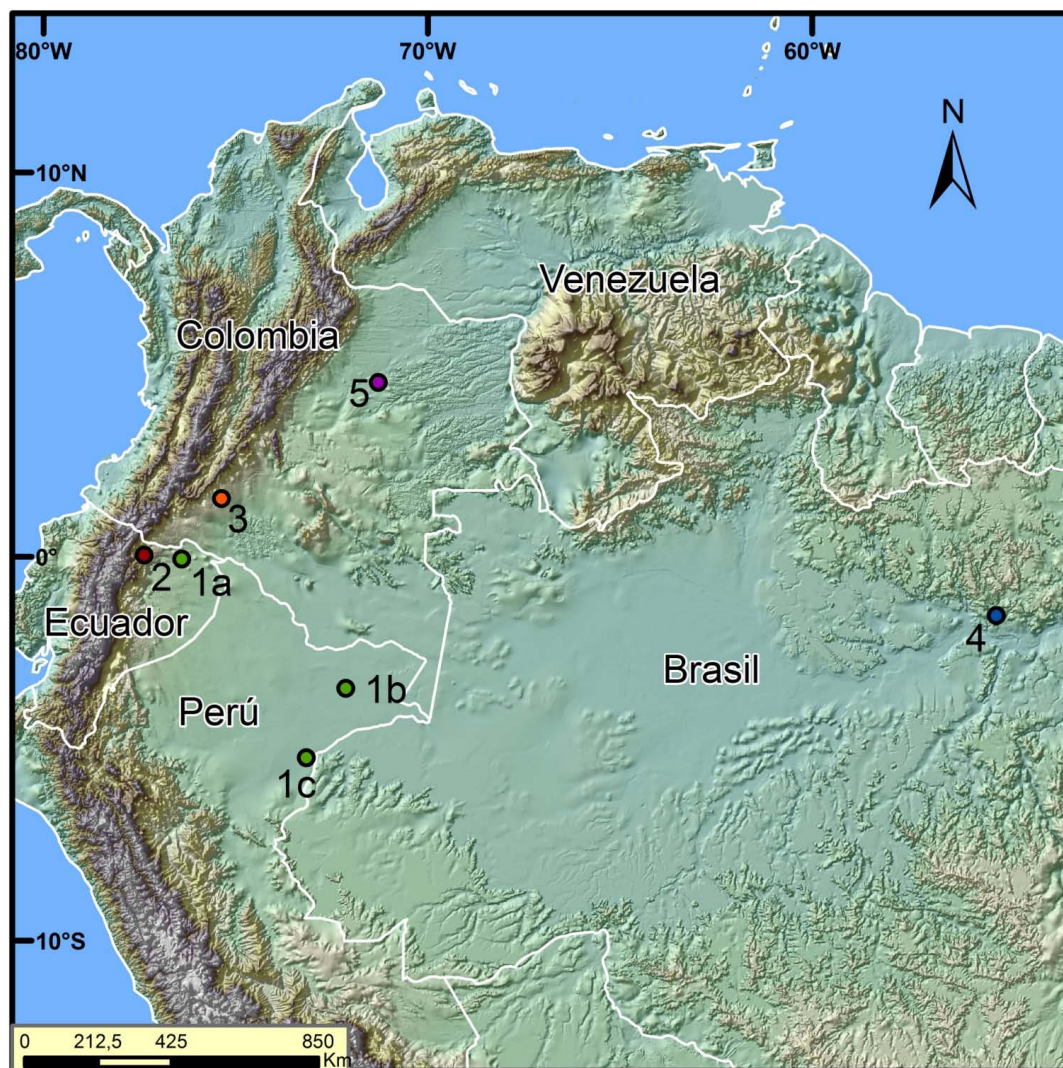


Figura 1: Caracteres diagnósticos y anomalías morfológicas del espécimen de *P. pallidoptera* (especimen ICN 21,233); a) vista dorsal, lateral y ventral del cráneo mostrando las fosas del pterigoides separadas por una extensión del mesopterigoideo; b) alas blancas; c) PM3 de forma simple y cilíndrica (*peglike*); d) alopecia corporal; e) premolar supernumerario sobre Pm3.

Este nuevo registro de *P. pallidoptera* para el Colombia no solo representa el reporte más al norte conocido para la especie (Fig. 2), sino que a su vez constituye una ampliación ecológica para la misma al estar ubicado en una región con características climáticas, ambientales y ecosistémicas distintas a aquellas que caracterizan la franja entre el piedemonte Amazónico de la Cordillera Oriental, la Amazonía central de Ecuador, Perú y Colombia y el Escudo Guyanés Brasileño, según lo reportado por Lim *et al.* (2010), McDonough *et al.* (2011), De Castro *et al.* (2012) y Suarez-Castro *et al.* (2012). Además se resalta la necesidad de revisar los especímenes de las colecciones mastozoológicas, puesto que ejemplares pueden estar mal identificados como *P. leucoptera*, por el similar color transparente de la membrana de las alas; y la búsqueda de refugios como método

de colecta para adicionar especímenes a las colecciones (Lim *et al.* 2010); para tener más herramientas en estudios posteriores de la especie.

Figura 2: Localidades de los reportes de *P. pallidoptera*. 1a) Ecuador: Orellana; 66 km al Sur de Pompeya Sur, 0°48'S, -76° 24' W. 1b) Perú: Loreto; Río Amazonas, Orosa, 03° 26' S, -72° 08' W; 1c) Perú: Río Galvez, Nuevo San Juan, 05° 14' 50" S, -73° 09' 50" W (Lim *et al.*, 2010). 2) Ecuador: Bosque del Aguarico a 20 km de Lumbaqui, 0° 2' 4.17" N, -71° 24' 13.93" W (McDonough *et al.*, 2011). 3) Colombia: Caquetá, Montañita 1° 30' 9.6" N; -75° 22' 5.9" W, (Suarez-Castro *et al.*, 2012). 4) Brasil: Pará, Curuá, Mamiá Village, 1° 32' 14.7" S, -55° 12' 30.1" W (De Castro *et al.*, 2012). 5) Colombia: Meta, Puerto López, Carimagua, 4° 31' 36" N, -71° 17' 43" W (ICN 21,233).



Agradecimientos

El presente registro fue obtenido en el marco de la materia “Ecología Regional Continental” ofrecida por el Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia; agradezco a los docentes que me apoyaron en dicha salida de campo. Además agradezco a C. Cárdenas-González, H. Mantilla-Meluk y M. E. Rodríguez-Posada por sus comentarios sobre este manuscrito, a A. F. Suarez por facilitarme los equipos de campo con que fue realizado el inventario; al Laboratorio de Mastozoología de la Universidad Nacional y a H. López-Arévalo por permitirme el acceso a la colección de Mastozoología de la Universidad Nacional de Colombia para la revisión del material.

Literatura citada

ALBERICO, M., A. CADENA, J. HERNÁNDEZ-CAMACHO, Y Y. MUÑOZ-SABA. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1:43-75.

- ALBERICO, M., y V. ROJAS-DÍAZ.** 2002. Mamíferos de Colombia. Pp. 185-226 in *Diversidad y Conservación de Mamíferos Neotropicales*. (Ceballos, G., y J. Simonetti, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Ecología Universidad Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- DE CASTRO, I. J., E. R. DOS SANTOS, A. C. MOREIRA-MARTINS, D. DIAS, y A. L. PERACCHI.** 2012. First record of the pale-winged dog-like bat *Peropteryx pallidoptera* (Chiroptera: Emballonuridae) for Brazil. *Mammalia* 76:451–453.
- FERRER-PÉREZ, A., M. BELTRÁN, A. P. DÍAZ-PULIDO, F. TRUJILLO, H. MANTILLA-MELUK, O. HERRERA, A. F. ALFONSO, y E. PAYÁN.** 2009. Lista de los mamíferos de la cuenca del río Orinoco. *Biota Colombiana* 10:179-207.
- GRUPO DE ECOLOGÍA REGIONAL CONTINENTAL.** 2012. Estudio regional de los ecosistemas acuáticos y terrestres de la Región de Carimagua, Llanos Orientales, Meta, Colombia. Documento de trabajo. Disponible en: Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia (No publicado).
- HERNÁNDEZ, J., A. CADENA, O. CASTAÑO, G. NATES, y D. CASTRO.** 1984. Diagnóstico preliminar sobre el estado actual de conocimiento acerca de la Ecología, Fauna y Flora de la Orinoquia colombiana. Pp. 33-43 in *Encuentro Nacional de Investigadores sobre la Orinoquia*. Serie Eventos Científicos Colombianos No. 12. Editorial Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia.
- HOOD, C. S., y A. L. GARDNER.** 2008. Family Emballonuridae Gervais, 1856. Pp. 188-207 in *Mammals of South America, Vol. 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats* (Gardner, A. L. Ed.). University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- JONES, J. K., y C. S. HOOD.** 1993. Synopsis of South American bats of the family Emballonuridae. *Occasional Papers, the Museum, Texas Tech University* 155:1–32.
- LIM B., M. D. ENGSTROM, F. A. REID, N. B. SIMMONS, R. S. VOSS, y D. W. FLECK.** 2010. A new species of *Peropteryx* (Chiroptera: Emballonuridae) from western Amazonia with comments on phylogenetic relationships within the genus. *American Museum Novitates* 3686:1-20.
- MANTILLA-MELUK, H., A. M. JIMÉNEZ-ORTEGA, y R. J. BAKER.** 2009. Phyllostomid Bats of Colombia: Annotated Checklist, Distribution and Biogeography. *Special Publications, Museum of Texas Tech University* 56:1- 37.
- MCDONOUGH, M. M., B. K. LIM, A. W. FERGUSON, C. M. BROWN, S. F. BURNEO, y L. K. AMMERMAN.** 2011. *Mammalia, Chiroptera, Emballonuridae, Peropteryx leucoptera* Peters, 1867 and *Peropteryx pallidoptera* Lim, Engstrom, Reid, Simmons, Voss and Fleck, 2010: Distributional range extensions in Ecuador. *Check List* 6:639-643.
- MONTAÑA, D. F., C. DOMÍNGUEZ, J. MOLANO, O. RANGEL, T. DEFLER, J. V. RODRÍGUEZ, A. GÓMEZ, y I. CAVELIER.** 1998. Colombia Orinoco. Fondo FEN de Colombia. Bogotá, Colombia.
- NOXON, J. O.** 1995. Alopecia. Pp. 211-214 en *Textbook of Veterinary Internal Medicine*, cuarta edición (Ettinger, S. J., y E. C. Feldman, eds.). Saunders Co. Philadelphia, EE.UU.

- OLSSON, A., y S. BARNARD.** 2009. Alopecia. Pp. 111-120 in *Bats in Captivity: Biological and Medical Aspects*, Vol. 1. (Barnard, S. M., ed.). Logos Press. Washington, EE.UU.
- PHILIPS, C. J., y JONES J. K.** 1968. Dental abnormality in North American bats. I. Emballonuridae, Noctilionidae, and Chilonycteridae. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 71:509-520.
- SANBORN, C. C.** 1937. American bats of the subfamily Emballonuridae. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 20:321-354.
- SARMIENTO, G.** 1990. Ecología comparada de ecosistemas de sabanas en América del Sur. Pp. 15-56 in *Las Sabanas Americanas, Aspectos de su Biogeografía, Ecología y Manejo* (Sarmiento, G. Ed.). Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, Venezuela.
- SARMIENTO, G.** 1994. Sabanas naturales: génesis y ecología. Pp. 17-55 in *Sabanas Naturales de Colombia*. Banco de Occidente. Cali, Colombia.
- SARMIENTO, G., y PINILLOS M.** 2001. Patterns and processes in a seasonally flooded tropical plain: the Apure Llanos, Venezuela. *Journal of Biogeography* 28:985-996.
- SUAREZ-CASTRO, A., H. RAMÍREZ-CHAVEZ, M. RODRÍGUEZ-POSADA, y J. GARCÍA.** 2012. New records of *Peropteryx leucoptera* and first record of *Peropteryx pallidoptera* (Chiroptera-Emballonuridae) from Colombia. *Mastozoología Neotropical* 19:165-171.

Sometido: 3 de junio de 2013

Revisado: 5 de julio de 2013

Aceptado: 27 de agosto de 2013

Editor asociado: Williams Lidicker

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

Roedores y murciélagos en la zona cafetalera del Volcán Tacaná, Chiapas, México

Víctor Hugo Mendoza Sáenz^{1*} y Anna Horváth¹

Abstract

We assessed the species richness, assemblage composition and the conservation status of small rodents and bats in the protected area of the Volcano Tacaná Biosphere Reserve in Chiapas, Mexico. Data were collected in shade-coffee plantations and cloud forest by live capture and release techniques for small mammals. Species richness, indexes of diversity and similarity as well the diversity of guild structure of foraging space use were analyzed among the studied assemblages. We captured 16 bat and nine rodent species recording a total of 25 small mammal species, two of them corresponding to a category of conservation endangerment in the NOM-059-2010. In the cloud forest we observed lower species richness but higher abundance, with differences between diversity patterns of rodents and bats. The assemblage of rodents was more diverse in the forest and we observed a high degree of complementarity between forest and coffee-plantations. The assemblages of bats showed no difference in their diversity; however, coffee plantation has higher species richness and the assemblages showed a nested pattern in their composition. In the cloud forest we found a higher diversity in those guilds that have resource-requirements associated with habitat complexity and canopy cover, while in the coffee-plantations we found a higher diversity in those guilds whose requirements are associated with open areas. Our results indicate that both rodents and bats respond in a different manner to the alteration of habitat caused by coffee-plantations and high lights the importance of conserving all of the remaining native forest patches in the Tacaná region, in order to assure the survival of these fragile populations of small mammals.

Key words: Chiroptera, guild, Rodentia, small mammal assemblage, Tacana Volcano Biosphere Reserve.

Resumen

Evaluamos la riqueza y composición de comunidades, así como el estatus de conservación de pequeños roedores y murciélagos en el área de influencia de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná. Los datos se obtuvieron en cafetales de sombra y en bosques mesófilo de montaña utilizando técnicas de captura y liberación de mamíferos pequeños. Se

¹ El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Conservación de la Biodiversidad. Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N, Barrio María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 29290, México. E-mail: victorhugo_saenz@hotmail.com (VHMS), ahorvath@ecosur.mx (AH)

*Corresponding author

analizaron la riqueza de especies, índices de diversidad y similitud, así como la diversidad de gremios alimenticios y de uso de espacio. Capturamos 16 especies de murciélagos y nueve de roedores, registrándose un total de 25 especies, de las cuales dos corresponden a alguna categoría de riesgo en la NOM-059-2010. En el bosque mesófilo observamos menos riqueza de especies, pero mayor abundancia, con diferencias entre los patrones de diversidad de roedores y murciélagos. La comunidad de roedores fue más diversa en el bosque y observamos un alto nivel de complementariedad de especies entre el bosque y el cafetal. Las comunidades de murciélagos no mostraron diferencias en su diversidad, sin embargo el cafetal tuvo mayor riqueza de especies y la composición de comunidades mostró un patrón anidado en relación al bosque. En el bosque mesófilo encontramos mayor diversidad de aquellos gremios los cuales tienen requerimientos de recursos asociados con la complejidad del hábitat y de la cobertura del dosel, mientras en los cafetales fueron más diversos los gremios cuyos requerimientos están asociados con áreas abiertas. Nuestros resultados indican que los roedores y los murciélagos responden de diferente manera a la alteración de hábitat causada por los cultivos de café y apuntalan hacia la importancia de la conservación de los remanentes de los bosques nativos en la región del Tacaná para asegurar la sobrevivencia de las poblaciones de mamíferos pequeños.

Palabras clave: Chiroptera, comunidad de mamíferos pequeños, gremio, Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, Rodentia.

Introducción

Los murciélagos y roedores se distinguen por una extraordinaria diversidad como producto de su gran éxito en los procesos evolutivos de especiación, adaptación y dispersión (Merritt 2010), formando los grupos más diversos de mamíferos. Su papel ecológico es primordial como grupos funcionales, interviniendo en procesos ecológicos como la dispersión de semillas y micorrizas, la depredación y control de diferentes plantas, insectos y vertebrados pequeños, además, varias especies son polinizadoras. En su conjunto, estos pequeños mamíferos aportan una biomasa significativa a los sistemas ecológicos, siendo la mayoría especies muy abundantes y conforman las presas básicas de muchas otras especies de vertebrados (Neuweiler 2000; Merritt 2010). La presencia y abundancia de especies de murciélagos y roedores pueden ser indicadoras de la calidad del hábitat, ya que los diferentes niveles y tipos de disturbios afectan tanto la dinámica poblacional como la estructura de sus comunidades, es decir, la composición y abundancia de las especies que coexisten e interactúan en el tiempo y espacio (Fenton *et al.* 1992; Sánchez-Cordero y Fleming 1993; Medellín *et al.* 2000).

La elevada tasa de fragmentación y pérdida de hábitats naturales han generado en gran medida la disminución de muchas poblaciones de mamíferos. En el Neotrópico húmedo, la mayor parte de la fragmentación en tierras altas (entre los 800 y 1,800 msnm) ha sido ocasionada por el establecimiento de cafetales, ya que en este intervalo altitudinal las condiciones fisicoambientales son las más favorables para el cultivo de café (Challenger 1998). Varios estudios sugieren que los cafetales con sombra ofrecen una alternativa para la conservación de la biodiversidad, ya que estos agroecosistemas pueden mantener una parte de las comunidades bióticas nativas y por tanto los servicios

ecosistémicos (Perfecto *et al.* 1996; Moguel y Toledo 1999). En México, la expansión del cultivo de café ha sido en gran medida a expensas del bosque mesófilo de montaña (Hamilton *et al.* 1995; Aldrich *et al.* 1997; Challenger 1998). En la Sierra Madre de Chiapas ha ocurrido de forma similar el proceso de pérdida de los bosques mesófilos de montaña, hasta tal punto que los cafetales de sombra se encuentran dentro de los polígonos y ocupan gran parte de las áreas de influencia de diversas Áreas Naturales Protegidas en esta región (Muñoz *et al.* 2002), entre ellas la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná (RBVT). A pesar de que los cafetales podrían funcionar como corredores entre las áreas naturales para algunos grupos de animales silvestres (Anta 2006), este cambio de uso de suelo en la región puede provocar una presión sobre las especies y por ende un cambio en sus poblaciones. Por lo anterior, el documentar este tipo de procesos es primordial para tomar acciones de manejo y conservación, más aún cuando los estudios son insuficientes, como es el caso de la RBVT. El objetivo principal de la presente investigación es dar a conocer la riqueza y composición de ensamblajes de roedores pequeños y murciélagos en dos localidades en la RBVT, Chiapas, que difieren en el uso del suelo. Buscamos conocer y comparar la riqueza, abundancia y composición de los ensamblajes de estos mamíferos en cafetales de sombra y bosque mesófilo de montaña, así mismo evaluar el estado de conservación de las especies.

Material y Métodos

Área de estudio: La RBVT se ubica en el sur de Chiapas, México, en los municipios de Tapachula, Cacahoatán y Unión Juárez, abarcando una superficie de 6,378 Hectáreas (Fig. 1). El Volcán Tacaná es el único representante en México de la cadena volcánica del Núcleo Centroamericano, región donde han evolucionado un conjunto de ecosistemas frágiles con una excepcional riqueza de especies de flora y fauna silvestres de relevancia biológica, económica, científica y cultural (Vargas *et al.* 2000). La topografía en la RBVT es sumamente accidentada, las altitudes varían desde los 1,300 hasta los 4,100 msnm, por lo tanto se presenta una variación en las lluvias y la temperatura (Vargas *et al.* 2000). La zona de estudio se encuentra dentro de la franja cafetalera en las faldas del Volcán Tacaná, donde el tipo de vegetación original es el bosque mesófilo de montaña (Martínez-Camilo y Martínez-Meléndez 2010) y el clima es templado húmedo con lluvias abundantes en verano (C(m)(w)), con una temperatura media anual de 20.7 °C (máxima de 27.2 °C y mínima de 14.3 °C), y una precipitación alrededor de los 3,465 mm anuales (Servicio Meteorológico Nacional, *en línea*). El bosque original se ha ido transformando para el cultivo de café y en menor proporción para la siembra de milpa o establecimiento de potreros. El tipo de cafetal de esta zona es el sistema especializado (Nolasco 1985; Pohlenz 2002) excepto en zonas de cañadas en donde existe una mayor diversidad de especies de plantas nativas que le confieren un aspecto de policultivo tradicional.

Los sitios para el trabajo de campo se seleccionaron en dos localidades en el área de influencia de la RBVT de acuerdo al tipo de vegetación, accesibilidad a los sitios y permiso de la población para trabajar: San José Cerro de Carmen (Municipio de Unión Juárez, 15° 03' 37" N, -92° 05' 53" W) y Benito Juárez el Plan (Municipio de Cacahoatán, 15° 05' 35" N, -92° 05' 29" W). En San José trabajamos en un intervalo altitudinal de 1,300 a 1,800 msnm y los sitios en Benito Juárez El Plan se encuentran entre los 1,400

- 1,800 msnm. Estas dos localidades poseen características fisicoambientales similares en cuanto a la altitud, clima, suelo y topografía, siendo la diferencia el uso de suelo en ambas localidades. En los alrededores y en la parte alta del ejido Benito Juárez el Plan aún existe una cobertura importante de bosque mesófilo de montaña bien conservado, mientras en los alrededores de San José Cerro de Carmen se encuentran cafetales y solo hay pequeños parches de bosques en las puntas más altas de los cerros y en las cañadas poco accesibles. De acuerdo a estas condiciones, se establecieron cuatro sitios de muestreo en cada hábitat, el bosque mesófilo de montaña en Benito Juárez el Plan y los cafetales de sombra se ubicaron en el Ejido San José Cerro de Carmen (Fig. 1).

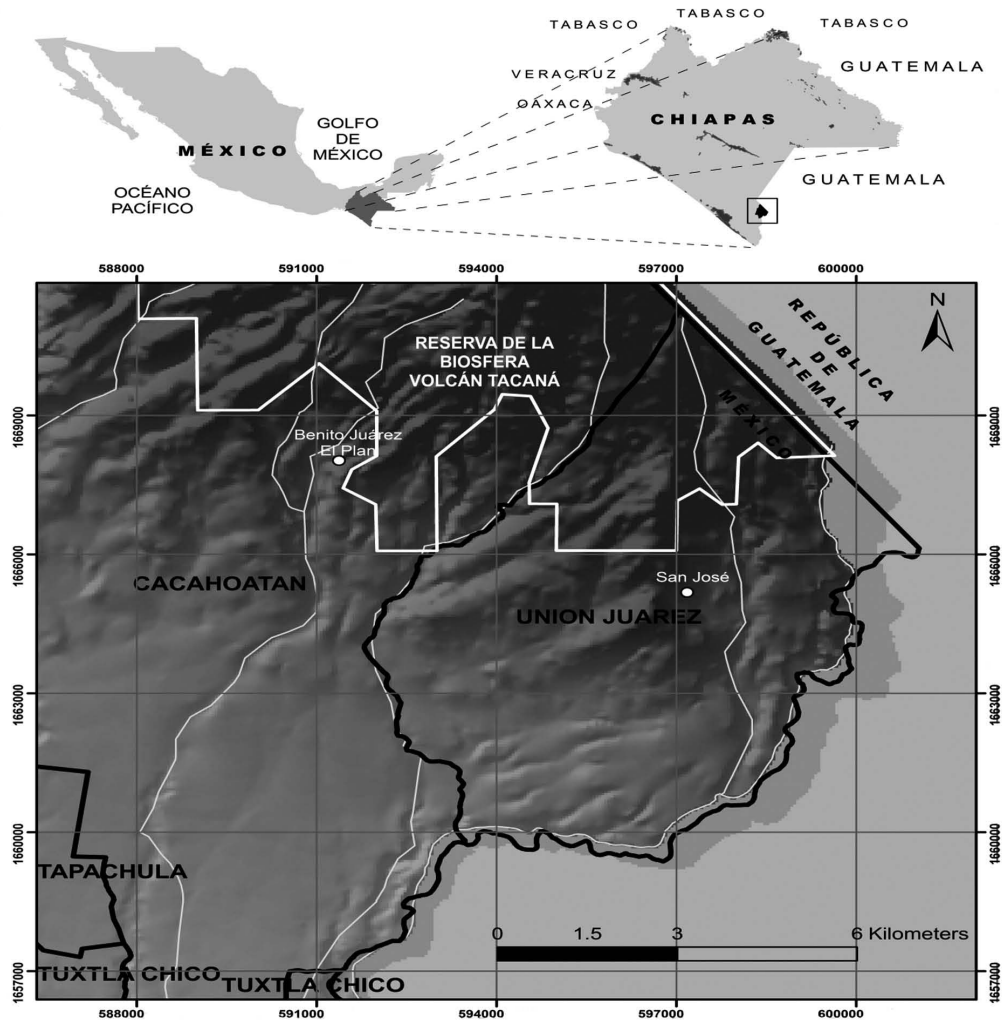


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio (elaboración: LAIGE ECOSUR).

Obtención de datos de campo: El trabajo de campo se llevó a cabo de mayo del 2010 a julio del 2011, realizándose ocho muestreos. Los muestreos se efectuaron cada dos meses alternando los sitios de muestreo en cada salida. Los muestreos tuvieron cinco días de duración, cubriendo así un total de cuatro muestreos para cada localidad.

Para obtener información de murciélagos y roedores pequeños, se siguieron las técnicas de captura y manejo recomendadas para cada grupo (Jones *et al.* 1996). Los roedores se capturaron con trampas tipo Sherman las cuales fueron cebadas con mezcla

de avena y esencia de vainilla. Durante tres noches consecutivas se colocaron 100 trampas en arreglo lineal, repartiéndolas en dos transectos de 50 trampas con una distancia de 15 m entre cada una. A los organismos capturados se les aplicó un marcaje individual permanente con un sistema de muescas en las orejas. El esfuerzo de captura aplicado en sitios de cafetal fue de 1,152 noches-trampa y en sitios de bosque fue de 976, resultando un total de 2,128 noches-trampa.

Los murciélagos se capturaron con redes de niebla, aplicando dos o tres redes de 12 x 2.6 m, dependiendo de la topografía de cada sitio. En cada punto de muestreo, las redes permanecieron funcionando alrededor de seis horas a partir del anochecer, durante dos noches consecutivas. Las revisiones de las redes se efectuaron cada treinta minutos. Los murciélagos capturados no fueron marcados y se colocaron en bolsas de manta durante el proceso de toma de datos. El esfuerzo de captura aplicado en cafetal fue de 84.74 horas-red y en bosque fue de 57.80, sumando un total de 142.54 horas-red. Todos los roedores y murciélagos capturados fueron identificados hasta nivel de especie con el apoyo de claves de campo especializadas (Reid 1997; Medellín *et al.* 2008; Reid 2009). En la nomenclatura seguimos el sistema de clasificación de Wilson y Reeder (2005), Reid (2009), en el caso de los ratones heterómidos nos basamos en Reid (1997) y Rogers y González (2010) y en el Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIITmx, CONABIO *en línea*). Una vez identificados, los individuos fueron sexados, además de tomarles medidas morfométricas convencionales (Reid 2009), el peso, clase de edad y estado reproductivo. Así también, se registraron la fecha y hora de captura, el tipo de hábitat, microhábitat, altitud y coordenadas geográficas del sitio. Después de la toma de datos, fotografías e identificación, todos los individuos fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Análisis de los datos: Para el análisis de diversidad de ambos grupos taxonómicos utilizamos como parámetros la riqueza y abundancia, es decir el número de especies y el número de individuos, y el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'). Los valores de H' calculados en los dos tipos de hábitat estudiados, se compararon mediante una prueba de t modificada por Hutcheson, considerando un valor de significancia de $P < 0.05$ (Zar 1993). Para realizar los análisis de diversidad antes mencionados se tomaron los datos de abundancia observada, es decir el número de individuos diferentes capturados. Sin embargo, debido a que hubo una diferencia en el esfuerzo de captura en los dos sitios, el número de individuos se estandarizó calculando el índice de abundancia relativa (IAR) en relación a la unidad del esfuerzo de captura: $IAR = n/ec * 100$, donde n = número de individuos diferentes y ec = esfuerzo de captura aplicada. Para corroborar si la diferencia en el esfuerzo de captura influyó en el patrón de diversidad entre los ensamblajes estudiados, los análisis de diversidad antes mencionados se realizaron también con los valores de los IAR. Se llevó a cabo un análisis de rarefacción con el fin de comparar la riqueza de los ensamblajes de roedores y de murciélagos en los dos tipos de hábitat en función de valores iguales de abundancia total de cada ensamblaje (Magurran 2006).

Utilizamos el estimador de riqueza no paramétrico Chao1 tomando en cuenta no solo la presencia-ausencia sino el número de individuos de las especies (Chao 1984; Chao y Lee 1992). Adicionalmente se estimó el número de especies esperadas mediante un modelo de curva de acumulación en base del esfuerzo de captura, expresado en días

de muestreo. Utilizamos un proceso de re-muestreo randomizado 500 veces (Coldwell 2013), y a estos valores ajustamos una regresión no lineal con el fin de calcular los dos parámetros (a y b) de la ecuación tipo Michaelis-Menten que se conoce como el modelo de acumulación de Clench: $y = ax/(1+bx)$, donde y = el número de especies que podemos esperar con x esfuerzo de muestreo (en este caso extrapolado a 100 días). La asíntota del modelo, es decir el número máximo de especies que podemos esperar, calculamos con base de la ecuación $S_{max} = a/b$ (Soberon y Llorente 1993; Gotelli y Ellison 2004). Al conocer el número máximo estimado de las especies se calculó el porcentaje de éste que alcanzamos registrar en el muestreo.

Para evaluar diferencias o similitudes en la composición de los ensambles, se utilizó el índice de similitud de Jaccard (I_j; Magurran 1988; Moreno 2001). Para calcular el reemplazo de especies entre hábitats, se aplicó el índice de diversidad beta de Wilson y Schmida (β_p), el cual se basa en la suma del número de especies ganadas y perdidas entre los ensambles en relación al valor promedio de la riqueza (Moreno 2001; Magurran 2006).

Se evaluó la diversidad funcional en base al número y abundancia de los gremios alimenticios para ambos grupos taxonómicos, los gremios de utilización de refugios para murciélagos y utilización de espacio para roedores. Los gremios se determinaron de la siguiente manera: los alimenticios fueron insectívoro, frugívoro, nectarívoro y hematófago para murciélagos, y granívoro, herbívoro (partes vegetales) y omnívoro (incluye insectos) para roedores. Para la utilización de refugios los gremios asignados fueron cuevas y árboles y para utilización de espacio se emplearon los gremios de terrestre y arborícola. Aunque realmente se sabe muy poco sobre la historia natural de algunas especies, sobre todo de roedores, para la designación de cada especie a una categoría o gremio, se tomó en cuenta el hábito predominante de acuerdo con la bibliografía especializada (Arita 1993; Reid 1997; Kalko 1998; Reid 2009; Merritt 2010).

Se determinó el estado de conservación de cada una de las especies registradas de acuerdo a los status establecidos en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-2010; Diario Oficial de la Federación 2010) y a la distribución (Ceballos *et al.* 2002; Reid 1997 y 2009).

Resultados

Se obtuvieron 452 registros de 354 individuos de 25 especies de mamíferos pequeños. De acuerdo con esta riqueza, 16 especies fueron murciélagos que pertenecen a tres familias y a 11 géneros, así como nueve especies de roedores de dos familias y cinco géneros (Tabla 1). Únicamente registramos recapturas de cuatro especies de roedores (*Peromyscus mexicanus*, *P. gymnotis*, *Heteromys goldmani* y *Handleyomys alfaroi*), con un tasa de recaptura del 32.3 %, siendo *P. mexicanus* la especie de la cual obtuvimos mayor número de recapturas. A pesar de que el número de especies de murciélagos fue casi el doble de los roedores, la abundancia mostró un patrón contrario. La gran mayoría de los registros corresponden a los roedores con 242 individuos (68.4% de los registros) y 112 individuos de murciélagos (31.6% de los registros).

Riqueza, abundancia y diversidad por tipo de hábitat: Los análisis mostraron las mismas tendencias y patrones de diversidad y abundancia sin importar si utilizamos el número de

individuos capturados o el IAR como dato de abundancia, por lo tanto, aquí presentamos los resultados con el número de individuos capturados. Se encontró una mayor riqueza de especies en cafetal (21 spp) que en bosque mesófilo (14 spp), pero con una diferencia importante entre los patrones de diversidad de roedores y murciélagos.

Tabla 1. Lista taxonómica de roedores y murciélagos registrados en el área de influencia del Volcán Tacaná. Nomenclatura y sistema de clasificación de acuerdo a Wilson y Reeder (2005), Reid (1997 y 2009) y Rogers y González (2010).

ORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	Abundancia relativa (Cafetal)	Abundancia relativa (Bosque)				
Rodentia	Cricetidae	Neotominae	<i>Peromyscus mexicanus</i> (Saussure 1860)	6.6	12				
			<i>Peromyscus gymnotis</i> (Thomas 1894)	5.03	1.02				
			<i>Reithrodontomys mexicanus</i> (Saussure 1860)	0.09	-				
			<i>Reithrodontomys gracilis</i> (J. A. Allen y Chapman 1897)	-	0.61				
			Sigmodontinae	<i>Handleyomys alfaroi</i> (J. A. Allen 1891)	-	2.87			
				<i>Handleyomys rostratus</i> (Merriam 1901)	-	0.31			
		Heteromyidae	Heteromyinae	<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (Saussure 1860)	0.17	-			
				<i>Heteromys desmarestianus</i> (Gray 1868)	0.17	-			
				<i>Heteromys goldmani</i> (Merriam 1902)	0.52	3.18			
				Chiroptera	Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga commissarisi</i> (Gardner 1962)	7.08	-
							<i>Glossophaga morenoi</i> (Martínez y Villa-R. 1938)	2.36	-
							<i>Anoura geoffroyi</i> (Gray 1838)	4.72	-
						Stenodermatinae	<i>Hylonycteris underwoodi</i> (Thomas 1903)	1.18	-
							<i>Enchisthenes hartii</i> (Thomas 1892)	1.18	-
<i>Artibeus jamaicensis</i> (Leach 1821)	21.24	3.46							
<i>Artibeus toltecus</i> (Saussure 1860)	10.62	10.39							
Phyllostominae	<i>Artibeus phaeotis</i> (Miller 1902)	5.9	5.19						
	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers 1818)	3.54	-						
	<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy 1810)	9.44	5.19						
	<i>Sturnira ludovici</i> (Anthony 1924)	10.62	10.39						
	<i>Micronycteris microtis</i> (Miller 1898)	2.36	1.73						
	Carollinae	<i>Carollia sowelli</i> Baker, (Solari y Hoffmann 2002)	2.36	17.32					
	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy 1810)	-	6.93					
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i> (Peters 1864)	1.18	-						
Vespertilionidae	Myotinae	<i>Myotis keaysi</i> (J. A. Allen 1914)	7.08	-					

Tanto la riqueza como la abundancia del orden Chiroptera fueron mayores en cafetal (15 spp, 77 individuos) que en bosque mesófilo (8 spp, 35 individuos). De acuerdo a esto, el

índice de diversidad también mostró mayor valor en cafetal ($H' = 1,027$) que en bosque mesófilo ($H' = 0,824$), y la prueba de t indicó que existe diferencia significativa ($t = 4.38$; g. l. = 149; $P < 0.001$). La curva de rarefacción confirma esta diferencia entre la riqueza en los dos ensambles mostrando mayor número de especies en cafetal en el mismo valor de abundancia (Fig. 2a). Los valores promedio e intervalo de confianza de Chao1 en cafetal (VP = 16.97, ICmin = 15.25 y ICmax = 30.83) y bosque mesófilo (VP = 8, ICmin = 8.16 y ICmax = 9.2), muestran una tendencia diferente, ya que los valores manifiestan una separación en los intervalos de confianza. La curva de acumulación muestra que si bien no se alcanzó la asíntota, se registró un 72.7% en cafetal seguido del 70.5% en bosque mesófilo del total de especies estimadas por el modelo ($S_{max} = 20.6178$ en cafetal y $S_{max} = 11.3361$ en bosque mesófilo), en donde se esperaría adicionar cinco y tres especies más en cada hábitat respectivamente para alcanzar la asíntota (Fig. 4a).

En caso de los roedores, la riqueza de especies fue similar en ambos hábitats (6 spp), pero con una abundancia mayor en bosque mesófilo (145 individuos) que en cafetal (97 individuos). El índice de diversidad arrojó un valor numéricamente más alto en bosque mesófilo ($H' = 0,569$) que en cafetal ($H' = 0,474$), sin embargo no hubo diferencia significativa ($t = 0.59$; g. l. = 17; $P > 0.05$). En la curva de rarefacción se observa una tendencia inicial de mayor riqueza en bosque mesófilo, sin embargo hacia mayor valor de abundancia las curvas se acercan hasta encontrarse (Fig. 2b). Los valores del estimador Chao1 en cafetal (VP = 6.25, ICmin = 6.01 y ICmax = 10.71) y bosque mesófilo (VP = 6, ICmin = 6 y ICmax = 6.49), muestran una tendencia similar entre sus valores, los cuales se incluyen dentro del mismo intervalo de confianza. Si bien no se alcanzó la asíntota en la curva de acumulación de roedores, se registró el 77.6% en cafetal y 88.6% en bosque mesófilo del total de especies estimadas por el modelo ($S_{max} = 7.7264$ en cafetal y $S_{max} = 6.769$ en bosque mesófilo), en donde se esperaría adicionar dos y una especie más en cada hábitat respectivamente para alcanzar la asíntota (Fig. 4b).

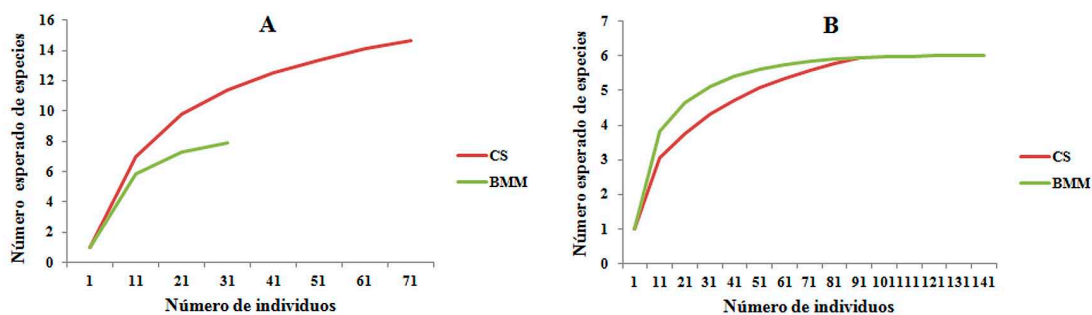
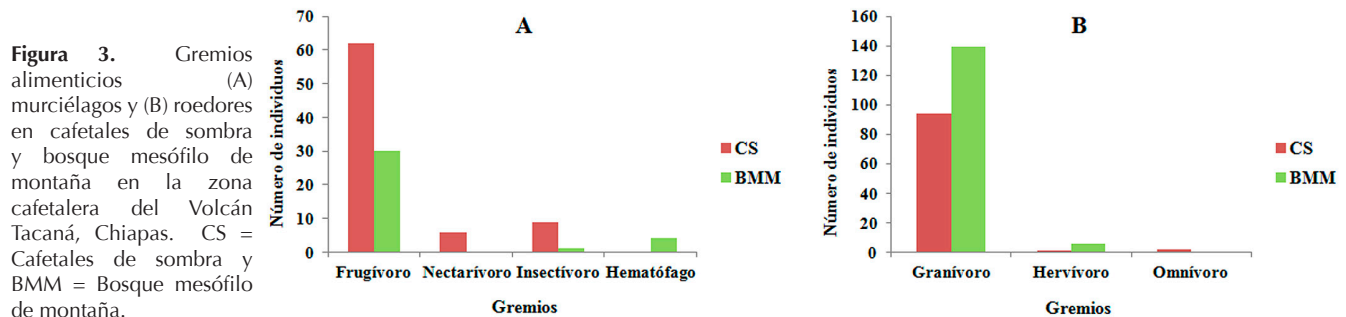


Figura 2. Curvas de rarefacción (A) murciélagos y (B) roedores en cafetales de sombra y bosque mesófilo de montaña en la zona cafetalera del Volcán Tacaná, Chiapas. CS = Cafetales de sombra y BMM = Bosque mesófilo de montaña.

Composición de ensambles, similitud y diversidad beta: Para el orden Chiroptera, *Artibeus jamaicensis* fue la especie más abundante en cafetal aportando el 23% de la abundancia total en este hábitat, seguido por *A. toltecus* con el 13%. Las especies menos abundantes en este mismo hábitat fueron *Mormoops megalophylla*, *Hylonycterys underwoodi*, *Enchisthenes hartii* y *Glossophaga morenoi*, todos con un solo individuo, dando en conjunto apenas el 5.2% de la abundancia total. En el bosque mesófilo las tres especies más abundantes fueron *Carollia sowelli* con el 28% de la abundancia total, *A. toltecus* y *Sturnira ludovici*, aportaron el 17.2% cada una. Las especies menos

abundantes fueron *Micronycteris microtis* con un individuo y *A. jamaicensis* con dos individuos, aportando juntos el 8.6% de la abundancia total. De las ocho especies de murciélagos registradas en bosque mesófilo, siete se encontraron también en cafetal. Una sola especie (*Desmodus rotundus*) fue exclusiva del bosque mesófilo, mientras registramos ocho especies más en cafetal (Tabla 1). Por lo tanto hay nueve especies que no se comparten entre los dos tipos de hábitat, lo que se ve reflejado en el valor del índice de Jaccard ($I_j = 0.46$) mostrando que la similitud en la composición de los dos ensambles es menos del 50%. El índice de diversidad beta es de $\beta_T = 0.39$ que significa una complementariedad relativamente baja.



En caso de los roedores, las especies más abundantes en cafetal fueron *Peromyscus mexicanus* y *P. gymnotis*, aportando en conjunto el 88.6% de la abundancia total. En este mismo hábitat, las especies menos abundantes fueron *Reithrodontomys mexicanus*, *Heteromys desmarestianus* y *Oligoryzomys fulvescens*, que en conjunto representaron el 5.2% de la abundancia total. En bosque mesófilo las especies más abundantes fueron *P. mexicanus*, *H. goldmani* y *Handleyomys alfaroi*, representando en conjunto el 89% de la abundancia total. Las especies menos abundantes fueron *Handleyomys rostratus*, *R. gracilis* y *P. gymnotis*, representando juntos el 11%.

De las nueve especies de roedores que se registraron en este estudio, únicamente tres se compartieron entre ambos hábitats: *P. mexicanus*, *P. gymnotis* y *H. goldmani*. De las seis especies que se encontraron en un solo tipo de hábitat, *H. desmarestianus*, *O. fulvescens* y *R. mexicanus*, se registraron en cafetal y *H. alfaroi*, *H. rostratus* y *R. gracilis*, se registraron en bosque mesófilo (Tabla 1).

La mayor parte de estas especies (6 spp) no se compartieron en los dos tipos de hábitat, lo cual se vio reflejado en el valor del índice de Jaccard ($I_j = 0.33$) que indicó una similitud baja en la composición de los dos ensambles. El valor del índice de diversidad beta es de $\beta_T = 0.5$ indicando un alto nivel de complementariedad en la zona de estudio, es decir que la mitad de especies se reemplaza de un tipo de hábitat al otro.

Diversidad funcional: Se registraron cuatro gremios alimenticios para el orden Chiroptera, de los cuales tres son compartidos por los dos hábitats. Los gremios exclusivos de un solo tipo de hábitat fueron: nectarívoro en cafetal y hematófago en bosque mesófilo (Fig.3a). Los gremios representados en cafetal son frugívoros, insectívoros y nectarívoros. En este mismo hábitat las especies frugívoras formaron el gremio con mayor riqueza y abundancia (8 spp, 56 individuos; 53% de las especies), seguido por los nectarívoros (4 spp, 12 individuos; 27% de las especies) y los insectívoros (3 spp, 9 individuos; 20%

de las especies). En bosque mesófilo, los gremios representados fueron: frugívoro, hematófago e insectívoro (Fig.3a). El gremio más representativo en cuanto a riqueza y abundancia fue el frugívoro (6 spp, 30 individuos; 75% de las especies) seguido por los gremios hematófago e insectívoro que en conjunto representaron el 25% del total de las especies en este hábitat (2 spp, 5 individuos). En ambos hábitats la mayoría de los murciélagos (10 spp; 62.5%) utilizan principalmente árboles para refugio ya sea en oquedades o entre el follaje, mientras que seis especies utilizan especialmente cuevas (37.5%).

Para el orden Rodentia se registró un total de tres gremios alimenticios, de los cuales dos son compartidos por ambos hábitats. El gremio exclusivo y no compartido fue el omnívoro en cafetal (Fig. 3b). Los gremios representados en este mismo hábitat fueron: granívoro, herbívoro y omnívoro. Las especies granívoras constituyeron el gremio con mayor riqueza y abundancia en cafetal (4 spp, 94 individuos; 66% de las especies) seguido por los gremios herbívoros y omnívoros que fueron los de menor riqueza y abundancia, y que en conjunto aportaron 2 spp y 3 individuos a la riqueza y abundancia total del cafetal. Para el bosque mesófilo se registraron dos gremios alimenticios: granívoro y herbívoros (Fig. 3b). El gremio mejor representado en este hábitat, tanto por su riqueza como por su abundancia fue el granívoro (5 spp, 139 individuos; 83% de las especies), el cual presentó el mayor número de registros, seguido del gremio herbívoro de solo una especie y seis individuos. En ambos hábitats la mayoría de los roedores (7 spp; 78%) son terrestres, mientras que dos especies son principalmente arborícolas (22%).

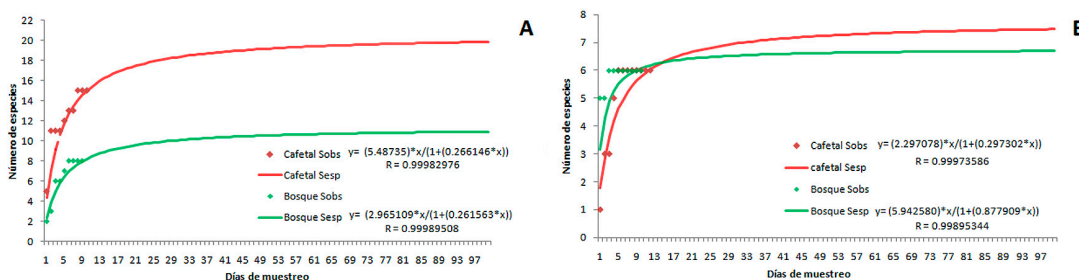


Figura 4. Curva de acumulación de especies A) murciélagos y B) roedores. Sobs = número de especies observadas y Sesp = número de especies estimadas.

Distribución y estado de conservación: Del orden Chiroptera se determinaron tres especies con algún grado de endemismo, *A. toltecus* y *H. underwoodi* tienen una distribución restringida a Mesoamérica y la especie *G. morenoi* se distribuye únicamente en México (Ceballos et al. 2002; Reid 2009). En cuanto a su distribución local por tipos de hábitat, *A. toltecus*, se observó en ambos tipos de hábitat mientras *H. underwoodi* y *G. morenoi*, se encontraron solo en cafetal. Una especie, *E. hartii*, se encuentra bajo la categoría de protección especial y fue registrada únicamente en cafetal.

Para el orden Rodentia se determinaron cinco especies con distribución sólo en Mesoamérica, *H. goldmani*, *P. gymnotis*, *P. mexicanus*, *H. rostratus* y *R. gracilis* (Reid 1997; Ceballos et al. 2002; Reid 2009). *P. gymnotis*, y *P. mexicanus* se registraron en ambos hábitats, mientras que *H. rostratus* y *R. gracilis* únicamente se registraron en bosque mesófilo, y *H. desmarestianus* solamente en cafetal. Únicamente la especie *R. gracilis* se encuentra entre las especies en riesgo como amenazada.

Discusión

Los resultados sugieren que los roedores pequeños y los murciélagos responden de manera diferente a la alteración del hábitat por los cafetales. El grupo de mamíferos pequeños más afectado por el cambio de uso de suelo en la zona de estudio son los roedores. Al reemplazar el bosque por cafetales, el sotobosque se cambia completamente por los cafetos y también se elimina la mayor parte del dosel, que son los estratos de vegetación más importantes como proveedores de recursos de alimento y cobertura para los roedores, tanto por su estructura como por la riqueza florística. Aunado a esto, los roedores son organismos con poca capacidad de desplazamiento en comparación con los murciélagos. Las especies que tienen mejores posibilidades de mantenerse en las áreas de cafetales, son las especies generalistas u omnívoras (*i. e. O. fulvescens*) o las especies con un amplio rango de distribución que no tienen requerimientos especiales de cobertura arbórea (*i. e. P. mexicanus*; Hobbs y Huenneke 1992).

El bosque mesófilo parece ser el mejor hábitat para varias especies de roedores en el área de estudio. Aunque el modelo de acumulación estimó una mayor riqueza de especies para ambos grupos en cafetal, en bosque mesófilo se encontró una mayor abundancia de especies que se consideran poco tolerantes a hábitats alterados, como *H. alfaroi*, la cual se registró únicamente en este hábitat. Es muy probable que solo el bosque conservado pueda ofrecerles las condiciones necesarias para la permanencia de estas y otras especies que por sus requerimientos y hábitos de uso de los recursos están estrechamente asociados a los hábitats boscosos, por ejemplo las arborícolas o semiarborícolas como *R. mexicanus* y *R. gracilis* (Young y Jones 1984; Reid 2009) o las granívoras como *H. goldmani* (Reid 1997).

Los vertebrados con mayor capacidad de desplazamiento se ven menos afectados por las alteraciones en los hábitats naturales a nivel local, ya que en su área de actividad pueden incluir varios componentes del paisaje (Swihart *et al.* 2003). La mayor riqueza de especies de murciélagos observada en cafetal se relaciona a la alta capacidad de desplazamiento de estos organismos, ya que las especies pueden utilizar la zona como sitios de forrajeo, o como un simple corredor para trasladarse de sus refugios diurnos a otras áreas en busca de alimento. Conociendo la biología de las especies, sus requerimientos de alimentación y refugio, la escasa diversidad florística y poca cobertura del estrato arbóreo en los cafetales aunado a un sotobosque monoespecífico (el café), muy pocas especies de murciélagos pueden encontrar sitios adecuados de refugio y suficientes recursos alimenticios únicamente en los cafetales. Por lo tanto, consideramos que este tipo de hábitat por sí solo no tiene los recursos suficientes para mantener a los ensamblajes de mamíferos pequeños y la gran mayoría de las especies depende de las unidades de paisaje adyacentes. Tomando en cuenta la estructura arbórea simplificada de los cafetales, la capturabilidad de murciélagos puede verse favorecida en cafetal, ya que el método utilizado cubre un mayor estrato vertical arbóreo en cafetales que en bosque mesófilo, por lo que este método es más adecuado para especies de murciélagos que se desplazan en el interior del bosque y abajo del dosel, por lo tanto, este método de captura es sesgado a especies frugívoras y a algunas especies insectívoras (*e. g.* familias Phyllostomidae, Mormoopidae y vespertilionidae) pero submuestra a ciertas especies que se desplazan en lo alto del dosel como algunos insectívoros aéreos (*i. e.* familia

Molossidae).

Solo en caso de los murciélagos pudimos detectar diferencia en la diversidad de sus ensamblajes entre cafetal y bosque, que también se vio reflejada en la tendencia de los valores del estimador Chao 1, ratificando esta diferencia estadística. Con base de los valores del índice de similitud y de diversidad beta de ambos grupos y tomando en cuenta también el criterio de Sánchez y López (1988), consideramos que las comunidades tanto de roedores como de murciélagos son diferentes en estos dos tipos de hábitat. En el caso de los roedores se debe esencialmente a la gran diferencia de composición de las especies, en donde se observó un patrón complementario entre los ensamblajes en los dos tipos de hábitat. En caso de los murciélagos, la baja similitud radicó principalmente en la diferencia de la riqueza de especies entre los dos tipos de hábitat, observándose un patrón anidado de la composición de los dos ensamblajes (Patterson y Atmar 1986), es decir que las especies de murciélagos de bosque mesófilo representan un subconjunto de murciélagos de cafetal.

Los gremios con requerimientos asociados a un alto grado de complejidad y cobertura de dosel (roedores granívoros y arborícolas, así como murciélagos que se refugian en árboles) mostraron una mayor diversidad en bosque mesófilo, mientras los gremios relacionados con requerimientos a áreas abiertas (roedores terrestres omnívoros y murciélagos insectívoros) lo fueron en cafetal. La diversidad de gremios tróficos y de uso de espacio de mamíferos pequeños indica el importante papel ecológico que desempeñan estos organismos, ya que pueden dispersar una gran variedad de semillas, consumir insectos que pueden ser plaga para varios cultivos en la región, además de que estas especies polinizan varias especies de plantas en el área de estudio.

El registrar especies bajo alguna categoría de riesgo a nivel local, es una situación que nos indica la importancia de conservar los bosques nativos, buscando e implementando alternativas que favorezcan la conservación. Consideramos que es necesario mantener y conservar los fragmentos de bosques que aún existen en los alrededores de las plantaciones de café, así como diversificar los cafetales con más especies nativas para sombra. Dejar troncos caídos y árboles viejos ayuda que los murciélagos y los roedores pequeños encuentren refugios dentro de los cafetales. Estas acciones, entre otras estrategias de conservación que implementa la RBVT en su área de influencia, ayudarían a reducir el efecto del cambio de uso de suelo en la región del Volcán Tacaná e inclusive revertir el proceso de declinación poblacional y extinción local de las especies nativas de mamíferos pequeños amenazadas o en riesgo.

Literatura citada

- ALDRICH, M., C. BILINGTON, M. EDWARDS, Y R. LAIDLAW.** 1997. Tropical montane cloud forests: an urgent priority for conservation. *WCMC Biodiversity Bulletin* 2:1-17.
- ARITA, H. T.** 1993. Conservation biology of cave bats of Mexico. *Journal of Mammalogy* 74:693-702.
- ANTA, S.** 2006. El café de sombra: un ejemplo de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad. *Gaceta Ecológica* 80:19-31.
- CEBALLOS, G., J. ARROYO-CABRALES, Y R. A. MEDELLÍN.** 2002. The mammals of México: composition, distribution, and conservation status. *Occasional Papers, The Museum Texas Tech University* 218:1-27.

- CHALLENGER, A.** 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México, México.
- CHAO, A.** 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11: 265-270.
- CHAO, A. Y S. LEE.** 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association* 87: 210-217.
- COLWELL R. K., Y J. A. CODDINGTON.** 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Pp. 101-118 in: *Biodiversity: Measurement and Estimation* (Hawksworth D. L. Ed.). The Royal Society. Chapman & Hall. Londres, Reino Unido.
- COLWELL R. K.** 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL: purl.oclc.org/estimates.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.** Sistema Integrado de Identificación Taxonómica. En línea: http://siit.conabio.gob.mx/pls/itisca/taxastep?king=Animalia&p_action=exactly+for&taxa=Heteromys+goldmani&p_format=&p_ifx=itismx&p_lang=es
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Gobierno Federal. Ciudad de México, México.
- FENTON, M. B., L. ACHARYA, D. AUDET, M. B. HICKEY, C. MERRIMAN, M. K. OBRIST, D. M. SYME, Y D. ADKINS.** 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the neotropics. *Biotropica* 24:440-446.
- GOTELLI, N. J., Y A. M. ELISON.** 2004. *A primer of ecological statistics*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, EE.UU.
- HAMILTON, L. S., J. O. JUVIK, Y F.N. SCATENA (EDS.).** 1995. *Tropical montane cloud forests*. Springer-Verlag. New York, EE.UU.
- HOBBS, R. J., Y L. F. HUENNEKE.** 1992. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conservation Biology* 6:324-357.
- JONES, C., W. J. MCSHEA, M. J. CONROY, Y T. H. KUNZ.** 1996. Capturing Mammals. Pp. 115-155 in *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals* (Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, y M. S. Foster, eds.). Smithsonian Institution Press. Washington, EE.UU.
- KALKO, E. K.** 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology* 101:281-97.
- MAGURRAN, A. E.** 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. Princeton, EE.UU.
- MAGURRAN, A. E.** 2006. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido.
- MARTÍNEZ-CAMILO, R., Y N. MARTÍNEZ-MELÉNDEZ.** 2010. Características físico-ambientales de los bosques mesófilos de Chiapas. Pp. 37-63 in *Los bosques mesófilos de montaña en Chiapas: situación actual, diversidad y conservación* (Pérez, M., C. Tejeda, y E. Silva, eds.). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla

Gutiérrez, México.

- MEDELLÍN, R. A., M. EQUIHUA, Y M. A. AMÍN.** 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14:1666-1675.
- MEDELLÍN, A., H. ARITA, Y O. SÁNCHEZ.** 2008. Identificación de los murciélagos de México: clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- MERRITT, J. F.** 2010. The biology of small mammals. Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- MOGUEL, P., Y V. M. TOLEDO.** 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13:11-21.
- MORENO, C.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manual y Tesis SEA. Volumen 1. Zaragoza, España.
- MUÑOZ, A., HORVÁTH, A., PERCINO, R., RAMÍREZ, M., MACIP, R., MARTÍNEZ, P., MORENO, M., RAMÍREZ, M., Y R. VIDAL.** 2002. Evaluación de la diversidad de vertebrados terrestres en cafetales en la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Informe Final. ECOSUR-Instituto Para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (IDESMAC). Tuxtla Gutiérrez, México.
- NEUWEILER, G.** 2000. The biology of bats. Oxford University Press. New York, EE.UU.
- NOLASCO, M.** 1985. Café y sociedad en México. Centro de Ecodesarrollo. Ciudad de México, México.
- PATTERSON, B. D., Y W. ATMAR.** 1986. Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. Pp. 65–82 in *Island biogeography of mammals* (L. R. Heaney, y B. D. Patterson, eds.). Academic Press. Londres, Reino Unido.
- PERFECTO, I., R. A. RICE, R. GREENBERG, Y M. E. VANDERVOORT.** 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46:598-608.
- POHLENZ, B.** 2002. Posición de productores sobre la situación actual de la cafecultura en México. Pp. 41-44 in *México y la cafecultura Chiapaneca: reflexiones y alternativas para los caficultores* (Pohlan, J. 2002). El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Tapachula, México.
- REID, F. A.** 2009. A field guide to the mammals of Central America y Southeast Mexico. Oxford University Press. New York, EE.UU.
- ROGERS, D. S., Y M. W. GONZÁLEZ.** 2010. Phylogenetic relationships among spiny pocket mice (*Heteromys*) inferred from mitochondrial and nuclear sequence data. *Journal of Mammalogy* 91:914-930.
- SÁNCHEZ-CORDERO, V., Y T. H. FLEMING.** 1993. Ecology of tropical Heteromyids. Pp. 596-617 in *Biology of the Heteromyidae* (Genoways, H. H., y J. H. Brown, eds.). Special publications No. 10, American Society of Mammalogists. Lawrence, EE.UU.
- SÁNCHEZ, O., Y G. LÓPEZ.** 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana* 75:119-145.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.** Normales climatológicas 1971-2000, estación Unión Juárez. En línea: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/normales/estacion/chis/NORMAL07172.TXT>
- SOBERÓN, J., Y J. LLORENTE.** 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488.
- SWIHART, R. K., T. M. GEHRING, M. B. KOLOZSVARY, Y T. E. NUPP.** 2003. Responses

- of 'resistant' vertebrates to habitat loss and fragmentation: the importance of niche breadth and range boundaries. *Diversity and Distributions* 9:1-18.
- VARGAS, F., S. ESCOBAR, Y R. DEL ÁNGEL.** 2000. Áreas naturales protegidas de México con decretos federales (1899-2000). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) - INE. Red para el Desarrollo Sostenible, A. C. Ciudad de México, México.
- WILSON, D. E., Y D. M. REEDER (EDS.).** 2005. *Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*, tercera edición. Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- YOUNG, C. J., Y J. K. JONES, JR.** 1984. *Reitrodontomys gracilis*. *Mammalian Species* 218:1-3.
- ZAR, J. H.** 1993. *Biostatistical Analysis*. Segunda edición. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey, EE.UU.

Sometido: 11 de abril de 2012
Revisado: 15 de junio de 2012
Aceptado: 28 de agosto de 2013
Editor asociado: Jesús Maldonado
Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

