

# Therya

Volumen 5

Número 2

Agosto 2014



[www.mastozoologiamexicana.org](http://www.mastozoologiamexicana.org)  
**AMMAC**

### **La Portada**

Fotografía tomada en la comida de celebración posterior a la firma del Acta Constitutiva de la Asociación Mexicana de Mastozoología Asociación Civil (AMMAC). La primera mesa directiva de la AMMAC estuvo constituida por Juan Pablo Gallo como presidente, Daniel Navarro como vicepresidente, Rodrigo Medellín como secretario ejecutivo y María Canela como tesorera. La foto fue tomada en casa de Juan Pablo Gallo, que junto con la de Rodrigo Medellín fueron las que hospedaron la mayor cantidad de reuniones preparatorias para la Asociación.

De pie empezando por la izquierda: Daniel Navarro, Rosario Manzanos, María Canela, Silvia Manzanilla, Esther Romo, Livia León, Alondra Castro. Sentados desde la izquierda: Federico Romero, Héctor Arita, Rodrigo Medellín, Hiram Barrios, Víctor Sánchez Cordero, Juan Pablo Gallo y Álvaro Miranda (foto tomada por Agustín Gallo Reynoso).

### **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 decimoprimer en la cosmogonía mexicana. "Ozomatli" es una representación pictórica de los mono arañas (*Ateles geoffroyi*). La especie de primate de más amplia distribución en México.

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

# Therya

Volumen 5, número 2

Agosto 2014

## Contenido

<b>Editorial</b> <i>Rodrigo A. Medellín, Society for Conservation Biology</i>	367
<b>Sinopsis de los mamíferos silvestres del estado de Guanajuato, México, y comentarios sobre su conservación</b> <i>Óscar Sánchez</i>	369
<b>Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México</b> <i>Sonia Gallina y Joaquin Bello Gutierrez†</i>	423
<b>Carnívoros del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, Jalisco</b> <i>María Magdalena Ramírez-Martínez, Luís Ignacio Iñiguez-Dávalos y Martha Pilar Ibarra-López</i>	437
<b>Age estimation on long-beaked common dolphins, <i>Delphinus capensis</i>, from the Gulf of California</b> <i>Juan Pablo Gallo-Reynoso, Edna O. Francisco y Charles Leo Ortiz</i>	449
<b>Análisis de los trabajos presentados en los Congresos Nacionales organizados por la Asociación Mexicana de Mastozoología (AMMAC)</b> <i>Miguel Briones-Salas, Dagoberto Ramos y Yadira Santiago</i>	461
<b>Una nueva especie de ratón orejón del género <i>Phyllotis</i> Waterhouse, 1837 (Rodentia: Cricetidae) del norte del Perú</b> <i>Víctor Pacheco, Edgardo M. Rengifo and Dan Vivas</i>	481
<b>Annual age structure and reproduction in the Caatinga red-nosed mouse, <i>Wiedomys pyrrhorhinos</i> (Rodentia, Sigmodontinae)</b> <i>Gisela Sobral and João Alves de Oliveira</i>	509
<b>Nonvolant small mammals from a southwestern area of Brazilian Cerrado: diversity, habitat use, seasonality, and biogeography</b> <i>Ana Paula Carmignotto, Alexandra M. R. Bezerra and Flávio H. G. Rodrigues</i>	535
<b>Un cariotipo del murciélago sedoso de cola corta (<i>Carollia brevicauda</i> [Schinz, 1821], Chiroptera: Phyllostomidae) de los andes de Colombia</b> <i>Elkin A. Noguera-Urbano y Silvia Muñoz-Montenegro</i>	559
<b>El registro de mayor altitud del Hurón Mayor <i>Galictis vittata</i>, con notas sobre su presencia y conservación dentro del departamento de Caldas, en la región andina de Colombia</b> <i>Sergio Escobar-Lasso y Christian F. Guzmán-Hernández</i>	567

<b>Los felinos silvestres del departamento de Caldas, en la región andina de Colombia: composición, distribución y conservación</b> <i>Sergio Escobar-Lasso, Juliana Cerón-Cardona, John Harold Castaño-Salazar, Leonardo Mendieta-Giraldo y Oscar Ospina-Herrera</i>	575
<b>Variación intraespecífica en <i>Cryptotis aroensis</i> (Mammalia, Soricomorpha, Soricidae) de Venezuela</b> <i>Franger J. García, Mariana Isabel Delgado-Jaramillo y Marjorie Machado</i>	589
<b>Características del hábitat del Manatí antillano (<i>Trichechus manatus manatus</i>) en sistemas fluviolagunares del sur del Golfo de México</b> <i>Darwin Jiménez-Domínguez y León David Olivera-Gómez</i>	601
<b>Roedores y murciélagos en espacios verdes en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México</b> <i>Antonio García-Méndez, Consuelo Lorenzo, Luis-Bernardo Vazquez y Rafael Reyna-Hurtado</i>	615
<b>Los roedores de Jalisco, México: clave de determinación</b> <i>Edgar G. Godínez y Sergio Guerrero</i>	633
<b>In Memoriam: Dra. Gloria Luz Portales Betancurt (1963-2014)</b> <i>Moncada-Moncada et al.</i>	679

fascículo 14 [http://www.mastozoologiamexicana.org/doi/10.12933/therya-5\\_2/therya-5\\_2](http://www.mastozoologiamexicana.org/doi/10.12933/therya-5_2/therya-5_2)

DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS, año 5, No. 14, abril-agosto de 2014, 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](http://www.mastozoologiamexicana.org), [therya@cibnor.mx](mailto:therya@cibnor.mx). Editor responsable: Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-112812171700-102, ISSN: 2007-3364 ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda, Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz, Baja California Sur, C. P. 23096, Tel 612 123 8486, fecha de la última modificación 27 agosto 2014.

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, 23096. México. E-mail: sticul@cibnor.mx.

**Guillermo D'Elía.** Editor asociado. Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. E-mail: guille.delia@gmail.com.

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

**William Z. Lidicker, Jr.** Editor asociado. Museum of Vertebrate Zoology. University of California. Berkeley, CA 94720. Estados Unidos de Norte América. E-mail: wlidicker@berkeley.edu.

**Consuelo Lorenzo Monterrubio.** Editor asociado. 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. México. E-mail: clorenzo@ecosur.mx.

**Cristina MacSwiney González.** Editor asociado. Universidad Veracruzana. Casco de la Ex Hacienda Lucas Martín. Privada de Araucarias. Xalapa, Veracruz 91019. México. E-mail: cmacswiney@uv.mx.

**Jesús E. Maldonado.** Editor asociado. 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. Estados Unidos de Norte América. E-mail: maldonadoj@si.edu.

**Robert D. Owen.** Editor asociado. Department of Biology. Texas Tech University. Lubbock Texas 79409. Estados Unidos de Norte América. Dr. Raúl Casal 2230 (ex Martín Barrios) c/ Pizarro. C.P. 1371. Barrio Republicano. Asunción, Paraguay. E-mail: rowen@tigo.com.py

**Rafael Reyna Hurtado.** Editor asociado. El Colegio de la Frontera Sur, unidad Campeche. Avenida Rancho s/n, Lerma Campeche, 24500. México. E-mail: rafaelcalakmul@gmail.com.

**Sergio Solari.** Editor asociado. Instituto de Biología. Universidad de Antioquia. Calle 67 No53-108 / AA 1226. Medellín, Colombia. E-mail: solari.udea@gmail.com.

## Consejo Editorial

**Barbara H. Blake.** Universidad del Norte de Carolina, Greenboro. P. O. Box 26170. Biology Department. Greenboro, North Carolina 27412-6170. Estados Unidos de Norte América.

**Douglas A Kelt.** Universidad de California, campus Davis. 1 Shields Ave, Davis, Clifornia 95616. Estados Unidos de Norte América.

**Víctor Sánchez Cordero.** Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Coyoacán, 04510 Ciudad de México, Distrito Federal, México.

## Diseño Gráfico y Editorial

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



## Editorial

---

La AMMAC festeja su trigésimo aniversario. Y mi abuelita tenía ruedas. Así habría yo respondido a la primera aseveración hipotética de alguno de mis amigos con quienes en 1984 nos reuníamos cada semana en mi casa o en casa de Juan Pablo Gallo para discutir estatutos, comentar ideas sobre publicaciones, plantear proyectos y preparar documentos. La verdad es que nunca lo habría creído. Y sin embargo, 30 años después, aquí estamos festejando precisamente el 30 aniversario de una AMMAC fuerte, vibrante, creciente, una de las dos organizaciones académicas profesionales para el estudio de mamíferos más antiguas en Latinoamérica, junto con su hermana gemela, la SAREM Argentina que festejó su 30 aniversario apenas el año pasado.

Recuerdo con mucho cariño esas reuniones caseras, siempre puntuadas con abundante helado de vainilla o chocolate, ya que mi padre estaba en el negocio de los helados. Recuerdo también que en ocasiones mi padre se ponía a discutir nuestros proyectos con nosotros, y en más de una ocasión nos puso a sudar cuestionando las bases o la viabilidad de nuestros estudios, ya fueran sobre nutrias marinas, sobre tuzas, zacatuches, o cualquier otro grupo. De esas reuniones salió un grupo fundador fortalecido por la camaradería, la amistad, los proyectos colaborativos, y las intenciones de trascender.

El estudio de los mamíferos es una actividad apasionante que frecuentemente integra a la gente en debates acalorados y proyectos visionarios. Después de varios años, en 1987, Gerardo Ceballos, Daniel Navarro, y uno o dos más, decidimos organizar la Primera Reunión Conjunta entre una sociedad de mastozoología de algún país y la American Society of Mammalogists en Cancún durante el verano. Casi todos éramos estudiantes de doctorado. Y la reunión sirvió para mostrar el empuje, la fuerza, el potencial con los que la mastozoología mexicana venía creciendo en ese momento. Demostramos de lo que éramos capaces académicamente, logísticamente, contablemente, y de coordinadores.

La reunión salió impecablemente, y aún hoy mientras estoy sentado en Oklahoma en la reunión 94 de la American Society of Mammalogists, varios miembros han sacado a colación el congreso de Cancún como el paso decisivo que estableció a México como un gigante en el estudio de los mamíferos a nivel continental. A partir de ese congreso, se publicaron dos libros: Avances en el Estudio de los Mamíferos de México, editado por Rodrigo Medellín y Gerardo Ceballos, y Latin American Mammalogy, editado por Michael Mares y David Schmidly. Ese fue mi primer volumen editado y un verdadero bautizo de fuego, al intentar compilar y editar capítulos de docenas de autores regados por todo el país, **sin el beneficio del correo electrónico** que apenas estaba en sus etapas incipientes!!

Las fiestas y celebraciones en Cancún fueron realmente legendarias, apoteósicas y sirvieron como fermento para cementar amistades de décadas entre mexicanos y

extranjeros, para estimular colaboraciones que hoy en día siguen vivas, productivas y vibrantes. Recuerdo una reunión en particular en la que David Schmidly, Terry Yates, Al Gardner, Don Wilson, Gerardo Ceballos y yo, nos dedicamos a lanzar gente a la alberca, vestidos y todo. Estas acciones simplemente nos ponían a todos en el mismo plano humano, en el mismo nivel anímico. Enfrentando el mismo problema con el hotel! Por supuesto el personal nos reprendió y quiso intentar detenernos cuando eran ya más de 60 personas con sus ropas de calle metidas en la alberca del hotel. Hace un par de noches rememoraba yo ese festejo precisamente con Al Gardner y con David Schmidly. Levantamos nuestros vasos y brindamos por el gran ausente, Terry Yates, que se nos adelantó por varios años, pues falleció hace 7 años.

El crear una organización, encauzarla, solidificarla, y dejarla ir, es una experiencia muy enriquecedora. Es moverse a otros derroteros mientras el hijo intelectual encuentra su camino y sigue su desarrollo. Hoy me da gusto ver que la AMMAC sigue creciendo y fortaleciéndose, y saber que hay cientos y cientos (si no es que miles) de jóvenes dispuestos a continuar en la batalla, a seguir ampliando nuestros conocimientos sobre los mamíferos, dispuestos a seguir organizando congresos, armando proyectos colaborativos de gran profundidad, y a seguir preparando publicaciones que continúen enalteciendo el nombre de la mastozoología mexicana, me llena de orgullo y de esperanza. Muchas felicidades, AMMAC, por tus primeros treinta años. Has sido una compañera de vida incansable. Nuestros caminos no siempre van juntos, pero eso es una característica del crecimiento. Vengan otros 300 años de la AMMAC, que lo seguiremos festejando.

**Rodrigo A. Medellín**

Presidente

Society for Conservation Biology



# Sinopsis de los mamíferos silvestres del estado de Guanajuato, México, y comentarios sobre su conservación

Óscar Sánchez<sup>1</sup>

**Introduction.** Alfred Dugès (1826-1910) began the formal study of wild mammals in the state of Guanajuato, Mexico. After his death the subject remained virtually forgotten for almost a hundred years. In the early years of the XXI century several authors began a period of revision of this state fauna based on recent field surveys, museum specimens and previously unnoticed literature.

**Objectives.** The objectives of the present contribution were: to integrate a synopsis of the mammalian fauna of Guanajuato, documenting details for species and subspecies, recognizing proportions of its components at the family level; diagnose the current state coverage of records at the municipality level; outline general biogeographic affinities of the mammal fauna; develop a general conservation view with emphasis on endangered species and protected areas (but without losing sight of other species, spaces and policy instruments), and indicate pending aspects.

**Methodology.** Results of previous literature reviews and museum specimen searches served to summarize mammal species richness, general state distribution and conservation status of taxa. Faunal affinities were outlined considering mammal species whose distribution is clearly associated with large physiographic-biogeographic regions converging in Guanajuato. Information on species at risk, protected areas, priority species, species management units and trade regulations, was gathered and collated to build an integrated conservation diagnostic. Lack of information on other conservation aspects was also addressed and main gaps were identified.

**Results.** Ninety three species of 20 mammal families are known from Guanajuato, mainly Rodentia, Chiroptera and Carnivora. Records were found for 30 of 46 municipalities; but are still unrepresentative. Only 25 species have been recorded in more than five municipalities (Figure 4). The mammal fauna has affinity with the Mexican Plateau, with the slopes of the Gulf of Mexico and of the Pacific, and the Neovolcanic Belt (Figure 5). Most of the territory in Guanajuato is considerably disturbed (Figure 6); main conservation strongholds for species at risk are related to protected areas.

**Discussion and Conclusions.** The 93 recorded species were catalogued with data on subspecies, general state distribution, and comments on taxonomy and conservation status. Guanajuato still needs systematic sampling; current records are not yet representative of the territory. This mammal fauna is a complex with different biogeographical components, which should guide any conservation strategy. Alteration of territory calls for effective conservation within protected natural areas (PNA), particularly for species at risk, but some PNAs do not have a validated mammal inventory. Management units (UMA) are scarce and aim at fostering a few species of economic interest; these units need to reorient their overall support for conservation of native biota. Some species are officially considered as priority ones, which can induce/enhance conservation in Guanajuato. Besides deepening the knowledge of species *per se*, several conservation aspects are pending, as examples: generate management plans for species at risk in PNAs and outside them, check the operation

---

<sup>1</sup>Alhelí 613-A, Las Flores, San Lorenzo Tepaltitlán, 50018, Estado de México, México. E-mail: teotenango@yahoo.com

of UMA with emphasis on the subspecies of whitetail deer that have been introduced and managed, combat exotic and invasive species in the wild (this includes reducing extensive grazing), and characterize the social perception about conservation of mammals and their natural habitat.

**Key words:** Conservation, diversity, geography, Guanajuato, mammals, Mexico, priorities, richness, taxonomy.

## Resumen

Alfredo Dugès (1826-1910) inició el estudio formal de los mamíferos silvestres del estado de Guanajuato, México. Luego de su muerte este tema permaneció prácticamente olvidado por casi cien años. Al inicio del Siglo XXI varios autores comenzaron una etapa de revisión sobre distintos componentes de esta fauna estatal (Sánchez y Magaña-Cota 2008, Sánchez *et al.* 2009, Sánchez *et al.* 2012, Magaña-Cota *et al.* 2012, Sánchez *et al.* 2014,) con base tanto en resultados de exploraciones de campo recientes como en ejemplares de museo y literatura previamente inadvertida. Los objetivos de la presente contribución fueron integrar una sinopsis de la mastofauna de Guanajuato, documentada a detalle respecto a especies y subespecies; reconocer las proporciones de sus componentes a nivel de familias; diagnosticar la cobertura actual de registros a escala de municipios; trazar las afinidades biogeográficas generales de la mastofauna; elaborar una perspectiva integrada de conservación con énfasis en las especies en riesgo y áreas naturales protegidas (pero sin perder de vista al resto de las especies, otros espacios e instrumentos de política pública), e indicar aspectos pendientes de estudio.

Se retomaron resultados de revisiones previas de literatura y registros de ejemplares en museos para resumir la riqueza mastofaunística del estado, la distribución general y estatus de conservación de los taxones. Se consideró la vinculación de ciertas especies de mamíferos con las grandes regiones fisiográfico-biogeográficas de México que convergen en Guanajuato, para esbozar las afinidades de la mastofauna. Se reunió y comparó información sobre especies en riesgo, áreas naturales protegidas, especies prioritarias, especies en unidades de manejo y regulaciones comerciales aplicables, para construir un diagnóstico integrado. También se identificaron aspectos pendientes de atención respecto a la conservación de mamíferos silvestres. Se conocen de Guanajuato 93 especies de 20 familias, principalmente Rodentia, Chiroptera y Carnivora. Existen registros para 30 de 46 municipios; aún son poco representativos. Sólo 25 especies se han registrado en más de cinco municipios. La mastofauna tiene afinidad con la Altiplanicie Mexicana, con la vertiente del Golfo de México, con la vertiente del Pacífico y con el Eje Neovolcánico. El entorno natural de Guanajuato está muy alterado; la base de conservación para especies en riesgo se relaciona con las áreas naturales protegidas. Las 93 especies conocidas se han compendiado, con datos sobre subespecies y su distribución estatal general, anotaciones taxonómicas y de estatus de conservación. Guanajuato aún necesita muestreo sistemático; los registros actuales aún no son representativos del territorio. La mastofauna es un complejo con distintos componentes biogeográficos, lo que debe orientar cualquier estrategia de conservación. La alteración del territorio reclama eficacia en la conservación dentro de áreas naturales protegidas (ANP), particularmente para las especies en riesgo; varias ANP aún no cuentan con inventario validado de mamíferos. Las unidades de manejo (UMA) son escasas y se orientan una cuantas especies aprovechables; necesitan reorientar su apoyo integral

a la conservación de la biota nativa. En Guanajuato existen especies oficialmente consideradas como prioritarias, que pueden inducir/potenciar la conservación. Además de profundizar el conocimiento sobre las especies varios aspectos de conservación están pendientes, como ejemplos: generar planes de manejo para especies en riesgo en ANP y fuera de ellas, verificar el funcionamiento de UMA incluyendo las subespecies de venado cola blanca que han introducido y manejan, combatir especies exóticas e invasoras en libertad (incluyendo disminuir el pastoreo extensivo), y tipificar de la percepción social sobre la conservación de mamíferos y sus hábitat naturales.

**Palabras clave:** Conservación, diversidad, geografía, Guanajuato, mamíferos, México, prioridades, riqueza, taxonomía.

## Introducción

El estudio de los mamíferos silvestres del estado de Guanajuato se inició en el Siglo XIX con las publicaciones de Alfredo Dugès (1826–1910); entre sus contribuciones de síntesis destacan las de 1870, 1890 y 1895. Desde entonces y hasta la mitad del Siglo XX hubo un visible hiato en el que se produjeron sólo trabajos esporádicos; más adelante diversos autores produjeron publicaciones en las que se mencionan mamíferos silvestres del estado, aunque no expresamente con un enfoque faunístico sobre la entidad. En los últimos años se han elaborado revisiones históricas y actualizaciones para ciertos grupos de mamíferos de Guanajuato: murciélagos (Sánchez y Magaña-Cota 2008 y Sánchez *et al.* 2009); roedores (Magaña-Cota *et al.* 2012). También se han efectuado nuevas exploraciones en la Sierra de los Agustinos (Apátiga *et al.* 2008) y en el noreste del estado (Elizalde-Arellano *et al.* 2010), y se han agregado registros puntuales para algunas especies (Iglesias *et al.* 2008; Magaña-Cota *et al.* 2010; Sánchez-Cordero *et al.* 2011; Charre-Medellín *et al.* 2012a y 2012b, y Cecaíra-Ricoy *et al.* 2012). Recientemente se produjo una primera síntesis actualizada sobre la mastofauna estatal (Sánchez *et al.* 2012) y también una revisión sobre los mamíferos no voladores (Sánchez *et al.* 2014).

La síntesis de 2012, para actualizar la mastofauna estatal, se basó en la literatura publicada hasta 2010 y en diversos registros de ejemplares en museos de México y los Estados Unidos de Norteamérica. Por su naturaleza general, ese trabajo se limitó al nivel taxonómico de especie y no hizo referencia a la distribución geográfica conocida de éstas en el estado. La revisión de más publicaciones, la aparición de nuevos registros estatales de especies, de un resumen sobre roedores de Guanajuato (Magaña-Cota *et al.* 2012), de una revisión histórica y síntesis general sobre los mamíferos no voladores (Sánchez *et al.* 2014) y de varias revisiones de grupos taxonómicos, han estimulado una sinopsis del conocimiento sobre los mamíferos del estado con comentarios a mayor detalle.

En la presente contribución se buscó generar una guía taxonómica más completa sobre la mastofauna de Guanajuato con base en la información hasta 2014, considerando ahora las subespecies relacionadas con el territorio estatal y registros que las sustentan. También se intentó describir la composición de la mastofauna por taxones mayores, ofrecer una estimación gruesa de la cobertura actual del muestreo del estado, por el momento a la escala de municipios, y hasta donde la información lo permitió se trató de identificar las afinidades biogeográficas generales de esta fauna estatal. También se

concentró la información existente sobre la situación de riesgo de los taxones presentes en el estado, según referencias de escala global y nacional. Para las especies en riesgo se ubicaron las relaciones de los registros existentes con áreas naturales protegidas del estado, con el propósito de orientar el inicio de prospecciones de sus poblaciones en esas áreas y la toma de decisiones sobre medidas de conservación adecuadas.

Los resultados de esta sinopsis permitieron identificar algunos vacíos de información, prioridades de investigación y de conservación de los mamíferos en Guanajuato.

## Material y Métodos

Los insumos de esta contribución son listados de especies de mamíferos, entre ellos las síntesis históricas y revisiones faunísticas de Sánchez y Magaña-Cota (2008); Sánchez *et al.* (2009); Magaña-Cota *et al.* (2012) y Sánchez *et al.* (2012), así como diversa literatura sobre grupos particulares de especies e información de ejemplares presentes en distintos museos (Sánchez *et al.* 2014). Con esos datos se produjo una lista unificada de las especies de mamíferos de Guanajuato.

Para la secuencia de presentación de los taxones se tomó como base la publicación de Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012), que incluye modificaciones de la nomenclatura efectuadas en la década reciente. No obstante, en la presente contribución se mantienen posiciones diferentes en algunos aspectos: Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012) hacen referencia en su lista a la familia Muridae de los roedores y dentro de ella, a una sola subfamilia (Neotominae); aquí se considera válida la familia Cricetidae con base en evidencia molecular y en la filogenia de los Muroidea reconstruida por Steppan *et al.* (2004), en la que además se validan las subfamilias Arvicolinae, Tylomyinae, Neotominae y Sigmodontinae (de las cuales las dos últimas están representadas en Guanajuato). Por otra parte, la lista en Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012) considera válida la familia de quirópteros Antrozoidae siguiendo a Simmons (1998). Sin embargo, evidencia más reciente (Hooper y Van Den Bussche 2001, Hooper y Van Den Bussche 2003, y Roehrs *et al.* 2010) indica que se justifica considerarla una subfamilia dentro de Vespertilionidae (Antrozoinae); en la edición más reciente de Wilson y Reeder (2005) Simmons ya la recoloca como Antrozoinae. Por otra parte, Wilson y Reeder (2005) reconocen varias tribus dentro de la subfamilia Vespertilioninae, posición que aquí se sigue al mencionar aquellas a las que corresponden las especies presentes en Guanajuato (Eptesicini, Lasiurini, Nycticeini, Pipistrellini y Plecotini).

En relación con los nombres de los géneros de murciélagos *Baeodon* y *Parastrellus* se adopta la postura tomada por Ramírez-Pulido *et al.* (2005) reconociéndolos como válidos. En cuanto a los murciélagos del género *Sturnira*, en este trabajo se considera la nomenclatura propuesta por Velazco y Patterson (2013), quienes en su revisión filogeográfica del género elevaron *S. liliun parvidens* al estatus de especie (actualmente queda como *S. parvidens*) y también refrendan la reubicación de *S. ludovici hondurensis* en la jerarquía de especie (*S. hondurensis*) hecha por Ludica (2000).

Tomando la propuesta de Helgen *et al.* (2009), en la lista se emplean nombres genéricos separados para las ardillas *Ictidomys*, *Otospermophilus* y *Xerospermophilus*, las cuales anteriormente estuvieron subsumidas en el género *Spermophilus*. Para las tuzas del género *Cratogeomys* se siguió la opinión de Hafner *et al.* (2004) en la cual se establece que *C. tylorhinus* y *C. zinseri* son sinónimos de *C. fumosus*. En el caso

de las tuzas menores (*Thomomys*) se consultó el estudio de Álvarez-Castañeda (2010) que indica que el complejo *Thomomys bottae-umbrinus* en realidad podría incluir más de dos especies. Respecto al género *Oryzomys* se consideró el trabajo de Carleton y Arroyo-Cabrales (2009), que considera válida la especie *O. albiventer*.

En el caso de la familia Heteromyidae se adopta provisionalmente la postura de Hafner *et al.* (2007), fundamentada en evidencia del análisis de genes mitocondriales, respecto a que el género *Liomys* puede considerarse sinónimo de *Heteromys*; esto presentaría un esquema filético más congruente, al eliminar una situación de parafilia anteriormente implicada entre ambos géneros. Asimismo, se consideró una revisión de la especie antes conocida como *Dipodomys phillipsii* (Gray 1841), de la cual la subespecie *D. p. ornatus* ha sido reconocida como especie distinta (*D. ornatus*; Fernández *et al.* 2012). Coincidiendo con Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012) aquí se conserva el nombre del jaguarundi como *Herpailurus yagouaroundi*, a pesar de que (Wilson y Reeder 2005) lo incluyen en el género *Puma* considerando el resultado de estudios moleculares como los de Mattern y McLennan (2000), y de que en Sánchez *et al.* (2014) se refirió como *P. yagouaroundi*. Este cambio obedece a que publicaciones muy recientes reconocen la monofilia de *Puma* y *Herpailurus*, con *Acinonyx* como un clado vecino, pero continúan utilizando *Herpailurus* (Segura *et al.* 2013): la controversia aún no puede considerarse resuelta, por lo que provisionalmente aquí se decidió retomar una posición más conservadora respecto a la nomenclatura.

Las autoridades taxonómicas asociadas con cada nombre de especie y subespecie se revisaron cotejándolas conforme a Wilson y Reeder (2005) y otras publicaciones que las mencionan (Ramírez-Pulido *et al.* 2005, Ceballos *et al.* 2005, Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012). Se sugiere a los lectores acudir a la literatura taxonómica especializada referida por Wilson y Reeder (2005) y a publicaciones más recientes aquí citadas, para acceder a las referencias de publicación original de los nombres específicos y subespecíficos que se utilizan.

Se efectuó un sencillo análisis por taxones mayores para conocer la composición de esta fauna estatal. Al revisar los registros de mamíferos para Guanajuato presentes en la literatura y en bases de datos de museos se obtuvieron un número considerable de localidades, las cuales se hallan en proceso de cartografía para empezar a reconocer los patrones de distribución de las distintas especies en la entidad; por ello en esta primera oportunidad se han referido sólo como presencia por municipio, con lo cual se pretende por ahora ofrecer un panorama de la actual cobertura general de muestreo del estado. Para cada especie, o subespecie cuando fue el caso, se menciona su estado de riesgo estimado; a escala global conforme la Lista Roja de la (IUCN 2012, versión 3.1 de las categorías de riesgo) y a escala nacional con la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010). Respecto a las regulaciones de comercio internacional, las disposiciones de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) sólo se aplican a ciertas especies presentes en Guanajuato; en esos casos se mencionan conforme a los Apéndices CITES vigentes a partir del 25 de septiembre de 2012.

Aunque el propósito principal de la presente contribución es proveer una sinopsis taxonómica comentada y dejar constancia de la situación actual del conocimiento sobre los mamíferos silvestres de la entidad, los casos de taxones en categorías de

riesgo global, nacional o ambos, resultan una prioridad para el estado. Por ello, en una primera aproximación gruesa se relacionaron los registros existentes con la ubicación de áreas naturales protegidas de Guanajuato (federales y estatales) con las que están efectivamente vinculados por su ubicación o a las cuales se hallan más cercanos, considerando un *buffer* de no más de 10 km en torno a un registro dado respecto al límite de un área natural protegida, de acuerdo con el mapa general elaborado por el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (2013). Por el momento solo se ha buscado identificar las áreas protegidas relacionadas con esos registros de especies en riesgo, pues la información disponible en el momento no resulta suficiente para abordar análisis más sofisticados.

## Resultados y Discusión

**Lista taxonómica integrada de los mamíferos silvestres del estado de Guanajuato.** En una publicación anterior sobre la mastofauna de Guanajuato (Sánchez *et al.* 2012) se hizo un recuento de 87 especies de mamíferos. Una revisión reciente respecto a los mamíferos no voladores del estado (Sánchez *et al.* 2014) permitió rescatar registros de otros taxones existentes en la literatura, con lo que por una parte *Cratogeomys tylorhinus* y *C. zinseri* quedaron incluidas en la actual *C. fumosus* y por otra se agregaron *Tlacuatzin canescens*, *Glaucomys volans*, *Xerospermophilus spilosoma*, *Peromyscus hylocetes*, *Lontra longicaudis*, *Diphylla ecaudata* y *Macrotus waterhousii*. En suma, hasta el momento se han registrado en Guanajuato 93 especies de mamíferos silvestres.

En la lista que se provee aquí, las especies aparecen en orden alfabético dentro de cada familia. La lista menciona las subespecies particulares de mamíferos silvestres vinculadas con el territorio de Guanajuato. Para cada taxón se mencionan solamente los municipios donde se ha registrado; los nombres geográficos se refieren a éstos y no necesariamente a ciudades particulares homónimas. Para la mayoría de los registros se indican directamente los museos donde se encuentran y sus números de catálogo.

Para otros se indican las publicaciones que los han registrado, de las que la mayoría señalan los números de catálogo de los ejemplares o fichas fotográficas sistematizadas albergados en museos. Debido a que algunos ejemplares conservados en ENCB-IPN y MLZ-OC se encuentran en proceso de revisión curatorial, por ahora no se proveen números de catálogo. Los acrónimos de los museos donde se encuentran los ejemplares mencionados se presentan en el Apéndice I.

Respecto al estado de riesgo (IUCN, NOM-059-SEMARNAT-2010) o de regulación comercial (CITES) sólo se incluye información: (a) cuando la especie en su conjunto es aludida como tal, y (b) cuando es necesario aclarar situaciones particulares para Guanajuato si la NOM o los Apéndices CITES se refieren a determinadas subespecies.

La descripción del estatus de conservación de los taxones se ha reducido a su mínima extensión para simplificar la lectura.

También se indican aquellas especies de Guanajuato contenidas en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación en México (SEMARNAT 2014: aquí abreviado como SEMARNAT-E P-2014), instrumento que enlista especies que ofrecen oportunidades para dar mayor alcance a los esfuerzos de conservación, al permitir extender los beneficios a otras con las que coexisten.

Finalmente, las especies marcadas con asterisco (\*) se consideran extirpadas de Guanajuato en tiempos históricos, probablemente entre la conquista española y el Siglo XIX.

## ORDEN DIDELPHIMORPHIA

### Familia Didelphidae

#### Subfamilia Didelphinae

1. *Didelphis virginiana* Kerr, 1792. **Subespecie en Guanajuato:** *D. virginiana californica* Bennett, 1833. Existen registros para los municipios de Celaya (USNM 78428 y 78481), Dolores Hidalgo (CNMA 4158), Santa Catarina (CNMA 21866) y San Miguel de Allende (CNMA 4159), Guanajuato (MADUG-MA355, 287, 289, 62, 18, 70, 205, 286 y 558; USNM 19697, colectado por A. Dugès), León (ENCB-IPN), San Luis de la Paz (ENCB-IPN) y Victoria (ENCB-IPN). Apátiga *et al.* (2008) la mencionan para el municipio de Acámbaro. Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) para Irapuato, e Iglesias *et al.* (2012) para Xichú. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

2. *Tlacuatzin canescens* (J. A. Allen, 1893). **Subespecie en Guanajuato:** *T. canescens canescens* (J. A. Allen, 1893). Dugès (1890) registró este taxón para el estado, aunque no mencionó una localidad particular. Existen registros publicados del extremo norte de Michoacán, exactamente en un sitio limítrofe con Guanajuato (Núñez-Garduño, 2005) por lo que se ha considerado que este taxón ocupa al menos el extremo sur-suroeste del estado (Sánchez *et al.* 2014). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

## ORDEN CINGULATA

### Familia Dasypodidae

#### Subfamilia Dasypodinae

3. *Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758. **Subespecie en Guanajuato:** *D. novemcinctus mexicanus* Peters, 1864. Se conocen ejemplares de los municipios de Celaya (MADUG-MA 67, 69 y 319), Cuerámbaro (MADUG-MA 280) y Salamanca (MADUG-MA 191) y de Guanajuato (USNM A16464, colectado por A. Dugès en 1881). Apátiga *et al.* (2008) lo reportaron para Acámbaro, Charre-Medellín *et al.* (2012b) para Victoria, e Iglesias *et al.* (2012) para Xichú. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

## ORDEN LAGOMORPHA

### Familia Leporidae

#### Subfamilia Leporinae

4. *Lepus californicus* Gray, 1837. **Subespecie en Guanajuato:** *Lepus californicus asellus* Miller, 1899. Se conoce de los municipios de Tierra Blanca (CNMA 21767) e Irapuato (Uriarte Garzón y Lozoya-Gloria 2009), de San Luis de la Paz (CNMA 29037; ENCB-IPN) y San Miguel de Allende (UMMZ 92232; otro ejemplar, 92231, sólo indica "Guanajuato"). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, aunque menciona algunas subespecies no incluye la presente en Guanajuato.

5. ***Lepus callotis*** Wagler, 1830. **Subespecie en Guanajuato:** *Lepus callotis callotis* Wagler, 1830. Existen registros de esta especie para el municipio de Silao (MADUG-MA 281 y 288), para Celaya (USNM 78467) y otro para Irapuato (Lozoya Gloria y Uriarte Garzón 2012). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie casi amenazada (Near Threatened); SEMARNAT-EP-2014, incluida en la lista, lo que ofrece una ventana de oportunidad para promover la restauración ecológica en Guanajuato, sobre todo en áreas extensas dedicadas a la agricultura tecnificada y en la periferia de áreas pobladas e industriales.

6. ***Sylvilagus audubonii*** (Baird, 1858). **Subespecie en Guanajuato:** *Sylvilagus audubonii parvulus* (J. A. Allen, 1904). Nelson (1909) refiere ejemplares del municipio de Silao (USNM 78982). También se conocen registros para el municipio de San Luis de la Paz (ENCB-IPN) e Irapuato (Lozoya Gloria y Uriarte Garzón, 2012). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

7. ***Sylvilagus floridanus*** (J. A. Allen, 1890). **Subespecies en Guanajuato:** *Sylvilagus floridanus orizabae* (Merriam, 1893). Se ha registrado para los municipios de Acámbaro (USNM 34880), Guanajuato (MADUG-MA 268 y 507, y USNM 81711-81715), Santa Catarina (CNMA 21768) y Tierra blanca (CNMA 21869), Victoria (Charre –Medellín et al. 2012) y Xichú (Iglesias et al. 2012). *Sylvilagus floridanus subcinctus* (Miller, 1899). Existen registros del municipio de Acámbaro (Hall 1981, Apátiga et al. 2008) e Irapuato (LACM 9869). Un ejemplar de Cortázar (CNMA 23019) parece pertenecer a esta subespecie. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

**ORDEN RODENTIA**  
**Familia Sciuridae**  
**Subfamilia Sciurinae**

8. ***Glaucomys volans*** (Linnaeus, 1758). **Subespecie en Guanajuato:** *Glaucomys volans goldmani* (Nelson, 1904). Jackson (2012:188) la registró para Guanajuato, aunque no mencionó la localidad específica. Varios registros de Pinal de Amoles, Querétaro (Ceballos et al. 2010), área adyacente al municipio de Atarjea en Guanajuato y con la cual conserva continuidad de hábitat, avalarían el registro de Jackson, al menos para el extremo oriental del estado. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, especie amenazada (A).

9. ***Ictidomys mexicanus*** (Erxleben, 1777). **Subespecie en Guanajuato:** *Ictidomys mexicanus mexicanus* (Erxleben, 1777). Howell (1938) la citó para el municipio de Silao (USNM 79018-79020). También se conocen ejemplares de los municipios de Acámbaro (KU 63132; MCZ 48573), Celaya (USNM 78455), Guanajuato (MADUG-MA 33, 35 y 154) y Salamanca (CNMA 21068). Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) la citan para Irapuato. Elizalde-Arellano et al. (2010) la reportaron de San Luis de la Paz e indicaron que el registro de Salamanca rumbo a Irapuato (CNMA 21068), estaba



antes asignado a la subespecie *Spermophilus m. parvidens*; actualmente, en la ficha de catálogo en línea de esa colección el ejemplar aparece como *S. m. mexicanus*. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern) citada como *Spermophilus mexicanus*.

10. ***Otospermophilus variegatus*** (Erxleben, 1777). **Subespecie en Guanajuato:** *Otospermophilus variegatus variegatus* (Erxleben, 1777). Howell (1938) la mencionó para el municipio de Silao (USNM 79014). Existen registros de los municipios de Acámbaro (USNM 34924), Guanajuato (USNM 81718 y 81719), Irapuato (Lozoya Gloria y Uriarte Garzón 2012), además de Tierra Blanca (CNMA 21766, 21867 y 21868). También se ha registrado de San Luis de la Paz, cerca de Xichú (ENCB-IPN, Elizalde-Arellano et al. 2010) y de Victoria (Charre-Medellín et al. 2012b). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern) citada como *Spermophilus variegatus*.

11. ***Sciurus aureogaster*** F. Cuvier, 1829. **Subespecie en Guanajuato:** *Sciurus aureogaster nigrescens* Bennett, 1833. Thorington y Hoffmann (2005) la mencionaron para Guanajuato sin referir localidades particulares. Magaña-Cota et al. (2012) e Iglesias et al. (2012) la mencionan para el municipio de Xichú. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

12. ***Sciurus oculatus*** Peters, 1863. **Subespecie en Guanajuato:** *Sciurus oculatus tolucae* Nelson, 1898. Dalquest (1950) la registró para el municipio de Guanajuato. Existen registros de Ocampo y de Guanajuato (CNMA 21069 y 26182, respectivamente). Al parecer existen ejemplares de los municipios de Dolores Hidalgo y de Xichú (en MLZ-OC, pero la determinación requiere verificarse). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, especie sujeta a protección especial (Pr).

13. ***Xerospermophilus spilosoma*** (Bennett, 1833). **Subespecie en Guanajuato:** *Xerospermophilus spilosoma spilosoma* (Bennett, 1833). Este taxón está representado por un ejemplar del municipio de Ocampo (CNMA 21805; Magaña-Cota et al. 2012, Sánchez et al. 2014). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern) citada como *Spermophilus spilosoma*.

### Familia Heteromyidae Subfamilia Dipodomyinae

14. ***Dipodomys merriami*** Mearns, 1890. **Subespecie en Guanajuato:** *Dipodomys merriami atronasus* Merriam, 1894. Se conocen ejemplares del municipio de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano et al. 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, incluye algunas subespecies de este taxón, pero no la que existe en Guanajuato.

15. ***Dipodomys ordii*** Woodhouse, 1853. **Subespecie en Guanajuato:** *Dipodomys ordii palmeri* (J. A. Allen, 1891). Se registró previamente del centro-sur del estado (municipio de Celaya; Hall 1981; USNM 78441-78453). Magaña-Cota *et al.* (2012) la mencionan para San Luis de la Paz. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

16. ***Dipodomys ornatus*** Merriam, 1894. **Subespecie en Guanajuato:** La especie es monotípica. Para la nomenclatura se sigue a Fernández *et al.* (2012), quienes recientemente la separaron de *D. phillipsii* dentro de la cual por mucho tiempo se le consideró subespecie (*D. p. ornatus* Merriam, 1894). Dugès (1908) la registró del municipio de San Diego de la Unión; posiblemente con base en el ejemplar USNM A49406 de la localidad "Quemado", colectado por A. Dugès). También se le ha considerado presente en el centro de Guanajuato (Hall 1981). Existen ejemplares de museo de los municipios de Ocampo (CNMA 21064 y 21383; FMNH 141797 y 141798), León (KU 48979-48986) y San Felipe (MADUG-MA 133 y 158), y también de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde Arellano *et al.* 2010). Magaña-Cota *et al.* (2012) también la mencionan para Ocampo. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, fue evaluada todavía como parte de *D. phillipsii* y considerada como especie de menor preocupación (Least Concern), pero necesita evaluarse nuevamente como especie diferente; NOM-059, incluye a *D. phillipsii* como especie sujeta a protección especial (Pr), en función de que considera amenazadas algunas de sus subespecies (no la de Guanajuato, hoy especie diferente *D. ornatus*).

### Subfamilia Heteromyinae

17. ***Heteromys irroratus*** Gray, 1868. **Subespecie en Guanajuato:** *Heteromys irroratus alleni* Coues, 1881. Homan y Genoways (1978) mencionaron este taxón del municipio de Silao (USNM 78943-78950). En general se le ha considerado presente en todo el estado (Hall 1981). Se conocen ejemplares de otros municipios: Acámbaro (USNM 50324), Moroleón (USNM 15529), Irapuato (Lozoya Gloria y Uriarte Garzón 2012), Guanajuato (CNMA 26573), Santa Catarina (CNMA 21769-21773), Cortázar (CNMA 22627-22632), San Miguel de Allende (CNMA 30828; KU 143798), Salvatierra (KU 66577), San Luis de la Paz (CNMA 21381 y 21382; ENCB-IPN). Magaña-Cota *et al.* (2012) agregaron Xichú. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, como *Liomys irroratus*, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Subfamilia Perognathinae

18. ***Chaetodipus eremicus*** (Mearns, 1898). **Subespecie en Guanajuato:** La especie es monotípica. Los ejemplares disponibles corresponden al municipio de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

19. ***Chaetodipus hispidus*** (Baird, 1858). **Subespecie en Guanajuato:** *Chaetodipus hispidus zacatecae* (Osgood, 1900). Andersen y Light (2012) revisaron la filogeografía

de las poblaciones de esta especie con base en datos mitocondriales, pero la revisión formal de subespecies aún tendría que esperar evidencia más contundente, por ejemplo de marcadores nucleares como microsatélites (Andersen *et al.* 2012); por ello, aquí se sigue considerando para Guanajuato *C. h. zacatecae*. Existen ejemplares obtenidos en los municipios de León (KU 48669), Celaya (KU 48670-48675; USNM 78423) y Silao (MADUG-MA 262 y 263). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

20. ***Chaetodipus nelsoni*** (Merriam, 1894). **Subespecie en Guanajuato:** *Chaetodipus nelsoni nelsoni* (Merriam, 1894). Los ejemplares conocidos provienen del municipio de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

21. ***Perognathus flavus*** Baird, 1855. **Subespecie en Guanajuato:** *Perognathus flavus medius* Baker, 1954. Existen registros de los municipios de Celaya (USNM 78425 y 78426; KU 48596-48603) y León (KU 48591-48595); ambos municipios fueron mencionados por Hall (1981). Además se conocen ejemplares del municipio de Guanajuato (USNM 62024, 60071-60073; al parecer también de éste, el ejemplar AMNH MS-989) y de Silao (MADUG-MA 180). Elizalde-Arellano *et al.* (2010) la citaron para San Luis de la Paz (ENCB-IPN 43374). Magaña-Cota *et al.* (2012) refieren para el estado la subespecie *P. flavus hopiensis*, sin embargo ésta sólo se conoce de la confluencia de los estados de Arizona, Nuevo México, Colorado y Utah en los Estados Unidos de Norteamérica (Best y Skupski 1994), por lo que aquí no se considera parte de la mastofauna de Guanajuato. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Familia Geomyidae

22. ***Cratogeomys fumosus*** (Merriam, 1892). **Subespecies en Guanajuato:** *C. fumosus angustirostris* (Merriam, 1903). Se ha registrado del municipio de Celaya (2 mi E Celaya, 5800 ft, Guanajuato; Hafner *et al.* 2004) y existen ejemplares de San Diego de la Unión (MADUG-MA 155 y 356, USNM 13301). Otros más también son de Celaya (KU 48537 y 48538, 66148-66153; LSUMZ 36092). *C. fumosus tylorhinus* (Merriam, 1903). Apátiga *et al.* (2008) la reportaron para Acámbaro. Se ha registrado de un área de Querétaro inmediatamente contigua al municipio guanajuatense de Atarjea (Cerro de la Calentura, about 8 miles NW de Pinal de Amoles, Querétaro, México; Hafner *et al.* 2004), por lo que podría hallarse también en el extremo oriental de Guanajuato. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, Amenazada (A), pero necesitará reevaluarse en la Norma, pues antes *C. fumosus* era considerada una especie distinta de *C. tylorhinus*; hoy *C. fumosus* incluye a *C. tylorhinus* sólo como una subespecie.

23. ***Thomomys umbrinus*** (Richardson, 1829). **Subespecie en Guanajuato:** *Thomomys umbrinus supernus* Nelson y Goldman, 1934. Se considera endémica de la Sierra de Santa Rosa (Hall 1981; USNM 81680-81688), la cual comprende buena parte del norte

del municipio de Guanajuato y una porción del extremo sur del de San Felipe. Magaña-Cota *et al.* (2012) refieren la presencia de la especie *T. umbrinus* en localidades del oeste del estado (8.04 km SO; 26 km SW y 12.87 km SW Ibarra) pero no mencionan la fuente de esas localidades; una vez conocida la ubicación de los ejemplares en que se basan esos registros, será de interés verificar su identidad. Por otra parte, evidencia molecular estudiada por Álvarez-Castañeda (2010) indica que el complejo *Thomomys bottae-umbrinus* en realidad podría incluir más de dos especies, por lo que las poblaciones de Guanajuato necesitan ser reevaluadas bajo esa perspectiva. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, como *T. umbrinus*, especie de menor preocupación (Least Concern).

**Familia Cricetidae**  
**Subfamilia Neotominae**

24. ***Baiomys taylori*** (Thomas, 1887). **Subespecie en Guanajuato:** *Baiomys taylori analogus* (Osgood, 1909). Se ha registrado del municipio de León (Hall, 1981). También existen ejemplares de Acámbaro (KU 62971-62980; USNM 50673-50675; ENCB-IPN), Celaya (KU 49514-49519; ENCB-IPN), Cortázar (CNMA 22633-22635), y Guanajuato (CNMA 27940), León (KU 49484-49513), Salamanca (UMMZ 95707 y 95708), Salvatierra (KU 66950-66953, ENCB-IPN), Yuriria (KU 66954-66960; CAS 12438-12442, originalmente determinados como *B. taylori allex*), Dolores Hidalgo y San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010) e Irapuato (Lozoya Gloria y Uriarte Garzón 2012). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

25. ***Neotoma leucodon*** Merriam, 1894. **Subespecie en Guanajuato:** *Neotoma leucodon leucodon* Merriam, 1894. Se le registró en el municipio de San Felipe (Hall 1981; USNM 56456-56458, colectados por A. Dugès) y más recientemente del municipio de San Luis de la Paz (ENCB-IPN, Elizalde-Arellano *et al.* 2010). Otros ejemplares de museo confirman su presencia en los municipios de: Guanajuato (MADUG-MA 508), Ocampo (CNMA 21384), Santa Catarina (CNMA 21774) y Tierra Blanca (CNMA 21775). Magaña-Cota *et al.* (2012) refieren la presencia de *N. leucodon* de Jaral del Progreso. NOTA: Además de *N. leucodon* estos últimos autores también mencionan un registro de Acámbaro como *N. albigula* pero esta especie, como se le entiende actualmente, sólo existe del norte de Sinaloa y Sur de Chihuahua y de allí al norte hacia territorio norteamericano (Edwards *et al.* 2001); por lo anterior *N. albigula* no se considera parte de la fauna de Guanajuato. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

26. ***Neotoma mexicana*** Baird, 1855. **Subespecies en Guanajuato:** *Neotoma mexicana tenuicauda* Merriam, 1892. Varios ejemplares del municipio de Irapuato (MLZ-OC) al parecer podrían corresponder a esta subespecie, pero esto requiere confirmarse mediante registros adicionales. *Neotoma mexicana torquata* Ward, 1891. Existen ejemplares del municipio de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010) y registros para Ocampo (CNMA 21070), Victoria y Xichú en Magaña-Cota *et al.* (2012) que pueden asignarse geográficamente a esta subespecie. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

27. ***Oryzomys albiventer*** Merriam, 1901. **Subespecie en Guanajuato:** La especie es monotípica. Existe un registro del municipio de Salvatierra (Carleton y Arroyo-Cabrales 2009; KU 66597). Un ejemplar de Yuriria (CAS 12302) puede ser referible a esta especie. Además, un registro arqueológico para el municipio de Abasolo, originalmente referido a *Oryzomys fulvescens* (Álvarez y Ocaña 1999), también puede pertenecer a *O. albiventer*. En su revisión de los roedores de Guanajuato Magaña-Cota *et al.* (2012) mencionan esta especie de Puente de Ixtla, pero esa localidad pertenece al estado de Morelos y no a Guanajuato. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, esta especie no ha sido evaluada como tal; NOM-059, no incluye *albiventer* ni como subespecie de *Oryzomys couesi*, especie de la cual antes fue considerada parte.

28. ***Peromyscus difficilis*** (J. A. Allen, 1891). **Subespecie en Guanajuato:** *Peromyscus difficilis difficilis* (J. A. Allen, 1891). Se ha registrado de los municipios de Guanajuato (Hall 1981, USNM 81689-81701 y 81703-81709; TCWC 40473 y 40474; CAS 12324-12326, 12385-12388 y 12422) y de Ocampo (Baker 1969; CNMA 21081-21102, 21392-21404, 21406-21412, 30825). También existen ejemplares de San Luis de la Paz (CNMA 21405), Dolores Hidalgo (CNMA 23858) y San Miguel de Allende (CNMA 23834-23848, 25994 y 31961), de San Luis de la Paz (IPN-ENCB; Elizalde-Arellano *et al.* 2010), de San Felipe (KU 143793) y San José Iturbide (TTU 12566). Apátiga *et al.* (2008) la reportaron para Acámbaro. Magaña-Cota *et al.* (2012) la refieren de los municipios de San José [Iturbide], León y Xichú. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

29. ***Peromyscus eremicus*** (Baird, 1858). **Subespecie en Guanajuato:** *Peromyscus eremicus phaeurus* Osgood, 1904. Se conoce solamente del municipio de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, no incluye la subespecie presente en Guanajuato.

30. ***Peromyscus gratus*** Merriam, 1898. **Subespecies en Guanajuato:** *Peromyscus gratus gentilis* Osgood, 1904. Se ha registrado principalmente de la mitad oeste del estado (municipio de Silao, Hall 1981; USNM 78915-78917). Baker (1969) lo reportó de Ocampo. Otros ejemplares asignables geográficamente a esta subespecie son de los municipios de Guanajuato (CNMA 13762) y Ocampo (CNMA 21417-21421), Manuel Doblado (CNMA 23859-23870, 23875-23878), de Pénjamo (CNMA 23872-23874), de León (KU 49235-49241; MADUG-MA 259) y algunos ejemplares de Dolores Hidalgo (CNMA 23871, 23891-23893) podrían ser limítrofes con otra subespecie, comentada a continuación. *Peromyscus gratus gratus* Merriam, 1898. Geográficamente pueden asignarse a esta subespecie ejemplares de los municipios de Cortázar (CNMA 22616, 22637-22642 y 22739-22749), San Miguel de Allende (CNMA 23879-23889), Tierra Blanca (CNMA 21783- 21801), Guanajuato (CNMA 33592) y de Acámbaro (KU 62848-62850; y ejemplares de ENCB-IPN). Se ha registrado también de San Diego de La Unión y San Luis de la Paz (CNMA 21416; Elizalde-Arellano *et al.* 2010), y de Xichú (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

31. *Peromyscus hylocetes* Merriam, 1898. **Subespecies en Guanajuato:** Esta especie es monotípica. Existen ejemplares de los municipios de Pénjamo (CNMA 23832) y Cortázar (CNMA 23833). Apátiga *et al.* (2008) la reportaron de Acámbaro. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

32. *Peromyscus levipes* Merriam, 1898. **Subespecie en Guanajuato:** *Peromyscus levipes levipes* Merriam, 1898. Hall (1981) lo citó del municipio de Ocampo, con base en un registro de Brown y Welsler (1968). Existen ejemplares provenientes de los municipios de Acámbaro (KU 99002), Coroneo (CNMA 39324-39327), Cortázar (22598-22615, 22617-22623, 23018 y 25991), San Miguel de Allende (CNMA 31962 y 31963), Tierra Blanca (CNMA 21806-21819, 21861, 21864-21865), Santa Catarina (CNMA 21863) y Victoria (CNMA 21072-21073, 21075, 21079 y 21080, 21385-21391, y 21422), de Guanajuato (ENCB-IPN, Elizalde-Arellano *et al.* 2010; CNMA 33240), San Luis de la Paz (ENCB-IPN, Elizalde-Arellano *et al.* 2010; CNMA 21071, 21076-21078 y 39323) y Pénjamo (CNMA 39328 y 39329). Magaña-Cota *et al.* (2012) agregan Yuriria. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

33. *Peromyscus maniculatus* (Wagner, 1845). **Subespecie en Guanajuato:** *Peromyscus maniculatus labecula* Elliot, 1903. Osgood (1909) lo registró para los municipios de Guanajuato (existen ejemplares en USNM: 13127, 60384 y 81702), Irapuato (USNM 78919-78924, 80351 y 81678) y Silao (USNM 78918). Baker (1969) lo reportó para el municipio de Ocampo, y Genoways y Jones (1971) lo registraron para León. Un mapa en Hall (1981) lo supone presente en casi todo el estado; hasta la fecha existen otros registros asignables a *P. m. labecula* de los municipios de Celaya (KU 49316-49327 y 66765-66768), de Guanajuato (CAS 12338), Irapuato (KU 38534-38567y Lozoya Gloria y Uriarte Garzón 2012); de León (KU 49313-49315), Salvatierra (ENCB-IPN, Elizalde-Arellano *et al.* 2010 y KU 66769 y 66775-66781), de San Diego de la Unión (MADUG-MA 257), Ocampo (CNMA 21413) y Pénjamo (CNMA 23849 y 23850), de San Luis de la Paz (ENCB-IPN, Elizalde-Arellano *et al.* 2010) y de Yuriria (CNMA 27077 y 27078; KU 66782 y 66783; CAS 12333 y 12334, 12341, 12353, 12412, 12416, 12419, 12423 y 12424). Apátiga *et al.* (2008) la registraron para Acámbaro. El mapa en Hall (1981) entreabre la posibilidad de que en el extremo norte del estado pueda existir la subespecie *P. m. blandus*, pero no menciona localidades. Dos ejemplares de León en KU (49459 y 49632) originalmente fueron determinados como *P. m. blandus* pero, dado que son de la misma localidad y fecha que los arriba citados, puede tratarse de un error. Existen otros ejemplares de Guanajuato, de los que no se consigna una localidad específica (TCWC 40434-40438); fueron colectados por J.W. Bickham, quien trabajó en el centro del estado en 1977 y 1978. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); la NOM-059, no incluye a las subespecies presentes en Guanajuato.

34. *Peromyscus melanophrys* (Coues, 1874). **Subespecies en Guanajuato:** *Peromyscus melanophrys consobrinus* Osgood, 1904. Se ha registrado de Silao (Hall, 1981; USNM

78966-78968). Ejemplares colectados en los municipios de Guanajuato (MADUG-MA 509, USNM 18412-18414), de León (KU 49390 y 49391), de Dolores Hidalgo (CNMA 23853-23857) y Guanajuato (CNMA 33996) pueden asignarse a esta subespecie. *Peromyscus melanophrys zamorae* Osgood, 1904. El mapa de Hall (1981) lo supone presente en el centro-sur de Guanajuato, pero no menciona registros. Existen ejemplares que pueden considerarse asignables a esta subespecie, de los municipios de Acámbaro (KU 112360; MCZ 48576) y Celaya (KU 66804), Cortázar (CNMA 22643-22647) y San José Iturbide (TTU 9864). Ciertos ejemplares de Manuel Doblado (CNMA 23851 y 23852) pueden pertenecer a *zamorae* aunque podrían resultar intermedios con *P. m. consobrinus*. Magaña-Cota *et al.* (2012) agregan registros de *P. m. zamorae* para Yuriria y Xichú. Varios ejemplares del noreste del estado (San Luis de la Paz, ENCB-IPN, Elizalde-Arellano *et al.* 2010) se asignaron a esta subespecie. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

35. ***Peromyscus melanotis*** J. A. Allen y Chapman, 1897. **Subespecies en Guanajuato:** La especie es monotípica. Existen ejemplares de los municipios de Cortázar (CNMA 22624-22626), Tierra Blanca (CNMA 21779) y León (MADUG-MA 302). Apátiga *et al.* (2008) informaron de su presencia en Acámbaro. Magaña-Cota *et al.* (2012) adicionaron Yuriria. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

36. ***Peromyscus pectoralis*** Osgood, 1904. **Subespecies en Guanajuato:** *Peromyscus pectoralis collinus* Hooper, 1952. Se conoce solamente del municipio de Ocampo (Hall 1981). *Peromyscus pectoralis pectoralis* Osgood, 1904. Hall (1981) la supone presente en el centro del estado. Existen ejemplares de los municipios de Dolores Hidalgo (CNMA 23894 y 23895, 39334-39337), Manuel Doblado (CNMA 39338), Santa Catarina (CNMA 21820-21842, 21860, 22347 y 22348), Tierra Blanca (CNMA 21780-21782) y Xichú (CNMA 21414-21415), de Guanajuato y San Luis de la Paz (ENCB-IPN, Elizalde-Arellano *et al.* 2010; TTU 36204); otros son de Irapuato (MLZ-OC) y también podrían corresponder a esta subespecie, pero necesitan revisión. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

37. ***Reithrodontomys fulvescens*** J. A. Allen, 1894. **Subespecies en Guanajuato:** *Reithrodontomys fulvescens griseoflavus* Merriam, 1901. Se le ha considerado presente en el centro-norte del estado (Hall 1981). Existen ejemplares referibles a esta subespecie de los municipios de Dolores Hidalgo (CNMA 23896), León (KU 49039-49044), Celaya (KU 66654; ENCB-IPN), Salvatierra, Guanajuato, y de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). Algunos ejemplares del municipio de Guanajuato se han determinado como *R. f. griseoflavus* (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010) y otros como *R. f. toltecus* (CNMA, abajo), por lo que se requiere revisar más material de esa área para clarificar su identidad y revisar los límites geográficos de las subespecies. Magaña-Cota *et al.* (2012) citan Salvatierra y Xichú como parte de la distribución conocida de *R. f. griseoflavus*. También hay materiales de Silao (MADUG-MA 264 y 265; USNM 78940 y 80352). *Reithrodontomys fulvescens toltecus* Merriam, 1901. Esta subespecie se conoce del sur del estado, de los municipios de Acámbaro (Hall 1981; KU 62650; USNM 50719 y 50720), de Cortázar (CNMA 23014-23017), Guanajuato (CNMA 31169)

y Yuriria (CAS 12313 y 12314). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

38. ***Reithrodontomys megalotis*** (Baird, 1858). **Subespecies en Guanajuato:** *Reithrodontomys megalotis megalotis* (Baird, 1858). Se le ha supuesto presente en una amplia región del centro del estado, aunque sólo con base en un registro del municipio de Guanajuato (Hall 1981) que aparentemente se refiere a un solo ejemplar de museo (USNM 81710). *Reithrodontomys megalotis saturatus* J. A. Allen y Chapman, 1897. De acuerdo con el mapa de Hall (1981) esta subespecie se relacionaría con en el sur y el este del estado; esto parece confirmarse con la presencia de ejemplares de los municipios de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010) y de Yuriria (KU 66656 y 66657). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Subfamilia Sigmodontinae

39. ***Sigmodon fulviventor*** J. A. Allen, 1889. **Subespecie en Guanajuato:** La especie se considera monotípica. Se le supone presente en la mitad occidental del estado (Hall 1981). Baker (1969) la citó para el municipio de Ocampo y Magaña-Cota *et al.* (2012) para Yuriria. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN especie de menor preocupación (Least Concern).

40. ***Sigmodon* (complejo *S. hispidus*).** **Situación en Guanajuato:** Henson y Bradley (2009) resumen la evidencia molecular y morfológica reciente sobre *Sigmodon*, la cual reconoce que existe un grupo complejo de especies cercanas a *S. hispidus* (Clado I de esos autores). Conforme a los resultados de Peppers y Bradley (2000), Peppers *et al.* (2002), Carroll y Bradley (2005) y Carroll *et al.* (2005), la presencia de *S. hispidus* (*sensu stricto*) quedaría descartada en la Altiplanicie Mexicana; otras especies afines conocidas de regiones cercanas al Bajío y al norte de Michoacán (*S. alleni* y *S. mascotensis*) pueden hallarse en Guanajuato y quizá pudieron haber sido registradas como *S. hispidus* en el pasado. Baker (1969) mencionó *S. hispidus* de Ibarra, municipio de Ocampo y Zimmermann (1970) la refirió de Celaya (KU 66984 y 66985). Hall (1981) citó a *S. h. (berlandieri)* también de Celaya. En general existe considerable incertidumbre acerca de la identidad taxonómica y distribución de varias especies y poblaciones de *Sigmodon* en México (Ramírez-Pulido *et al.* 2005, Henson y Bradley 2009). Elizalde *et al.* (2010) también encontraron problemática la identidad de ejemplares de *Sigmodon* que estudiaron de los municipios de Guanajuato, San Diego de la Unión y Celaya, los cuales terminaron por reportar provisionalmente como *S. hispidus berlandieri*. Magaña-Cota *et al.* (2012) mencionaron ejemplares de Acámbaro, León y Xichú como *S. hispidus*. La confusión persiste y será necesario revisar críticamente materiales de Guanajuato anteriormente determinados como *S. hispidus*, por ejemplo de Celaya (ENCB-IPN, KU, arriba mencionados), Guanajuato (ENCB-IPN), San Diego de la Unión (ENCB-IPN) y de Yuriria (CAS 12447). Por otra parte, Magaña-Cota *et al.* (2012) incluyeron para el estado un registro de *Sigmodon ochrognathus*, pero esta última especie, del Clado I de Henson y Bradley (2009), sólo se conoce de la Sierra Madre Occidental, entre Arizona



y el extremo noroeste de Zacatecas (Linzey *et al.* 2008). Aunque efectivamente existe en un ejemplar de *Sigmodon* obtenido en El Capulín, municipio de Guanajuato (TCWC 40486, rotulado originalmente como *S. ochrognathus*) una vez revisado resultó referible a lo que antes se conoció en sentido amplio como *S. hispidus* (Jessica Light y Fred Stangl, com. pers. 2013). Existe un ejemplar más del municipio de Guanajuato (USNM 13121, colectado por A. Dugès y determinado como *S. hispidus*). Todo el material de *Sigmodon cf. hispidus* de Guanajuato continúa en gran necesidad de estudio crítico. **Estado de conservación:** La evaluación efectiva de *Sigmodon* (complejo *S. hispidus*) requiere esperar la clarificación general de la sistemática del grupo.

41. ***Sigmodon leucotis*** Bailey, 1902. **Subespecies en Guanajuato:** La especie se considera monotípica. Con base en registros de la periferia del estado de Guanajuato, se le ha considerado presente en la mayor parte del estado, con la posible excepción del extremo suroeste (Hall 1981), aunque no se han consignado localidades específicas. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

## ORDEN SORICOMORPHA

### Familia Soricidae

#### Subfamilia Soricinae

42. ***Cryptotis parva*** (Say, 1823). **Subespecie en Guanajuato:** *Cryptotis parva berlandieri* (Baird, 1858). Este taxón era conocido sólo del centro del estado (Hall 1981) con base en un registro del municipio de Guanajuato (USNM 15565). Apátiga *et al.* (2008) la mencionaron para Acámbaro. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, no incluye a la subespecie presente en Guanajuato.

43. ***Sorex saussurei*** Merriam, 1892. **Subespecie en Guanajuato:** *Sorex saussurei saussurei* Merriam, 1892. Se le ha considerado presente virtualmente en todo el estado (Hall, 1981), aunque los ejemplares conocidos provienen solamente de dos municipios, Guanajuato (USNM 81616) y San Luis de la Paz (ENCB-IPN). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

## ORDEN CARNIVORA

### Familia Felidae

#### Subfamilia Felinae

44. ***Herpailurus yagouaroundi*** (Lacépède, 1809). Varios autores asignan esta especie al género *Puma* (Wilson y Reeder, 2005). **Subespecie en Guanajuato:** *Herpailurus yagouaroundi cacomitli* (Berlandier, 1859). Esta subespecie se ha registrado fotográficamente del área de la Sierra Gorda en el municipio de Victoria (IBUNAM: CFBFB 3950; Charre-Medellín *et al.* 2012a). NOTA: es probable que en el oeste del Bajío guanajuatense exista otra subespecie: *H. yagouaroundi tolteca* (Thomas, 1898), la cual se distribuye en la vertiente del Pacífico y corresponde a registros de varias regiones de Jalisco, incluyendo el oriente de esa entidad adyacente al suroeste de Guanajuato

(Íñiguez-Dávalos y Santana-Castellón 2005); no obstante, será necesario documentar si está presente en Guanajuato. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, amenazada (A); CITES, Apéndice I como miembro de las poblaciones de América Central y América del Norte (las demás poblaciones están incluidas en el Apéndice II).

45. ***Leopardus pardalis*** (Linnaeus, 1758). **Subespecies en Guanajuato:** *Leopardus pardalis pardalis* (Linnaeus, 1758). Se conoce del este del estado, de la Sierra Gorda en su vertiente hacia el Golfo de México, mediante registro fotográfico del municipio de Xichú (IBUNAM: CFBFB1077 e IBUNAM: CFBFB1185; Iglesias *et al.* 2008, Iglesias *et al.* 2012). *Leopardus pardalis nelsoni* (Goldman, 1925). Esta subespecie se distribuye en el oeste de México. El registro de la especie por A. Dugès (1890) para el sur de Guanajuato (presumiblemente el ejemplar MADUG-MA 101; Tupátaro, Municipio de Cuerámara, con base en los cuadernos de notas de este autor) correspondería a esta subespecie. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, en peligro (P); CITES: Apéndice I.

46. ***Leopardus wiedii*** (Schinz, 1821). **Subespecie en Guanajuato:** *Leopardus wiedii oaxacensis* (Nelson y Goldman, 1931). El único registro actual de la especie en el estado es fotográfico, obtenido de la Sierra Gorda dentro del Municipio de Xichú (IBUNAM: CFBFB1068 e IBUNAM: CFB FB1301; Iglesias *et al.* 2008, Iglesias *et al.* 2012) y correspondería a esta subespecie. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie casi amenazada (Near Threatened); NOM-059, en peligro (P); CITES, Apéndice I.

47. ***Lynx rufus*** (Schreber, 1777). **Subespecie en Guanajuato:** *Lynx rufus escuinapae* J. A. Allen, 1903. Se han registrado ejemplares en los municipios de Guanajuato (MADUG-MA 111) y San Luis de la Paz (ENCB-IPN); también de la Sierra Gorda al oriente del estado (IBUNAM: CFB:FB1883 e IBUNAM: CFB:FB2030, municipio de Victoria; Charre-Medellín *et al.* 2012b). Apátiga *et al.* (2008) la registraron para Acámbaro, Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) para Irapuato, y Cecaíra-Ricoy *et al.* (2012) para Xichú. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); CITES: Apéndice II, como miembro de la familia Felidae.

48. ***Puma concolor*** (Linnaeus, 1771). **Subespecie en Guanajuato:** *Puma concolor aztecus* (Merriam, 1901). Se conoce de los municipios de Acámbaro (Apátiga *et al.* 2008), de Guanajuato (MADUG-MA 534), Victoria (IBUNAM: CFBFB2082); Charre-Medellín *et al.* 2012) y Xichú (IBUNAM: CFBFB1256 e IBUNAM: CFB FB1305; Iglesias *et al.* 2012). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); CITES: Apéndice II, como miembro de la familia Felidae.

### Familia Canidae

49. ***Canis latrans*** Say, 1823. **Subespecies en Guanajuato:** *Canis latrans cagottis* (Hamilton-Smith, 1839). De acuerdo con el mapa de Hall (1981) podría hallarse en la mitad este del estado. Un ejemplar del municipio de Guanajuato (MADUG-MA 2) puede asignarse geográficamente a esta subespecie, así como los reportes de Charre-

Medellín *et al.* (2012b) para los municipios de Victoria (IBUNAM: CFB:FB2007) y de Cecaíra-Ricoy *et al.* (2012) para Xichú. Apátiga *et al.* (2008) también lo citaron para Acámbaro. *Canis latrans impavidus* J. A. Allen, 1903. El mapa de Hall (1981) supone la presencia de esta subespecie en el occidente del estado. Un registro de Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) para Irapuato podría resultar asignable a esta subespecie, pero se requiere examinar ejemplares de esa región. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

50. \**Canis lupus* Linnaeus, 1758. **Subespecie en Guanajuato:** *Canis lupus baileyi* Nelson y Goldman, 1929. Esta es la subespecie que existió en el estado, de acuerdo con Hall (1981). Sólo se conocen ejemplares del municipio de Cuerámbaro (MADUG-MA 4 y 5), obtenidos en el Siglo XIX o al inicio del XX. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, probablemente extinta en el medio silvestre (E); CITES, la población de México queda comprendida en el texto del Apéndice II; SEMARNAT-EP-2014, enlistada (aunque para Guanajuato sólo tendría sentido mediante restauración previa del hábitat, reconstrucción de la base de presas y un cuidadoso programa de reintroducción, que incluyera consideraciones de seguridad humana y educación para la conservación).

51. *Urocyon cinereoargenteus* (Schreber, 1775). **Subespecie en Guanajuato:** *Urocyon cinereoargenteus nigrirostris* (Lichtenstein, 1850). Esta es la única subespecie que se halla en territorio del estado (Hall 1981). Existen ejemplares de los municipios de Guanajuato (MADUG-MA 28, 88, 89, 311 y 523; CNMA 7076) y León (MADUG-MA 223). Apátiga *et al.* (2008) informaron de su presencia en Acámbaro. Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) la citan para Irapuato. Charre-Medellín *et al.* (2012) para Victoria e Iglesias *et al.* (2012) para Xichú. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Familia Mustelidae Subfamilia Lutrinae

52. \**Lontra longicaudis* (Olfers, 1818). **Subespecie en Guanajuato:** *Lontra longicaudis annectens* (Major, 1897). Esta es la única subespecie presente en el país y por tanto la que existió al menos en tiempos históricos en el suroeste de Guanajuato, probablemente en el municipio de Pénjamo de acuerdo con un registro de Dugès en el que refiere el Río Lerma (Magaña-Cota, 2008:53). Se le ha considerado extirpada del estado, aunque es posible que aún pueda existir en tramos relativamente conservados de ríos de esa región del estado, como ha ocurrido en otras entidades federativas (Gallo 1997; Sánchez *et al.* 2007; Monroy-Vilchis y Mundo 2009; Charre-Medellín *et al.* 2011). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, con datos deficientes (Data Deficient); NOM-059, amenazada (A); CITES, Apéndice I; SEMARNAT-EP-2014, incluida en el listado, en caso de que se encontrara alguna población remanente en Guanajuato requeriría un programa emergente de conservación del hábitat y de sus recursos de alimentación, además de asegurar la protección efectiva de la eventual población.

### Subfamilia Mustelinae

53. ***Mustela frenata*** Lichtenstein, 1831. **Subespecie en Guanajuato:** *Mustela frenata frenata* Lichtenstein, 1831. Hall (1981) indica que esta subespecie estaría presente en la mayor parte del territorio estatal, excepto donde se encuentre *M. f. leucoparia*. Se conocen ejemplares provenientes de los municipios de Acámbaro (KU 63122-63125) y Guanajuato (MADUG-MA 132). Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) citan un registro para Irapuato, que podría ser asignable a esta subespecie. NOTA: Con base en un registro documentado de 4 ½ mi NE de Comanja de Corona, Jalisco (Genoways y Jones 1973, p. 19) sitio ubicado en el límite con Guanajuato, podría suponerse presente la subespecie *Mustela frenata leucoparia* (Merriam, 1896) en la región occidental del estado; no obstante, será necesario verificarlo con ejemplares de esa área de Guanajuato. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Subfamilia Taxidiinae

54. ***Taxidea taxus*** (Schreber, 1777). **Subespecie en Guanajuato:** *Taxidea taxus berlandieri* Baird, 1858. Esta subespecie, de amplia distribución en el país, excepto en el sureste es la que se encuentra en el estado y fue registrada por Dugès (1874) para el municipio de Silao. El único ejemplar de museo de que se tiene noticia (MADUG-MA 60) no refiere la localidad de origen, pero es posible que sea el que estudió Dugès. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, amenazada (A).

### Familia Mephitidae

55. ***Conepatus leuconotus*** (Lichtenstein, 1832). **Subespecie en Guanajuato:** *Conepatus leuconotus leuconotus* (Lichtenstein, 1832). Esta es la única subespecie presente en el país. Se conocen ejemplares del municipio de Guanajuato (MADUG-MA 83, USNM 81721). Apátiga *et al.* (2008) la reportaron para Acámbaro. Charre-Medellín *et al.* (2012) para Victoria (IBUNAM: CFB:FB 2115), e Iglesias *et al.* (2012) para Xichú (IBUNAM: CFB:FB 1081). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

56. ***Mephitis macroura*** Lichtenstein, 1832. **Subespecie en Guanajuato:** *Mephitis macroura macroura* Lichtenstein, 1832. Esta subespecie se distribuye ampliamente en el centro de México. Existen ejemplares del municipio de San Miguel de Allende (CNMA 30726 y 32025). Apátiga *et al.* (2008) la incluyen en su lista para Acámbaro; Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) citan Irapuato, Charre-Medellín *et al.* (2012b) Victoria (IBUNAM: CFB:FB 2064, IBUNAM:CFB:FB 2087 e IBUNAM:CFB:FB 2089), y Cecaira-Ricoy *et al.* (2012) Xichú. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

57. ***Spilogale gracilis*** Merriam, 1890. **Subespecie en Guanajuato:** *Spilogale gracilis leucoparia* Merriam, 1890. La presencia de esta subespecie se ha documentado para

el municipio de Guanajuato (Hall y Kelson 1959, ejemplares USNM 81716 y 81717) y otros (MADUG-MA 212); y también para San Miguel de Allende (CNMA 30727-30729). Apátiga *et al.* (2008) la registraron para Acámbaro y Cecaíra-Ricoy *et al.* (2012) para Victoria. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Familia Procyonidae Subfamilia Procyoninae

58. ***Bassariscus astutus*** (Lichtenstein, 1830). **Subespecies en Guanajuato:** *Bassariscus astutus astutus* (Lichtenstein, 1830). Se ha asumido la presencia de esta subespecie en la mitad noreste del estado (Hall 1981). Existen ejemplares del municipio de Tierra Blanca (CNMA 21870-21872). Los registros para Victoria (IBUNAM:CFB:FB 2056, Charre-Medellín *et al.* 2012b) y Xichú (IBUNAM:CFB:FB 1088, Iglesias *et al.* 2012) pueden asignarse geográficamente a esta subespecie. *Bassariscus astutus consitus* Nelson y Goldman, 1932. El mapa en Hall (1981) supone presente esta subespecie en la mitad suroeste del estado. Pueden asignarse geográficamente a esta subespecie especímenes obtenidos en los municipios de Guanajuato (MADUG-MA 213) y Manuel Doblado (CNMA 30725 y 31989), así como los registros de Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) para Irapuato y de Apátiga *et al.* (2008) para Acámbaro. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, no incluye a las subespecies presentes en Guanajuato.

59. ***Nasua narica*** (Linnaeus, 1766). **Subespecie en Guanajuato:** *Nasua narica molaris* Merriam, 1902. Hall (1981) no incluyó Guanajuato en la distribución de esta especie, sin embargo actualmente existen registros de Acámbaro (Apátiga *et al.* 2008), de Victoria (IBUNAM:CFB:FB 1940, Charre-Medellín *et al.* 2012b) y de Xichú (IBUNAM:CFB:FB 1250, Iglesias *et al.* 2012) que corresponderían a esta subespecie. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); NOM-059, no incluye la subespecie presente en Guanajuato; CITES, no incluye las poblaciones de México.

60. ***Procyon lotor*** (Linnaeus, 1758). **Subespecie en Guanajuato:** *Procyon lotor hernandezii* Wagler, 1831. Esta subespecie tiene amplia distribución en el centro del país y se le supone presente en todo el territorio estatal (Hall 1981). Existen ejemplares de los municipios de Acámbaro (USNM A47782 y A47783), Guanajuato (MADUG-MA 65, 109 y 123) y San Diego de la Unión (MADUG-MA 24), así como registros de Irapuato (Lozoya Gloria y Uriarte Garzón, 2012), de Victoria (Charre-Medellín *et al.* 2012b) y de Xichú (Iglesias *et al.* 2012). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

## ORDEN ARTIODACTYLA

### Familia Tayassuidae

61. ***Pecari tajacu*** (Linnaeus, 1758). **Subespecie en Guanajuato:** *Pecari tajacu angulatus* (Cope, 1889). Hall (1981) asignó a esta subespecie material de aproximadamente 15 millas al S de San Bartolo de Berrio (municipio de San Felipe). También se conocen

ejemplares de los municipios de Cuernavaca (MADUG-MA 8) y Victoria (ENCB-IPN; Charre-Medellín *et al.* 2012b). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); CITES, las poblaciones de México quedan explícitamente excluidas de los Apéndices CITES, no así las de otros países.

### Familia Cervidae Subfamilia Odocoileinae

62. ***Odocoileus virginianus*** (Zimmermann, 1780). **Subespecie en Guanajuato:** *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin, 1788). Existe un ejemplar del municipio de Guanajuato (USNMA 16473), colectado por Dugès y determinado como *O. v. mexicanus*. Hall (1981) indica que esta es la subespecie que ocuparía la mayor parte del estado; sin embargo, de acuerdo con otras fuentes analizadas por Mandujano *et al.* (2010) existe la posibilidad de que pudieran hallarse presentes otras como *O. v. miquihuanensis* en el norte-noreste y *O. v. sinaloae* en la región del Bajío. Morfométricamente no puede confirmarse la identidad subespecífica del ejemplar del municipio de Guanajuato alojado en MADUG-MA, pues se trata del cráneo de una hembra joven. Algunos registros fotográficos recientes obtenidos en los municipios de Xichú (IBUNAM:CFB:FB 1239; Sánchez-Cordero *et al.* 2011; Iglesias *et al.* 2012) y Victoria (IBUNAM:CFB:FB 1870, 1903, 2073, 2075, entre otros; Charre-Medellín *et al.* 2012b), tampoco permiten determinar la subespecie. Por otra parte, la futura confirmación de las subespecies presentes en Guanajuato quizá deba basarse en evidencia molecular, sobre todo proveniente de ejemplares genuinamente autóctonos, pues no puede descartarse la introducción de pie de cría de muy distintas subespecies, ajenas al centro del país, por ejemplo en Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), especialmente aquellas que operan con poblaciones animales en vida libre. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern); CITES, todas las subespecies de México quedan excluidas de los Apéndices; SEMARNAT-EP-2014, incluida en la lista, se trata de una especie focal para Guanajuato, con gran potencial como motivo para la protección de distintos tipos de hábitat y la permanencia de poblaciones sanas, con grandes beneficios para muchas otras especies silvestres y para intereses de aprovechamiento, siempre que se manejen las subespecies locales y no pie de cría de subespecies ajenas a la entidad.

### Familia Antilocapridae

63.\****Antilocapra americana*** (Ord, 1815). **Subespecie en Guanajuato:** *Antilocapra americana mexicana* Merriam, 1901. Esta fue la subespecie que habitó territorio de Guanajuato al parecer hasta el Siglo XVII. Se le conoce gracias a registros históricos para el área entre Zacatecas e Hidalgo (de Torquemada 1615, Clavijero 1780). Un ejercicio de simulación de distribución potencial (Ceballos *et al.* 2006) también ubica al menos el NE de Guanajuato (el área de San Luis de la Paz-Victoria) como parte del ambiente propicio para la especie, que en el pasado fue continuo hacia la extensa Altiplanicie Mexicana. También se ha informado de restos arqueológicos de esta especie, del municipio de Abasolo (Álvarez y Ocaña 1999). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de

menor preocupación (Least Concern); NOM-059, en Peligro (P); SEMARNAT-EP-2014, enlistada (aunque para Guanajuato sólo tendría sentido manejarla mediante restauración previa del hábitat y reintroducción).

**ORDEN CHIROPTERA**  
**Familia Phyllostomidae**  
**Subfamilia Macrotinae**

64. ***Macrotus waterhousii*** Gray, 1843. **Subespecie en Guanajuato:** *Macrotus waterhousii bulleri* H. Allen, 1890. Hasta el presente sólo se conoce de los municipios de Santa Catarina y Tierra Blanca (CNMA; Sánchez *et al.* 2009). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

**Subfamilia Desmodontinae**

65. ***Desmodus rotundus*** (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1810). **Subespecie en Guanajuato:** *Desmodus rotundus murinus* Wagner, 1840. Es la única subespecie que existe en México. Los ejemplares conocidos de Guanajuato proceden de los municipios de San Luis de la Paz (CNMA, Sánchez *et al.* 2009; ENCB-IPN, Elizalde-Arellano *et al.* 2010); San Miguel de Allende, Victoria y Xichú (CNMA, Sánchez *et al.* 2009), San Diego de la Unión y Santa Catarina (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

66. ***Diphylla ecaudata*** Spix, 1823. **Subespecie en Guanajuato:** La especie se considera monotípica. Solo se conoce del extremo oriental del estado de Guanajuato; los ejemplares y registros fotográficos existentes son de los municipios de Victoria y Xichú (CNMA; Magaña-Cota *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

**Subfamilia Phyllostominae**  
**Tribu Glossophagini**

67. ***Anoura geoffroyi*** Gray, 1838. **Subespecie en Guanajuato:** *Anoura geoffroyi lasiopyga* (Peters, 1868). Esta es la única subespecie que existe en México. Los ejemplares conocidos para Guanajuato son de los municipios de Guanajuato (USNM A49356, colectado por A. Dugès), Acámbaro (ENCB-IPN), Cuerámbaro (MADUG-MA; Sánchez y Magaña-Cota 2008) y Xichú (CNMA; Sánchez *et al.* 2009). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

68. ***Choeronycteris mexicana*** Tschudi, 1844. **Subespecie en Guanajuato:** La especie es monotípica. Los ejemplares del estado son de los municipios de Acámbaro (KU 98884 y 98885, 99103-99105); Cortázar, Guanajuato, Manuel Doblado, San Miguel de Allende y Xichú (CNMA; Sánchez y Magaña-Cota 2008). Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) la citan para Irapuato. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie casi amenazada (Near Threatened). NOM-059, Amenazada (A).

69. ***Glossophaga soricina*** (Pallas, 1766). **Subespecie en Guanajuato:** *Glossophaga soricina handleyi* Webster y Jones, 1980. Es la única subespecie en México continental. Existen ejemplares de los municipios de San Luis de la Paz (ENCB-IPN), Santa Catarina y Xichú (CNMA; Sánchez *et al.* 2009). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

70. ***Leptonycteris nivalis*** (de Saussure, 1860). **Subespecie en Guanajuato:** La especie es monotípica. Se conocen ejemplares de los municipios de Guanajuato (MADUG-MA; Sánchez y Magaña-Cota 2008) y San Luis de la Paz (ENCB-IPN). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie en peligro (Endangered A2c); NOM-059, amenazada (A); SEMARNAT-EP-2014, incluida en el listado, es una especie focal excelente para promover la conservación de distintos ambientes naturales en Guanajuato, especialmente porque aún está en riesgo (véase la nota correspondiente a la otra especie del género, *L. yerbabuena*, con la cual puede trabajarse en forma sinérgica en la entidad).

71. ***Leptonycteris yerbabuena*** Martínez y Villa-Ramírez, 1940. **Subespecie en Guanajuato:** La especie es monotípica. Ramírez-Pulido *et al.* (2005) la refieren como *L. curasoae yerbabuena* pero Simmons y Wetterer (2002), Wilson y Reeder (2005) y Cole y Wilson (2006) habían restringido *curasoae* a Suramérica, por lo que *L. yerbabuena* es la especie presente en México. Los ejemplares que la documentan para Guanajuato provienen de los municipios de San Luis de la Paz y Santa Catarina (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie vulnerable (Vulnerable A2c); NOM-059, amenazada (A) mencionada como *Leptonycteris curasoae* (en 2013 se hizo el anuncio de que en vista de la mejoría de sus poblaciones será retirada de la NOM-059; R. Medellín, *com. pers.*); SEMARNAT-EP-2014, incluida en la lista, lo que ofrece una oportunidad adicional para la conservación y recuperación de matorrales xerófilos y selvas subtropicales en Guanajuato, centrando acciones respecto a los requerimientos ambientales de esta especie polinívoro-nectarívoro-insectívora en vías de recuperación y los similares de su especie hermana *L. nivalis*, que aún se halla en riesgo.

### Tribu Stenodermatini

72. ***Artibeus jamaicensis*** Leach, 1821. **Subespecie en Guanajuato:** *Artibeus jamaicensis yucatanicus* J. A. Allen, 1904. Sólo se ha registrado en el extremo noreste del estado, en el municipio de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

73. ***Artibeus lituratus*** (Olfers, 1818). **Subespecie en Guanajuato:** *Artibeus lituratus palmarum* J. A. Allen y Chapman, 1897. Esta es la única subespecie en México. Para Guanajuato sólo existen registros de Xichú (CNMA; Sánchez *et al.* 2009). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).



74. ***Dermanura azteca*** (Andersen, 1906). **Subespecie en Guanajuato:** *Dermanura azteca azteca* (Andersen, 1906). Es la única subespecie presente en México. Sólo se conoce del noreste del estado, en el municipio de San Luis de la Paz (ENCB-IPN; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern) mencionada como *Artibeus aztecus*.

75. ***Sturnira hondurensis*** Goodwin, 1940. **Subespecie en Guanajuato:** Se trata de una especie hasta el momento monotípica. Se había registrado de Guanajuato como *Sturnira ludovici ludovici* Anthony, 1924, pero hoy se considera que *S. ludovici* está confinada al norte de América del Sur (Colombia-Venezuela y sus alrededores; Velazco y Patterson, 2013), por lo que el taxón presente en México es *S. hondurensis*. De Guanajuato existen ejemplares de los municipios de Acámbaro (ENCB-IPN), Tierra Blanca, Santa Catarina y Xichú (CNMA; Sánchez *et al.* 2009). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN especie de menor preocupación (Least Concern) como *S. ludovici*, pero tendría que reevaluarse en su actual categoría taxonómica.

76. ***Sturnira parvidens*** Goldman, 1917. **Subespecie en Guanajuato:** Es una especie monotípica. Antes registrada del estado como *Sturnira liliium parvidens* Goldman, 1917, ha sido elevada a especie por Velazco y Patterson (2013) diferenciándola de *S. liliium*, la cual queda restringida al llamado escudo brasileño en América del Sur. De Guanajuato existen ejemplares de los municipios de San Luis de la Paz (ENCB-IPN); también de Santa Catarina-Tierra Blanca y Xichú (CNMA; Sánchez *et al.* 2009). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern) como *S. liliium*; probablemente tendrá que reevaluarse considerando el cambio taxonómico.

### Familia Mormoopidae

77. ***Mormoops megalophylla*** (Peters, 1864). **Subespecie en Guanajuato:** *M. megalophylla megalophylla* (Peters, 1864). Es la única subespecie presente en México (Hall 1981). Se conocen especímenes de los municipios de Guanajuato (CNMA, Sánchez *et al.* 2008; USNM 102419) y de San Luis de la Paz (ENCB-IPN). También se ha registrado de los municipios de Tierra Blanca, Victoria y Santa Catarina (CNMA; Sánchez *et al.* 2009). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

78. ***Pteronotus parnellii*** (Gray, 1843). **Subespecie en Guanajuato:** *P. parnellii mexicanus* (Miller, 1902). Existe un ejemplar colectado en el municipio de Xichú (CNMA; Sánchez *et al.* 2009) y otros de San Luis de la Paz (ENCB-IPN). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Familia Molossidae Subfamilia Molossinae

79. ***Promops centralis*** Thomas, 1915. **Subespecie en Guanajuato:** *Promops centralis centralis* Thomas, 1915. Esta subespecie es la única conocida de México. Sólo se ha encontrado en el municipio de Guanajuato (MADUG-MA 181; Sánchez y Magaña-Cota

2008). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Subfamilia Tadarinae

80. ***Tadarida brasiliensis*** (I. Geoffroy Saint-Hilaire, 1824). **Subespecie en Guanajuato:** *Tadarida brasiliensis mexicana* (de Saussure, 1860). Esta subespecie tiene amplia distribución en el país. Existen ejemplares de los municipios de Acámbaro (USNM 52258); Guanajuato (USNM 13125, 13534, 15170, 62459-62467 y 62472); varios ejemplares en CNMA reportados por Sánchez y Magaña-Cota 2008; otros ejemplares también se relacionan con este municipio: TCWC 29367-29381); Celaya, Dolores Hidalgo, Manuel Doblado, Cortázar-Jaral del Progreso, Santa Catarina y Victoria-Tierra Blanca (CNMA; Sánchez *et al.* 2009) y San Luis de la Paz (ENCB-IPN). Lozoya Gloria y Uriarte Garzón (2012) la registraron para Irapuato. **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Familia Vespertilionidae

#### Subfamilia Myotinae

81. ***Myotis californicus*** (Audubon & Bachman, 1842). **Subespecie en Guanajuato:** *Myotis californicus mexicanus* (de Saussure, 1860). Se conocen ejemplares de los municipios de Guanajuato (MADUG-MA; Sánchez y Magaña-Cota 2008) y de San Luis de la Paz (CNMA; Sánchez *et al.* 2009). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

82. ***Myotis thysanodes*** Miller, 1897. **Subespecie en Guanajuato:** *Myotis thysanodes thysanodes* Miller, 1897. Se ha registrado de los municipios de San Felipe, Ocampo, San Luis de la Paz y Victoria (ejemplares en CNMA; Sánchez *et al.* 2009). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

83. ***Myotis velifer*** (J. A. Allen, 1890). **Subespecie en Guanajuato:** *Myotis velifer velifer* (J. A. Allen, 1890). Existen ejemplares de los municipios de Acámbaro (KU 62365; ENCB-IPN), Cuerámbaro (MADUG-MA; Sánchez y Magaña-Cota 2008); Guanajuato (USNM 15144-15168; CNMA; Sánchez y Magaña-Cota 2008). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

84. ***Myotis yumanensis*** (H. Allen, 1864). **Subespecie en Guanajuato:** *Myotis yumanensis lutosus* Miller y G. M. Allen, 1928. Se conocen registros de los municipios de Guanajuato (CNMA 4813; MADUG-MA), Manuel Doblado (CNMA 23818), Pénjamo (USNM 13122 y 144529), San Luis de la Paz (CNMA 21058-21060 y 21063; Sánchez y Magaña-Cota 2008; y ENCB-IPN 42989). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

**Subfamilia Vespertilioninae**  
**Tribu Nycticeiini**

85. *Baeodon alleni* Thomas, 1892. **Subespecie en Guanajuato:** La especie es monotípica. Existen ejemplares de los municipios de Guanajuato (MADUG-MA; Sánchez y Magaña-Cota 2008), Manuel Doblado y Santa Catarina-Tierra Blanca (CNMA; Sánchez *et al.* 2009) y de San Luis de la Paz (ENCB-IPN 42998-43002). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern) mencionada como *Rhogeessa alleni*.

**Tribu Plecotini**

86. *Corynorhinus mexicanus* G. M. Allen, 1916. **Subespecie en Guanajuato:** La especie es Monotípica. Hall (1981) la menciona del municipio de Guanajuato. Existen otros especímenes de Guanajuato (USNM81643, 81644, 81646-81656, 81658, 81661 y 81662) y MADUG-MA; Sánchez y Magaña-Cota 2008) y de Coroneo (CNMA 23813). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie casi amenazada (Near Threatened).

87. *Corynorhinus townsendii* (Cooper, 1837). **Subespecie en Guanajuato:** *Corynorhinus townsendii australis* Handley, 1955. Esta subespecie tiene amplia distribución en el país. Para Guanajuato existen ejemplares de los municipios de Coroneo (CNMA 23812), Cortázar (CNMA 22597) y San Miguel de Allende (CNMA 23811); Guanajuato (USNM 81645, 81657, 81659 y 81660), MADUG-MA; Sánchez y Magaña-Cota 2008) y San Luis de la Paz (ENCB-IPN). Cuatro ejemplares en el USNM (22217, 22218, 60379 y 60380), colectados por Pierre Louis Jouy, están rotulados como “Charcas, Guanajuato” y fechados en 1891; probablemente la localidad correcta sea Charcas, San Luis Potosí, pues este naturalista trabajó en San Luis Potosí durante 1891 y no en Guanajuato (Jouy 1893). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

88. *Idionycteris phyllotis* (G. M. Allen, 1916). **Subespecie en Guanajuato:** *Idionycteris phyllotis phyllotis* (G. M. Allen, 1916). Se han encontrado ejemplares en Santa Catarina-Tierra Blanca (CNMA; Sánchez y Magaña-Cota 2008). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

**Tribu Eptesicini**

89. *Eptesicus fuscus* (Palisot de Beauvois, 1796). **Subespecie en Guanajuato:** *Eptesicus fuscus miradorensis* (H. Allen, 1866). Se conocen ejemplares obtenidos en los municipios de Guanajuato (MADUG-MA; USNM 85416, Sánchez y Magaña-Cota 2008), San Luis de la Paz (ENCB-IPN) y Xichú (CNMA 21370). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Tribu Lasiurini

90. *Lasiurus blossevillii* (Lesson & Garnot, 1826). **Subespecie en Guanajuato:** *Lasiurus blossevillii teliotis* (H. Allen, 1891). Se conocen ejemplares de los municipios de Guanajuato (USNM 12662 y 12663), Irapuato y Cuerámaro (MADUG-MA; Sánchez y Magaña-Cota 2008; Magaña-Cota 2008); también de Coroneo, Santa Catarina-Tierra Blanca y Tarimoro (CNMA; Sánchez *et al.* 2009), además de Victoria (CNMA 21038-21042). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

91. *Lasiurus cinereus* (Palisot de Beauvois, 1796). **Subespecie en Guanajuato:** *Lasiurus cinereus cinereus* (Palisot de Beauvois, 1796). Esta es la única subespecie presente en México. Existen ejemplares de los municipios de Acámbaro (ENCB-IPN); Guanajuato (USNM13215; Sánchez y Magaña-Cota 2008), Coroneo, San Felipe, Victoria y Xichú (CNMA; Sánchez *et al.* 2009) y de San Luis de la Paz (ENCB-IPN). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

### Tribu Pipistrellini

92. *Parastrellus hesperus* (H. Allen, 1864). **Subespecie en Guanajuato:** *Parastrellus hesperus maximus* (Hatfield, 1936). Hasta el momento se conoce de los municipios de Cuerámaro (Sánchez y Magaña-Cota 2008), Xichú (CNMA; Sánchez *et al.* 2009) y San Luis de la Paz (ENCB-IPN). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern) mencionada como *Pipistrellus hesperus*.

### Subfamilia Antrozoinae

93. *Antrozous pallidus* (Le Conte, 1856). **Subespecie en Guanajuato:** *Antrozous pallidus pallidus* (Le Conte, 1856). Esta subespecie está ampliamente distribuida en la Altiplanicie Mexicana. En Guanajuato se le ha encontrado en el noreste del estado, en el municipio de San Diego de la Unión (ENCB-IPN 43005; Elizalde-Arellano *et al.* 2010). **Estado de conservación:** Lista Roja IUCN, especie de menor preocupación (Least Concern).

**Riqueza y composición de la mastofauna de Guanajuato.** Las 93 especies de mamíferos silvestres de Guanajuato se distribuyen en 20 familias pertenecientes a ocho órdenes zoológicos, como se muestra en la Tabla 1.

Hasta donde indica la información actual para Guanajuato, al nivel de familias los carnívoros muestran mayor riqueza con cinco, seguidos por los roedores y quirópteros.

Sin embargo, al nivel de especies el mayor número corresponde a los roedores, luego a los quirópteros y carnívoros. La Figura 1 muestra la riqueza de las especies de mamíferos de Guanajuato por familias; los roedores de la familia Cricetidae muestran el mayor número de especies (18, si se consideran como de una especie los registros asignables al complejo taxonómico *S. hispidus* de Henson y Bradley (2009), pero que en realidad podrían pertenecer a dos o más especies). Les siguen los murciélagos de

las familias Vespertilionidae y Phyllostomidae (13 especies cada una). El resto de las familias son menos ricas en especies: las ratas de abazones (Heteromyidae) cuentan con ocho, las ardillas (Sciuridae) con seis y los gatos silvestres (Felidae) con cinco. Otras 14 familias de mamíferos cuentan con menos de cinco especies conocidas en el estado.

**Cobertura geográfica del muestreo en Guanajuato hasta 2014.** Hasta 2014 se cuenta con registros de mamíferos silvestres para 30 (65.22 %) de los 46 municipios de Guanajuato. La Figura 2 muestra una primera evaluación gruesa de la cobertura de muestreo de mamíferos silvestres en Guanajuato por municipios, con base en los registros conocidos. Sólo 13 municipios cuentan con información para más de 10 especies y de ellos, únicamente cinco cuentan con más de 20 especies registradas. Aún en los municipios mejor trabajados, como Guanajuato y San Luis de la Paz, es esperable que exista una mayor riqueza de especies, pues el número de localidades muestreadas no resulta suficientemente representativo del área, ni de todos los ambientes que existen en esas demarcaciones.

**Tabla 1.** Riqueza de especies de mamíferos de Guanajuato.

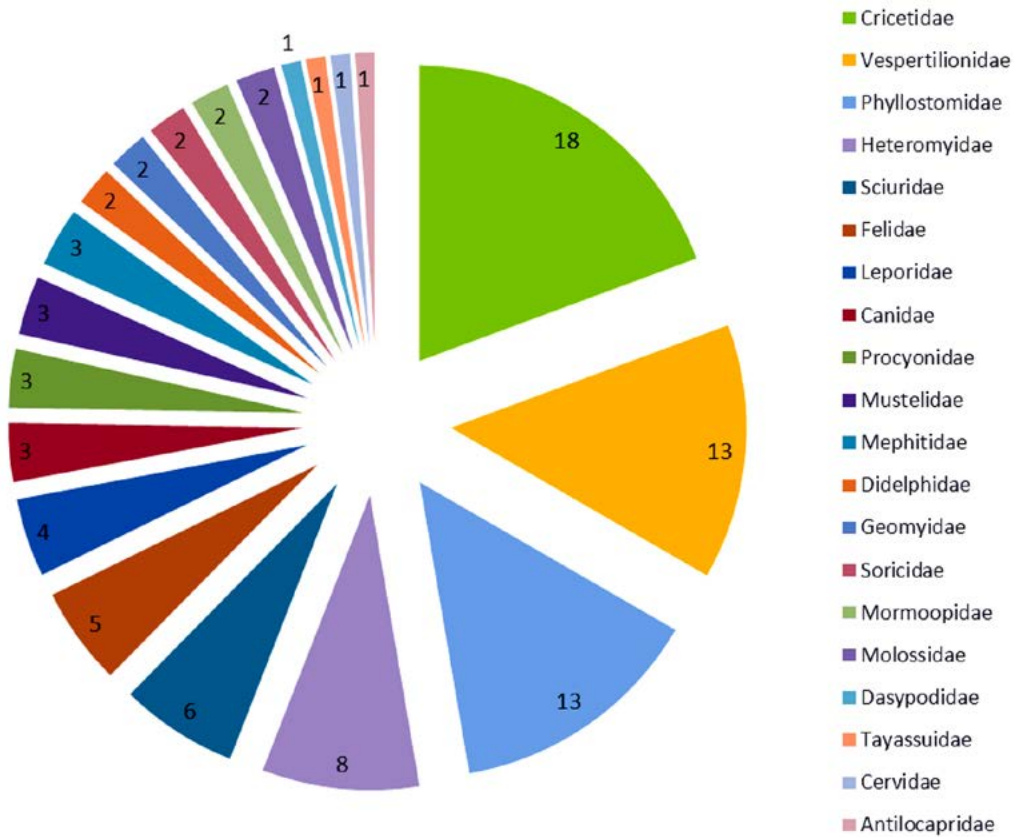
ORDEN	No. de familias	No. de especies
Didelphimorphia	1	2
Cingulata	1	1
Lagomorpha	1	4
Rodentia	4	34
Carnivora	5	17
Soricomorpha	1	2
Chiroptera	4	30
Artiodactyla	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>93</b>

A primera vista, en el mapa podría parecer que la cobertura de muestreo del estado es relativamente buena, lo que obedece a la escala gruesa, pero si se observa en la Figura 3 la riqueza de registros por municipio, se apreciará que muy pocas demarcaciones cuentan con un muestreo realmente suficiente. Aun cuando no fue propósito del presente estudio revisar la cobertura detallada de localidades de muestreo a ese nivel, un ejemplo ilustra la situación en general deficitaria: uno de los municipios con muestreo mejor planeado y más intenso en los años recientes es San Luis de la Paz, a pesar de lo cual las localidades visitadas no exceden 25 (Sánchez y Magaña-Cota 2008; Sánchez *et al.* 2009; Elizalde-Arellano *et al.* 2010; Magaña-Cota *et al.* 2012; Sánchez *et al.* 2014).

Además muchas de ellas se encuentran muy cercanas entre sí, lo que deja amplias áreas y ambientes del municipio aún sin muestrear. Tomando San Luis de la Paz como referente, es claro que la situación del muestreo en otros municipios es aún menos representativa de sus respectivos territorios. La cartografía de localidades particulares de registro, actualmente en proceso, permitirá percibir con mayor claridad los grandes vacíos geográficos del registro de mamíferos en los distintos municipios de Guanajuato.

Los 16 municipios para los que se carece de registros son Apaseo el Alto, Apaseo el Grande, Comonfort, Doctor Mora, Huanímaro, Jerécuaro, Pueblo Nuevo, Purísima del Rincón, Romita, San Francisco del Rincón, Santa Cruz de Juventino Rosas, Santiago

### Riqueza relativa de especies de mamíferos en Guanajuato



**Figura 1.** Composición de la mastofauna de Guanajuato, en función del número de especies por familias zoológicas.

Maravatío, Tarandacuao, Uriangato, Valle de Santiago y Villagrán. En su conjunto representan una tercera parte del total de 46 municipalidades; en cuanto a superficie se trata de 5,633 km<sup>2</sup> aún no muestreados, que significan el 18.40 % de la extensión del estado. Fisiográficamente, las ausencias de registros más notorias corresponden a la Cuenca Alta del Río Santa María, en el extremo norte del estado; la confluencia de las Cuencas Temascalatío-Guanajuato-Silao-La Laja, justo en el centro del estado; el noreste de la Cuenca del Río Turbio en el oeste de Guanajuato y varias partes de la Cuenca del Río Lerma propiamente dicha, en el extremo sur de la entidad.

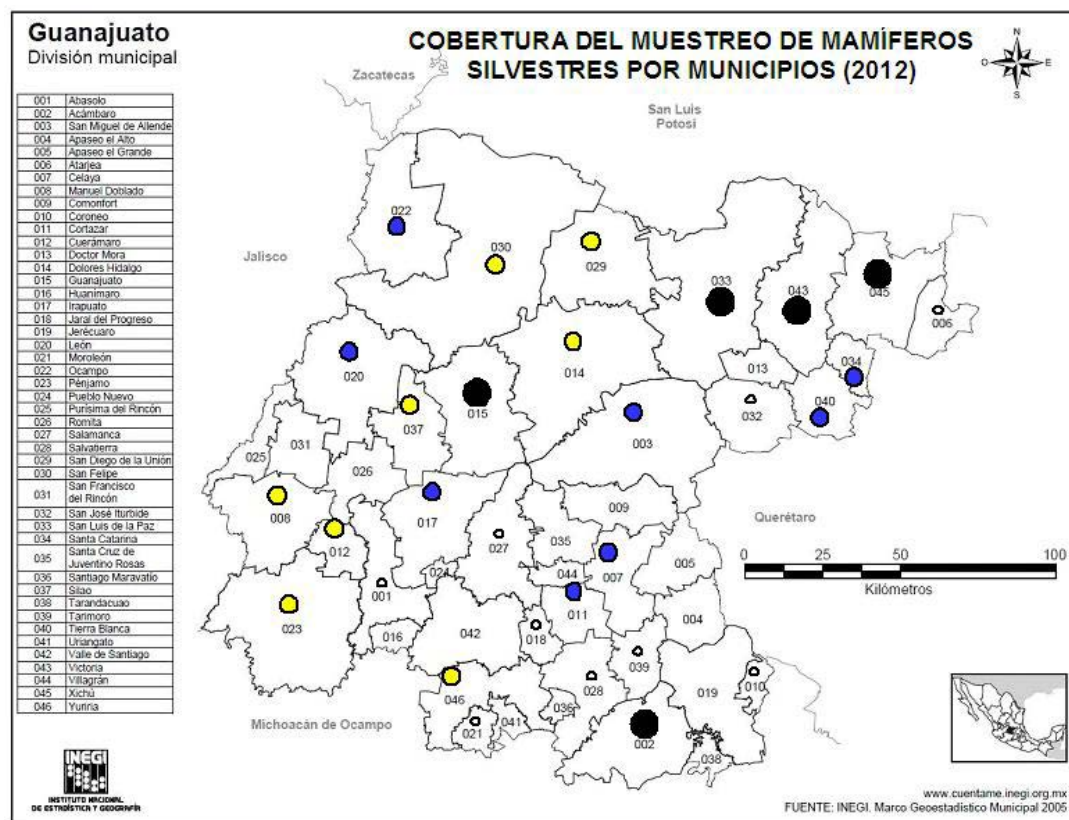
La riqueza de registros para las especies en los 30 municipios que cuentan con información se muestra en la Figura 3. De esos municipios muestreados hasta 2012, solamente cinco (16.66 %) cuentan con registros para más de 20 especies. Para la gran mayoría de ellos la composición de la mastofauna se conoce de manera precaria.

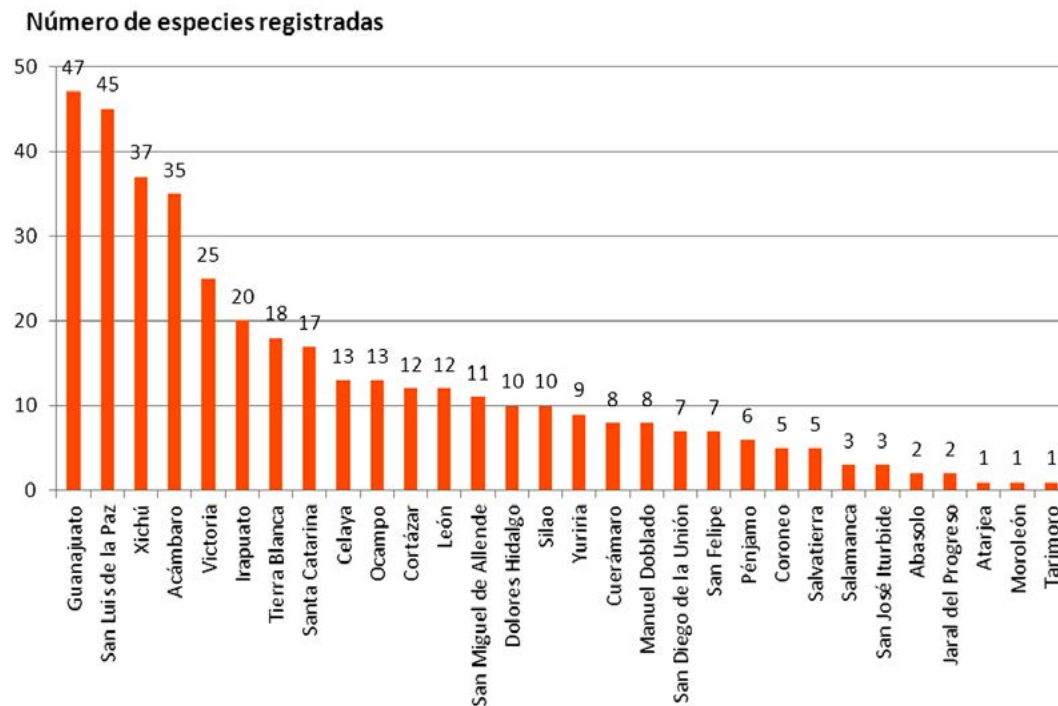
Respecto a la amplitud de distribución conocida para las especies, hasta 2012 solamente 25 especies se habían registrado de más de cinco municipios. Inclusive especies consideradas comunes y de amplia distribución en el centro del país como *Peromyscus gratus*, *P. levipes*, *P. maniculatus*, *P. melanophrys*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Heteromys irroratus* y *Tadarida brasiliensis* sólo cuentan con registros para 12, o cuando más 14, de los 30 municipios muestreados (Figura 4).

**Afinidades geográficas actuales de la mastofauna de Guanajuato.** El insuficiente conocimiento de la distribución de las especies en el estado no permite un análisis detallado de afinidades faunísticas; sin embargo es posible ofrecer un primer atisbo al tema. La mayor parte de los taxones presentes en Guanajuato son de amplia distribución en el país, por lo que no resultan informativos en este sentido; pero otros están claramente vinculados con ciertas provincias biogeográficas. Su revisión indica una composición mixta de la mastofauna estatal.

Un considerable número de taxones de Guanajuato tienen clara asociación con la fauna de la Altiplanicie Mexicana: *Lepus californicus*, *Sylvilagus audubonii*, *Xerospermophilus spilosoma*, *Neotoma leucodon*, *Peromyscus eremicus*, *Chaetodipus eremicus*, *C. nelsoni*, *C. hispidus*, *Dipodomys merriami*, *D. ordii*, *D. ornatus*, *Sigmodon fulviventor*, *Taxidea taxus*, *Antrozous pallidus*, *Idionycteris phyllotis*, y en el pasado *Antilocapra americana*. Otros, actualmente registrados del extremo nororiente de Guanajuato, se relacionan con la fauna de la vertiente del Golfo de México: *Leopardus pardalis pardalis*, *L. wiedii oaxacensis*, *Herpailurus yagouaroundi cacomitli* y *Diphylla ecaudata*. Otros más se relacionan con la fauna subtropical del Bajío, que pertenece a la parte alta de la vertiente del Pacífico: *Leopardus pardalis nelsoni*, *Tlacuatzin canescens* y *Oryzomys albiventer*. Finalmente, la presencia de *Peromyscus hylocetes*, ratón endémico del Eje Neovolcánico, en el sur del estado, revela una relación marginal pero inequívoca con la fauna de esa cordillera transversal. Todo esto refleja la ubicación geográfica de Guanajuato, en la cual coinciden partes de estas grandes regiones (Figura 5), cada una con una historia biogeográfica particular.

**Figura 2.** Cobertura de los registros de mamíferos silvestres en los municipios de Guanajuato, hasta 2014. Las marcas pequeñas indican nueve municipios con apenas cinco especies registradas; las amarillas, ocho municipios con registro de entre 6 y 10 especies; las azules, ocho municipios con entre 11 y 20 especies; y las negras grandes, solo cinco municipios con 21 o más (hasta 45) especies registradas. Al parecer algunos municipios no cuentan con registros de mamíferos. La figura no refleja el número de localidades muestreadas por municipio. Elaboración propia sobre el mapa base de división municipal de INEGI (2005).





**Figura 3.** Número de especies registradas para los municipios muestreados hasta 2012. La gráfica no incluye ejemplares anteriormente asignados a *Sigmodon hispidus*, en espera de que sea posible aclarar la situación taxonómica de las poblaciones del género en la Altiplanicie Mexicana.

**Estado de conservación general de la mastofauna.** La información actualmente disponible sobre la mastofauna de Guanajuato en su conjunto, en relación con el entorno natural del estado, aún no es suficiente para producir un diagnóstico detallado sobre su estado de conservación. Sánchez *et al.* (2012) comentaron en forma general que las ANP son la primera línea de protección para la vida silvestre estatal, aunque se requiere que sus programas se intensifiquen, sobre todo en lo que corresponde a monitoreo, vigilancia, restauración, y programas educativos, sociales y económicos encaminados al desarrollo sustentable. El papel de conservación integral de la biodiversidad nativa en los terrenos de las UMA, en general para México y para Guanajuato en particular, es un tanto discutible; sus esfuerzos se han dirigido básicamente a fomentar poblaciones locales de unas cuantas especies de interés económico directo, incluso modificando el ambiente silvestre para favorecerlas, lo cual no necesariamente resulta adecuado en igual medida para otras especies silvestres importantes (Gallina-Tessaro *et al.* 2009, CONABIO 2012). Por su bajo número de UMA's en vida libre (sólo 16, en una superficie de cerca de 25,300 ha) Guanajuato ocupa apenas el lugar 29 entre las 32 entidades federativas de México (CONABIO 2012). La gran mayoría de las 16 UMA's han mencionado interés o actividad con el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) sobre todo con fines de aprovechamiento pero citando a distintas subespecies, ajenas al estado; la introducción de pie de cría de subespecies foráneas, tanto tropicales como de sitios áridos extremos, más que un beneficio sin duda alterará la identidad genética de las poblaciones autóctonas de la especie en Guanajuato, dado que las UMA interesadas son de esquema de producción de venados en vida libre. Por otra parte, Sánchez *et al.* (2012) destacaron la necesidad de continuar documentando la riqueza y patrones de distribución de poblaciones nativas de mamíferos en el estado, los venados entre otros, y de iniciar –o mejorar si es el caso– el monitoreo científico de poblaciones ya detectadas, para conocer en forma realmente objetiva su condición y tendencia.



En espera de que se acumule mayor información sobre distintas especies y sus poblaciones, por el momento es posible hacer algunas observaciones respecto a los registros de especies formalmente consideradas en algún grado de riesgo.

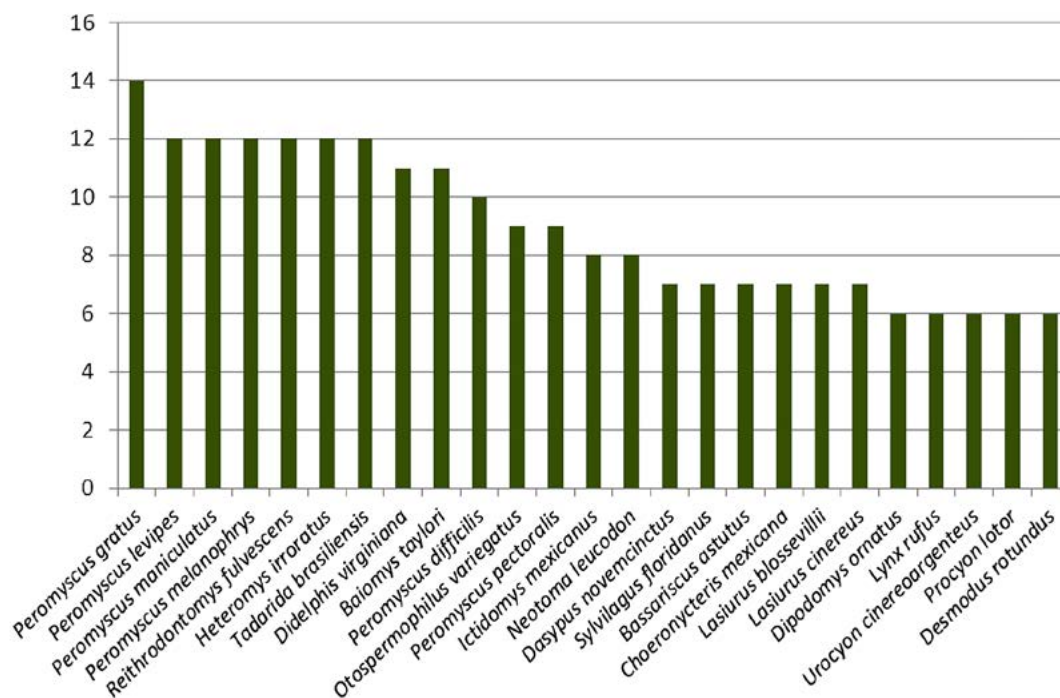
**Relación entre especies en riesgo y áreas naturales protegidas de Guanajuato.** Además del interés académico *per se* en el estudio de los mamíferos de Guanajuato, una fuerte motivación y urgencia es la de su conservación. Aunque todas las especies son importantes en distintos sentidos, aquellas que han sido diagnosticadas como en riesgo a escala global o nacional requieren atención prioritaria.

En el presente no se cuenta con información directa respecto a la magnitud relativa ni al estado de conservación de poblaciones de especies en riesgo del estado de Guanajuato. Por ello, se consideró útil ubicar al menos cuáles son las ANP del estado que, por su vinculación directa o proximidad a los puntos de registro conocidos para estos mamíferos en riesgo, representan extensiones donde es deseable –y quizá inmediatamente factible– empezar a trabajar para evaluar su situación local y asegurar su permanencia en la entidad.

La Tabla 2 muestra la relación geográfica general entre algunas Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado y 15 especies que se encuentran en riesgo (global conforme a la Lista Roja de la IUCN, nacional respecto a la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, o ambos). En forma precautoria se incluye una especie que recientemente se validó taxonómicamente (*Oryzomys albiventer*; Carleton y Arroyo-Cabrales 2009), aunque su estado de riesgo aún no ha sido evaluado a escala global ni nacional. En la tabla se incluyen diez áreas naturales protegidas (ANP) de Guanajuato, con las que esas especies muestran principal vinculación geográfica.

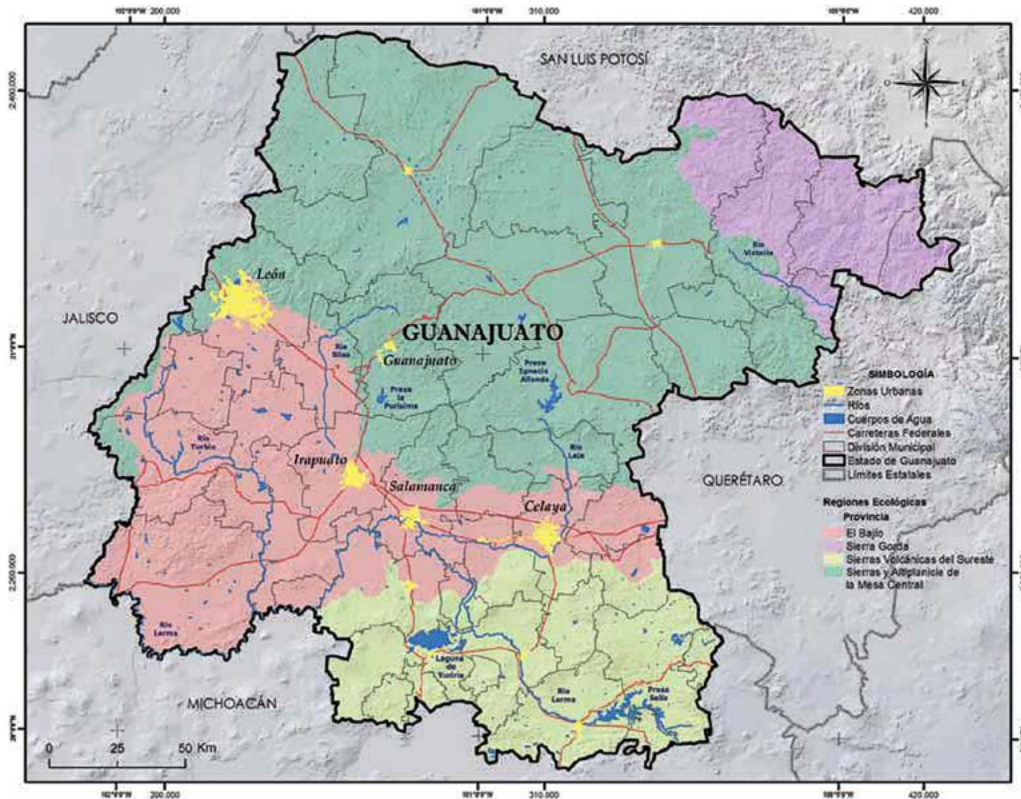
No se incluyeron *Canis lupus* y *Antilocapra americana* pues se consideran extirpados del estado (Sánchez *et al.* 2014), pero se deja abierta la posibilidad en el caso de *Lontra*

Número de Municipios



**Figura 4.** Especies que se han registrado en más de cinco municipios de Guanajuato hasta 2012. Sesenta y siete especies (72.82 %) se conocen sólo de entre uno y cinco municipios. El estado actual del conocimiento geográfico de la mastofauna es insuficiente para reconocer patrones claros de distribución de las especies. No se incluyen ejemplares anteriormente asignados a *Sigmodon hispidus*, en congruencia con lo explicado en el pie de la Figura 3.

*longicaudis*, considerando que la Sierra de Pénjamo no se ha explorado suficientemente y que en otros sitios de México se le ha hallado en arroyos y ríos secundarios relativamente en buen estado, aún en áreas donde las corrientes principales se hallan deterioradas en varias formas (Gallo 1997; Sánchez *et al.* 2007; Monroy-Vilchis y Mundo 2009; Charre-Medellín *et al.* 2011).



**Figura 5.** Grandes regiones fisiográficas que inciden en Guanajuato. Como se explica en el texto, algunas especies de mamíferos silvestres son características de cada una de ellas y su presencia refleja la convergencia de distintos procesos biogeográficos y evolutivos en el estado. Fuentes: Bataillon (1988) y Cuevas Carrillo y Zorrilla (2012).

Entre las especies en riesgo presentes en Guanajuato sobresalen tres especies de murciélagos que están incluidas en categorías de riesgo medio o máximo en la Lista Roja de la IUCN y en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y una cuarta como casi amenazada en la Lista Roja. Las tres primeras son especies nectarívoro-polinívoro-insectívoras (*Leptonycteris nivalis*, *L. yerbabuenae* y *Choeronycteris mexicana*) cuyo papel ecológico clave en la polinización y dispersión de semillas de plantas de sitios semidesérticos ha sido ampliamente demostrado (Arita y Wilson 1987; Valiente-Banuet *et al.* 1996; Godínez-Álvarez y Valiente-Banuet 2000; entre otros). Estas especies requieren la conservación de extensiones donde la vegetación original se halle en buen estado, particularmente respecto a la presencia y abundancia de plantas de polinización quiropterófila, como coinciden en señalar esos estudios.

La cuarta es un quiróptero insectívoro (*Corynorhinus mexicanus*) la cual ha mostrado cierta dependencia de la presencia de cuevas con características de microclima especiales, respecto a su sobrevivencia durante el período invernal y sobre todo a la instalación de colonias de maternidad (López-Wilchis 1989; López-González y Torres-Morales 2004). Para el caso de Guanajuato es importante evaluar la presencia de la especie en cavernas naturales, pero también, dada la antigua trayectoria de la entidad en la extracción de minerales, la eventual presencia y posible uso de minas abandonadas por parte de esta especie.

La liebre *Lepus callotis* aparece en la Lista Roja de la IUCN como globalmente casi amenazada. Esto puede obedecer tanto a cambios en el uso del suelo como a la eliminación sistemática de ejemplares, sea porque se les considera plaga agrícola o porque se les caza furtivamente (DGVS-SEMARNAT 2010). En Guanajuato la dinámica del cambio de uso de suelo tiene una larga historia y es intensa para muchas actividades, particularmente para fines agrícolas (García *et al.* 2002; Paredes Melesio *et al.* 2011), lo que conduce a identificar la necesidad de evaluar el estado de las poblaciones de esta especie en ambientes nativos del estado y, por supuesto, su persistencia o desaparición en áreas dedicadas a la agricultura y la ganadería.

**Tabla 2.** Relación entre los registros actuales de especies de mamíferos silvestres en alguna situación de riesgo y las áreas naturales protegidas (ANP) de Guanajuato.

Especies de Guanajuato en riesgo	Categoría de riesgo global (IUCN)	Categoría de riesgo nacional (NOM-059)	Áreas naturales protegidas de Guanajuato con las que se relacionan, en función de las localidades conocidas hasta 2012											
			SG	SL	SP	CG	PA	SA	CE	CS	CC	CA		
<i>Leptonycteris nivalis</i>	En Peligro	Amenazada	+								+	+		
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Vulnerable	Amenazada	+											
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Casi amenazada	Amenazada	+		+	+								+
<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Casi amenazada	---									+	+		
<i>Lepus callotis</i>	Casi amenazada	---					+							+
<i>Leopardus wiedii</i>	Casi amenazada	En Peligro	+											
<i>Leopardus pardalis</i>	---	En peligro	+		+									
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	---	Amenazada	+											
<i>Lontra longicaudis</i>	Deficiente en datos	Amenazada				?								
<i>Taxidea taxus</i>	---	Amenazada												+
<i>Glaucomys volans</i>	---	Amenazada	+											
<i>Sciurus oculatus</i>	---	Bajo Protección Especial	+	+							+	+		
<i>Dipodomys ornatus</i>	---	Bajo Protección Especial	+	+				+			+	+		
<i>Cratogeomys fumosus</i>	---	Amenazada					+	+			+	+		
<i>Oryzomys albiventer</i> **	No evaluada	No evaluada									+			
<b>TOTAL DE ESPECIES</b>			9	2	2	3	2	2	1	5	5	1	2	

Las ANP pertenecen a cuatro categorías consideradas por el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE, 2013): Reserva de la Biosfera: Sierra Gorda de Guanajuato (SG); Área de Uso Sustentable: Sierra de Lobos (SL), Sierra de Pénjamo (SP), Cerros El Culiacán y La Gavia (CG), Peña Alta (PA), Cerro de Arandas (CA) y Sierra de los Agustinos (SA); Reserva de Conservación: Cuenca de la Esperanza (CE); Área de Restauración Ecológica: Cuenca de La Soledad (CS) y Cerro del Cubilete (CC). \*\* Especie cuyo estado de conservación global y nacional aún no se ha evaluado; en Guanajuato sólo se conoce de la vecindad de SA.

Los félidos manchados (*Leopardus pardalis* y *L. wiedii*), el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), la nutria (*Lontra longicaudis*) y el tlalcoyote (*Taxidea taxus*) incluidos en las listas de taxones en riesgo, sobre todo la NOM-059-SEMARNAT-2010 a escala nacional, cuentan con escasa información para Guanajuato y deben protegerse efectivamente sus poblaciones y el hábitat en todas las áreas donde se les ha registrado, sobre todo en las reservas de mayor extensión geográfica, por ejemplo en la Sierra Gorda, la Sierra de Pénjamo y la Sierra de los Agustinos (en espera de conocer su presencia y situación en

otras como Pinal de Zamorano, entre varias). En esas áreas, cabe anotar, no solamente es de importancia mantener la vegetación original, sino también condiciones de mínima presencia humana, dado que los felinos y otros carnívoros medianos y grandes son objeto focal de caza furtiva en la Sierra Gorda, para lo cual se pretextan conflictos con actividades humanas (Arroyo-Quiroz y Pérez-Gil 2007).

Por otra parte, se requiere documentar mejor la presencia y distribución de la ardilla planeadora *Glaucomys volans* en la Sierra Gorda y otros sitios, y revisar el estado que guardan en el estado los bosques de encinos de hojas anchas y tronco nudoso con oquedades, el tipo de hábitat que más favorece a estas ardillas, por ejemplo en bosques con *Quercus laurina* (Ceballos *et al.* 2010). Esa especie de encino está presente en la Sierra Gorda como en otros sitios de las sierras de la entidad, entre 2,600 y 2,850 msnm, formando bosques densos perennifolios de hasta 20-25 m de altura, formados casi exclusivamente por *Quercus laurina*, *Q. rugosa* (encino avellano) y *Q. obtusata* (Zamudio Ruiz, 2012). Sin embargo muchos de los sitios que originalmente contenían esta vegetación se han venido talando con fines agrícolas y para producir carbón (Pineda, 1978) tendencia que no puede descartarse todavía. Los encinos de este tipo tienden a volverse más nudosos con la edad y a desarrollar oquedades, de allí la importancia de conservar los bosques antiguos, tanto en favor de *G. volans* como de otras especies que requieren vegetación densa y con arquitectura compleja. A todo ello hay que agregar que las ardillas en general se perciben, al menos en la Sierra Gorda de Querétaro, como las especies de mamíferos silvestres más perjudiciales para las actividades productivas (21.7% de una muestra de 171 personas entrevistadas; Arroyo-Quiroz y Pérez-Gil 2007).

Este es un ejemplo de cómo distintos tipos de información resultan más significativos en forma conjunta y, por ello, deben considerarse en esta forma para orientar las políticas públicas de conservación, en este caso de encinares y en particular para especies en riesgo y sensibles como es el caso de *G. volans*.

En contraste, el caso de otra especie actualmente catalogada como amenazada, la tuza *Cratogeomys fumosus*, resulta complejo en otro sentido. La NOM-059-SEMARNAT-2010, en sus versiones anteriores, la incluyó considerando su acepción anterior como taxón microendémico de los alrededores de Colima (tal como aparece en Hall 1981:523). Sin embargo, desde hace algunos años se ha demostrado que *C. fumosus* junto con *C. neglectus*, *C. gymnurus*, *C. zinseri* y *C. tylosinus* resultan miembros de la misma especie, por lo que hoy todas quedan incluidas en *Cratogeomys fumosus* (Hafner *et al.* 2004), especie de amplia distribución, inclusive en terrenos de cultivo. En la actual redacción de la NOM-059-SEMARNAT-2010, el estado de especie amenazada hoy se entendería extendido a todo *C. fumosus* en su amplio sentido taxonómico vigente, por lo que es urgente revisar este caso. Por otro lado, claramente la conservación de las tuzas suele entrar en conflicto con intereses como los agrícolas, por lo que será necesario buscar esquemas que minimicen la contradicción entre ambas perspectivas.

*Dipodomys ornatus*, taxón que recientemente fue removido de la especie *D. phillipsii* para reconocerlo como especie distinta, es una especie de roedor vinculada primariamente con entornos semiáridos caracterizados por pastos cortos y grupos de nopaleras o matorrales espinosos, entremezclados con porciones de suelo desnudo y se ha dicho que la pérdida de hábitat debida a la agricultura afecta a algunas de sus poblaciones (Álvarez-Castañeda *et al.* 2008). Aunque la NOM-059-SEMARNAT-2010

consideraba a la especie *D. phillipsii* en general en la categoría de sujeta a protección especial, en particular asignó a tres de sus subespecies a la categoría de amenazadas; hoy cuando *D. ornatus* se ha segregado de *D. phillipsii*, debe reevaluarse su situación de conservación como especie distinta, endémica de México, con el método oficial MER (NOM-059-SEMARNAT-2010; Sánchez *et al.* 2007). Claramente, su situación en Guanajuato necesita evaluarse pronto, sobre todo estimando su grado de resiliencia ante modificaciones agrícolas y ganaderas del suelo, y cambios en la periferia de corredores industriales y centros de población humana.

El tlalcoyote (*Taxidea taxus*) es uno de los mamíferos menos conocidos del estado y sólo se cuenta con un registro antiguo de su presencia en Silao; municipio donde se encuentra el Área de Restauración Ecológica Cerro del Cubilete. Además de tratar de determinar si el tlalcoyote aún existe en esa área, actualmente con un grado considerable de alteración pero con perspectivas de restauración por parte del gobierno estatal, será necesario intensificar su búsqueda en otras regiones del estado de Guanajuato.

Dos especies se consideran extirpadas de Guanajuato entre la conquista española y el Siglo XIX (*Canis lupus* y *Antilocapra americana*; Sánchez *et al.* 2014) y la probabilidad de redescubrirlas en libertad básicamente se considera nula. Una tercera especie registrada por A. Dugès en el Siglo XIX, la nutria de río (*Lontra longicaudis*) no se ha vuelto a reportar, pero como se indicó arriba aún puede ser recomendable emprender su búsqueda en riberas de arroyos del sur y suroeste del estado, tributarios de la cuenca del río Lerma, óptimamente con fotografía automática o al menos mediante huellas u otras evidencias indirectas.

Con la información disponible hasta 2014, diez de las 24 ANP de Guanajuato (41.66 % del total) resultaron relacionadas directa o marginalmente con registros de especies de mamíferos silvestres en riesgo. El conocimiento sobre la distribución geográfica de las especies aún es insuficiente para determinar posibles relaciones con otras áreas protegidas y con extensiones fuera de éstas. Mientras se avanza en nuevos muestreos es recomendable reforzar, dentro de aquellas ANP que se han detectado relacionadas con especies en riesgo, la protección de los hábitats críticos para cada taxón considerando para ello la literatura disponible relativa a su ecología, en términos de lo que se describió arriba sobre el conocimiento de sus requerimientos de cobertura de hábitat, de alimentación, de acceso al agua y de mínima presencia humana. Asimismo es recomendable instalar en esas ANP protocolos de monitoreo sistemático de la presencia y abundancia relativa de esas especies en riesgo, con alcance a los plazos medio y largo.

Hasta donde hoy se sabe, especies como *Leptonycteris nivalis*, *L. yerbabuena*, *Choeronycteris mexicana*, *Leopardus pardalis*, *L. wiedii*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Glaucomys volans*, *Sciurus oculatus* y *Dipodomys ornatus* recibirían cierta protección, al menos nominal, principalmente en el ANP más extensa del estado, la Sierra Gorda, lo cual refleja la importancia de ésta. Conforme a la información actualmente disponible le seguirían la Cuenca de la Esperanza y la Cuenca de la Soledad, con las que se vinculan directamente o a las cuales están próximos registros de *Leptonycteris nivalis*, *Corynorhinus mexicanus*, *Sciurus oculatus*, *Dipodomys ornatus* y *Cratogeomys fumosus*.

Por su situación geográfica al este-noreste del estado, y por su aparente y relativa lejanía a influencias humanas intensas, la Reserva de Conservación Pinal de Zamorano

puede ser otra área clave para la conservación de especies en riesgo en Guanajuato (no sólo de mamíferos sino de muchas otras formas de vida), por lo que resulta urgente su exploración biológica y diagnóstico ambiental a mayor detalle.

El entorno natural del estado de Guanajuato ha sido objeto de alteración desde los primeros poblamientos prehispánicos, pero ésta se tornó notoria y extensa desde el Siglo XVI, cuando en la época colonial se desarrollaron la agricultura extensiva, la ganadería y la minería con gran auge, lo que demandó entre otras cosas la tala de bosques en busca de combustible y empeoró con el advenimiento de la mecanización en el Siglo XIX; luego se tornó prácticamente irreversible con el establecimiento de grandes extensiones de agricultura tecnificada de riego y corredores industriales en los Siglos XIX y XX, lo que ha dejado cada vez menos espacios para la vida silvestre (Almanza y Juárez 2012).

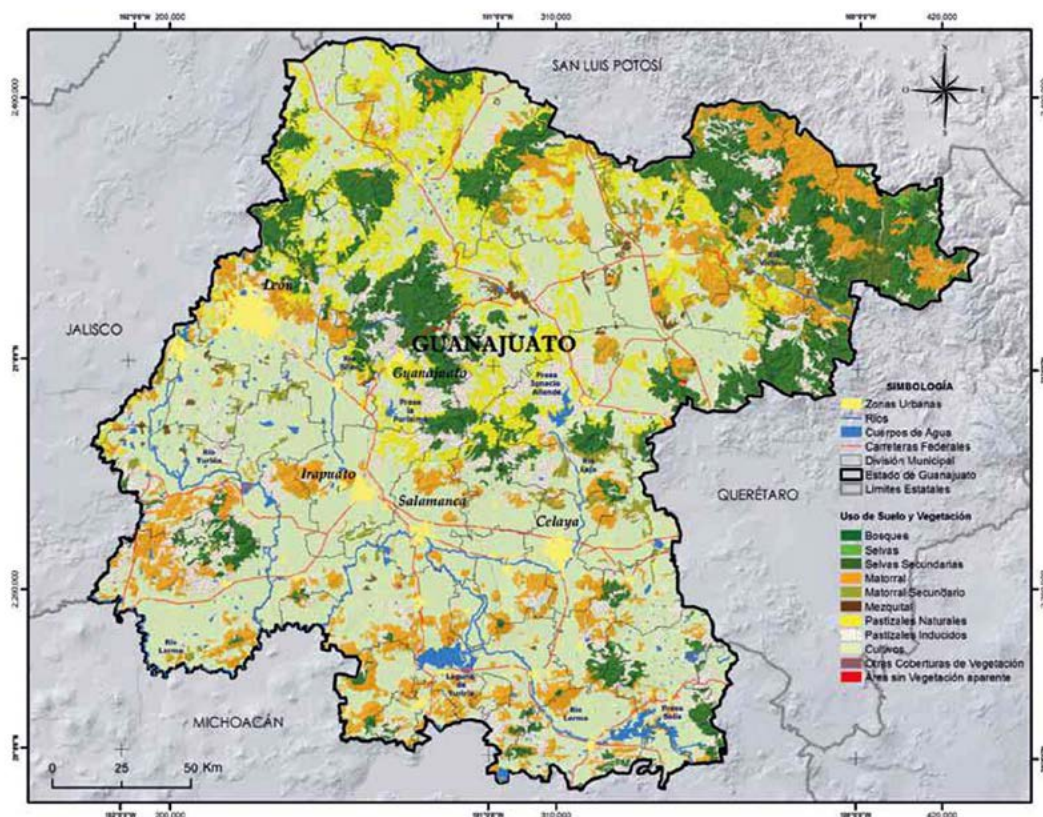
Como se aprecia en la Figura 6, el uso del suelo en Guanajuato es hoy sumamente intenso y extenso, por lo que las ANP (Figura 7) resaltan como la opción más viable para la conservación de mamíferos silvestres, sin ignorar que poblaciones de ciertas especies –las más tolerantes– han conseguido sobrevivir en áreas alteradas. Salvo la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (con 236,882 ha y única ANP federal en el estado, al noreste) el resto son de carácter estatal y, por la definición de propósito de sus categorías, probablemente podrían colocarse en orden decreciente de estado de conservación del ambiente nativo como sigue: Reservas de Conservación (2, Pinal de Zamorano al sur de la Sierra Gorda y Cuenca de La Esperanza, esta última de pequeña extensión y muy cerca de la Ciudad de Guanajuato), Áreas de Uso Sustentable (11, dos de ellas relativamente extensas, Sierra de Lobos en el noroeste, en la vecindad de la ciudad de León y la Sierra de Pénjamo, al occidente del estado); Áreas de Restauración Ecológica (5); Monumento Natural (1) y Parques Ecológicos (4). En la Figura 7 se señalan las ANP relacionadas con registros de especies en riesgo mencionadas en la Tabla 2.

En general, para todas las especies en riesgo de Guanajuato se estima necesario, así como urgente, detectar poblaciones relevantes dentro y fuera de las áreas protegidas, para diagnosticar su situación actual, conocer su trayectoria y con ello proceder a diseñar las intervenciones necesarias para su conservación.

Un propósito importante de la conservación es que no solo debe atenderse a las especies en riesgo y en relación con ANP, sino también mantener las especies comunes y abundantes en esa condición en todo el territorio posible. Por ello es importante que la información sobre cada grupo biológico (en este caso los mamíferos) se contraste también con aquella relativa al entorno silvestre no protegido, a fin de encontrar opciones de uso sustentable para éste y para las especies que aún contiene, estén en riesgo o no. A fin de cuentas las estrategias de conservación pueden ser globales o generales, sin embargo las acciones deben enmarcarse en las situaciones particulares.

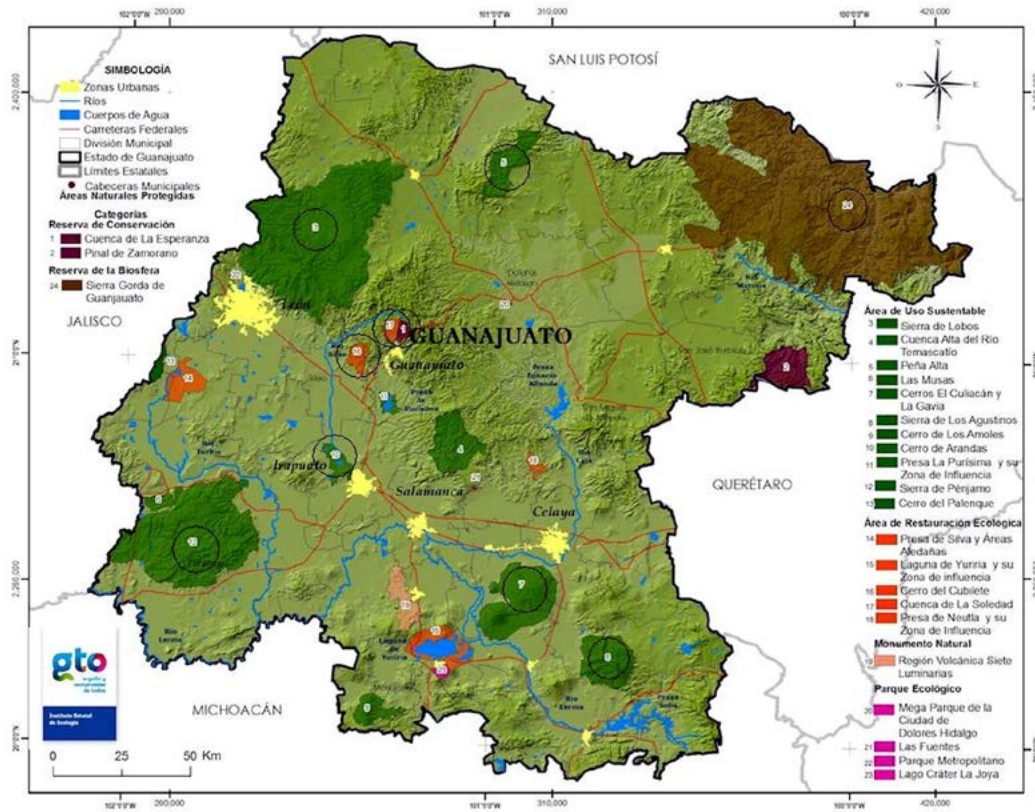
En este sentido puede y debe hacerse uso del reciente acuerdo por el que se dan a conocer especies prioritarias para promover y catalizar la conservación en México (SEMARNAT 2014); en este instrumento de política pública se mencionan siete especies presentes en Guanajuato, de las cuales cinco pueden considerarse focales para este propósito, pues el berrendo y el lobo fueron extirpados de Guanajuato hace mucho y la posibilidad actual de reintroducirlos es incierta, dada la situación que guarda la entidad respecto a los ambientes en que habitaron.

**Figura 6.** Vegetación y uso del suelo en el estado de Guanajuato para 2004. Puede observarse la gran extensión ocupada por cultivos (color verde más claro); las áreas de mayor industrialización también se ubican en esas extensiones. Aunque no se muestran en este mapa las áreas sujetas a minería, claramente en ellas hay acumulaciones de materiales de jales y otros desechos, antiguos y recientes, potencialmente tóxicos y propensos a lixiviación donde se ejerce esta actividad (Juárez, 2012). Fuente: Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE, 2009).



**Taxones sujetos a regulaciones de comercio internacional (CITES).** En el presente trabajo no se analiza el tema de comercio con especies silvestres, pero debido a que el estado de riesgo de algunos taxones es tomado como fundamento para las regulaciones internacionales en la materia de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, se hizo referencia al tema. La CITES contribuye a la protección de especies en riesgo mediante la regulación estricta de su comercio internacional. Siete especies registradas para Guanajuato (incluyendo al lobo mexicano, actualmente extirpado del estado) están incluidas en dos distintos Apéndices de la CITES: Apéndice I: *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Herpailurus yagouaroundi* y *Lontra longicaudis*. Apéndice II: *Lynx rufus*, *Puma concolor* y *Canis lupus*.

Cada Apéndice tiene distintos requisitos y procedimientos establecidos por las disposiciones legales y administrativas de México respecto a la CITES. Esto debe tenerse presente en el ejercicio de atribuciones de las autoridades, en casos que involucren el comercio internacional (importación o exportación) de cualquiera de estas especies. No debe olvidarse que algunas disposiciones de la CITES pueden no ser aplicables a ciertas subespecies, o bien, sólo lo son para algunas.



**Figura 7.** Áreas naturales Protegidas de Guanajuato. Sobre el mapa se indican con círculos aquellas con las cuales se relacionan los actuales registros de especies de mamíferos en riesgo, de modo franco o al menos marginal: Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato; Áreas de Uso Sustentable: Sierra de Lobos, Sierra de Pénjamo, Cerros El Culiacán y La Gavia, Peña Alta, Cerro de Arandas y Sierra de los Agustinos; Reserva de Conservación Cuenca de la Esperanza; Áreas de Restauración Ecológica Cuenca de La Soledad y Cerro del Cubilete. La Reserva de Conservación Pinal de Zamorano, al sur de la Sierra Gorda, a pesar de su buen estado de conservación y ubicación estratégica, aún no cuenta con registros de mamíferos silvestres documentados por especímenes o fichas fotográficas formales. En general se requiere mayor cobertura de registros para conocer mejor la situación de los taxones en el estado. Elaboración propia, tomando como base el mapa del Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE 2013).

## Conclusiones

Al final del Siglo XIX Dugès (1870, 1890 y 1895) había logrado registrar 39 especies de mamíferos en el estado de Guanajuato. Al final del Siglo XX el conocimiento de la mastofauna guanajuatense continuaba limitado, pues por ejemplo Ramírez-Pulido (1986) en su exhaustiva búsqueda a escala nacional, logró recuperar registros sólo para 59 especies. En lo que va del presente siglo, un listado anterior con 87 taxones (Sánchez *et al.* 2012) ya refleja los hallazgos de varios autores. Recientemente Sánchez *et al.* (2014) agregaron registros de otros mamíferos no voladores, con lo que se incrementó la lista estatal en seis especies. Hasta 2014 se han registrado 93 especies de mamíferos silvestres del estado de Guanajuato; no obstante, es probable que aún tome algunos años más compilar una lista realmente exhaustiva.

Por lo que se conoce hasta ahora, en Guanajuato el orden Rodentia es el más rico en especies, seguido por Chiroptera y Carnivora. Las 17 especies de Carnivora conocidas del estado representan el 44.73 % de las especies de ese orden presentes en el país, lo cual documenta la importancia de esta fauna estatal, considerando que se trata principalmente de depredadores de tamaño medio a grande. Sin embargo, su conocimiento actual no es suficientemente detallado, por lo que será necesario reunir



mejores muestras para conocer su situación real en la entidad. El estado general del conocimiento taxonómico sobre el género *Sigmodon* aún no permite esclarecer la identidad de registros de Guanajuato previamente asignados a *S. hispidus*.

La cobertura geográfica actual del muestreo de mamíferos silvestres en Guanajuato continúa siendo deficiente. Es altamente probable que una intensificación y mejor distribución del muestreo revele una mayor riqueza y diversidad en la mayoría de los municipios, y quizá algunas especies más para el estado. Las áreas que actualmente están en mayor necesidad de trabajo de campo son el extremo norte del estado; la confluencia de las cuencas centrales, la cuenca del Río Turbio en el oeste y partes de la Cuenca del Río Lerma en el sur.

Pocas especies cuentan con registro en más de 10 municipios (ocho roedores, un murciélago y el tlacuache común); aunque hasta el momento son las que han mostrado una distribución más amplia en Guanajuato, la insuficiencia de las muestras no permite aventurar una idea concluyente.

La mastofauna de Guanajuato se relaciona esencialmente con la de la Altiplanicie Mexicana, muestra un considerable componente de especies tropicales y subtropicales (al oriente hacia la Huasteca y un poco menos notorio al occidente, hacia el Bajío) y finalmente una relación menor con la fauna del Eje Neovolcánico, al sur.

Del total de 93 especies actualmente registradas, menos del 20% están incluidas en categorías de riesgo global (Lista Roja, IUCN), nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010) o en ambas; pero la conservación de los taxones en riesgo en Guanajuato es una indudable prioridad. Los registros actuales de esas especies en riesgo muestran su vinculación con al menos 10 de las 24 ANP del estado como se muestra en la Figura 7 (es decir, con el 37.5% de éstas). La superficie conjunta de todas las ANP de Guanajuato –una federal y 22 estatales– es de 583,388.15 ha (Guzmán González, 2012) lo que representa apenas el 19% del territorio estatal que es de 3'060,700 ha (INEGI 2011). Sin embargo, las 10 ANP con las que hasta ahora muestran relación los registros de mamíferos silvestres en riesgo suman un total de 502,909.40 ha, que equivalen al 16.43% del territorio estatal y representan un panorama alentador para la conservación de las especies en riesgo y otras, a condición de que las actividades humanas en ellas se mantengan realmente ordenadas y al mínimo nivel posible. Aunque la información actual sobre localidades es insuficiente y por ello puede subestimar la relación real de las especies con otras ANP, cuando menos ya permite ubicar algunas áreas en las que es recomendable reforzar en el corto plazo la protección de los hábitats críticos y de las poblaciones locales de esas especies, así como monitorear su permanencia y estado poblacional. La Sierra Gorda de Guanajuato destaca por su importancia para nueve especies en categorías de riesgo, y por su extensión y estado de conservación en realidad para muchas formas de vida silvestre en general, por lo que se requiere revisar con detalle la actual propuesta de zonificación para su plan de manejo (CONANP, 2013; aún en consulta pública en 2014) que incluye polígonos de potencial conflicto, por ejemplo zonas de uso especial –denominación que no excluye la minería– incrustadas en zonas núcleo o adyacentes a éstas. Aunque con mucho menor extensión, también las Cuencas de la Esperanza y La Soledad son relevantes pues se relacionan cada una con cinco especies en riesgo. Con base en la información obtenida para esta contribución, destaca la virtual ausencia de datos formales sobre mamíferos para la Reserva de Conservación de Pinal de Zamorano,

misma que por su ubicación y estado general del ambiente es una de las más prometedoras para la conservación en general. En las dos áreas de uso sustentable más extensas (Sierra de Lobos y Sierra de Pénjamo) aunque en ellas existen numerosas actividades humanas de impacto elevado, en algunas porciones aún persiste vegetación original, por lo que se estima necesario documentar allí la presencia de mamíferos silvestres. Los otros tipos de ANP de Guanajuato quizá alberguen especies de mamíferos en riesgo además de otras, más tolerantes, por lo que sus planes de manejo necesitan diferenciar claramente las zonas apropiadas para conservar sin actividad humana o minimizarla. La presencia de ciertos taxones de mamíferos, sobre todo los de mayor talla y con requerimientos de buen estado del hábitat natural o depredadores medianos a grandes, puede ser un dato útil si se les considera como especies focales para el diseño o rediseño de sistemas interconectados de reservas (Miller *et al.*, 1999).

En general la mayoría de las especies en riesgo son socialmente percibidas como gratas o importantes, aunque a algunas se les considera con cierta indiferencia o aún peor, se les percibe como nocivas o desagradables (Kellert 1985); la tuza *Cratogeomys fumosus* se considera tradicionalmente como una especie dañina para la agricultura, por lo que resulta un caso controversial para la conservación. Por otra parte, además la actual inclusión de varias especies como parte de *C. fumosus* sugiere la necesidad de reevaluar el estado de conservación de este taxón conforme al Método de Evaluación de Riesgo (MER) (Sánchez *et al.* 2007; NOM-059-SEMARNAT-2010). Como ésta, otras especies que recientemente han experimentado cambios taxonómicos, deben reevaluarse.

Dos especies quedaron extirpadas del estado; el berrendo hace casi cuatro siglos y el lobo al parecer hace al menos 150 años. Una tercera, la nutria de río, permanece en situación incierta pero aún no puede descartarse su permanencia en arroyos secundarios que drenan hacia la cuenca del Río Lerma, por ejemplo en la sierra de Pénjamo. Estos tres taxones están considerados en el reciente Acuerdo que establece especies de prioridad nacional como catalizadores de la conservación de hábitat (SEMARNAT-EP-2014), junto con el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), dos murciélagos magueyeros (*Leptonycteris nivalis* y *L. yerbabuena*) y la liebre torda (*Lepus callotis*). Es oportuno iniciar cuanto antes una prospección de posibilidades respecto a emplear estas especies como focos de atención (en el sentido de Miller *et al.*, 1999) para iniciar programas robustos de conservación de su hábitat en Guanajuato. En el caso de *O. virginianus*, precisamente por su alto interés como especie inductora de interés para la conservación y restauración ecológica, es indispensable erradicar el interés en introducir subespecies foráneas a UMA de vida libre en Guanajuato y fomentar el uso de pie de cría de las subespecies autóctonas. Claramente el caso del lobo y el berrendo representan retos mayores, debido a que sólo podría pensarse en su potencial reintroducción, con todas las complejidades y potenciales conflictos que ello implica; no obstante, las cinco especies restantes pueden representar oportunidades valiosas.

Se estima relevante emprender lo antes posible esfuerzos sistematizados de monitoreo para las especies en riesgo, por lo pronto al menos en aquellas ANP de Guanajuato con las que hasta el momento se les considera vinculadas. También es necesario continuar avanzando en los inventarios, incrementando progresivamente la cobertura geográfica y el grado de detalle de la información, sin excluir la continuidad del esfuerzo de registro de presencia de estas especies pero orientándose cada vez más hacia evaluaciones

de sus poblaciones y de sus relaciones con el estado actual del entorno. A partir de esa información será posible proponer y construir un sistema básico de monitoreo e información sobre mamíferos silvestres para Guanajuato, tal que permita conocer las poblaciones clave y, en el futuro, sus tendencias. En función de ello se podrá propiciar la instalación y mantenimiento de medidas de conservación adecuadas en el estado. Los félidos ameritan atención especial por su papel como depredadores tope; se requiere mejorar la información sobre su distribución general y situación poblacional en Guanajuato para generar opciones prácticas de conservación. Para el monitoreo de estas especies y de varios mamíferos medianos la fotografía automática, ya ensayada en Guanajuato (Iglesias *et al.* 2008; Charre-Medellín *et al.* 2012a y 2012b; Cecaíra-Ricoy *et al.* 2012), ha demostrado ser una técnica adecuada y existe oportunidad para sistematizar progresivamente su aplicación en la entidad.

Siete especies de carnívoros de Guanajuato (ocelote, margay, jaguarundi, lince, puma, nutria y, aunque extirpado, el lobo) están consideradas en los Apéndices de la CITES, por lo que en cualquier evento de comercio internacional con éstas deben atenderse las disposiciones de ley aplicables, consultando previamente a la autoridad científica CITES de México: la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Se espera que la presente sinopsis contribuya en la planeación de etapas subsecuentes de investigación de campo y gabinete, que necesitan mayor cobertura geográfica y de registros en diferentes áreas y ecosistemas del estado. Las bases de datos en preparación y el uso de cartografía digital facilitarán, más adelante, la referencia cruzada con otras fuentes de información sobre recursos naturales, distintas actividades humanas, datos sobre cambio climático y otros aspectos necesarios para intentar armonizar el desarrollo socioeconómico del estado con la conservación de su biota nativa.

Queda mucho por avanzar hacia un conocimiento suficiente de la mastofauna estatal en forma que realmente permita la planeación de su conservación y uso sustentable.

Esencialmente se requiere iniciar trabajos de campo en aquellas regiones que aún no han sido muestreadas, además de buscar mayor representatividad del muestreo para aquellas que ya cuentan con algunos registros. Aprovechando futuros muestreos es deseable que se tomen muestras que permitan estudios de genética molecular, y de incidencia de patógenos relacionados con enfermedades emergentes, sobre todo en sitios donde las actividades humanas están invadiendo tierras silvestres (Sánchez *et al.* 2012).

La detección de extensiones silvestres adicionales susceptibles de conservación en Guanajuato (como señalaron Botello *et al.* 2012) y la ampliación de programas y mejoramiento del manejo de las actuales ANP, como ha propuesto Guzmán González (2012), sin duda beneficiará a los mamíferos silvestres del estado.

También resulta recomendable estudiar los tipos y magnitudes de uso que se dan a los mamíferos silvestres, sea bajo esquemas regulados como las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) o en situaciones ilícitas como la captura y caza furtivas.

Finalmente, para proteger la mastofauna nativa de Guanajuato es necesario mantener vigilancia respecto a la introducción, establecimiento y dispersión de especies exóticas invasoras como las ratas y ratones domésticos (*Rattus rattus*, *R. norvegicus*, *Mus*

*musculus*), gatos (*Felis sylvestris*) y cabras (*Capra hircus*) entre otras, para no mencionar el omnipresente ganado vacuno, sobre todo en relación con las actuales ANP. Donde ya se les haya detectado, deben ser erradicadas lo antes posible, para evitar situaciones que comprometan a especies y ambientes nativos, como señalan Álvarez Romero *et al.* (2008) y Sánchez *et al.* (2012).

Este trabajo está dedicado a la memoria de Alfred Auguste Delsescautz Dugès, pionero de la investigación sobre la vida silvestre de Guanajuato en el Siglo XIX.

## Agradecimientos

Es una grata obligación agradecer al personal curatorial de las colecciones mencionadas en el Anexo I, cuyo esfuerzo por mantener al día las bases de datos físicas y en línea, y su generosa apertura a consultas a través de varios años, han permitido elucidar numerosos temas relativos a los mamíferos de Guanajuato: J. P. Dumbacher (CAS); F. A. Cervantes y Y. Hortelano (CNMA); F. Botello (IBUNAM: FCB); J. C. López-Vidal y C. Elizalde-Arellano (ENCB-IPN); L. Heaney (FMNH); R. Timm (KU); J. Dines (LACM); G. Magaña-Cota (MADUG-MA); H. E. Hoekstra y J. M. Chupasko (MCZ); J. C. Hafner (MLZ-OC); S. Jansa (MMNH); J. E. Light (TCWC); H. Garner (TTU); P. Myers, P. Tucker y B. Lundrigan (UMMZ); y M. D. Carleton, R. W. Thorington, Jr., K. M. Helgen y C. A. Ludwig (USNM).

Se reconoce especialmente la colaboración de J. Light (TCWC) y F. B. Stangl, Jr. (MSU) en la revisión de material altamente controversial de *Sigmodon* de Guanajuato.

El autor también expresa su reconocimiento a las atinadas observaciones de G. Magaña-Cota, de S. T. Álvarez-Castañeda, de G. Sánchez Rojas y de dos revisores anónimos, las cuales permitieron mejorar el manuscrito original.

## Literatura citada

- ALMANZA CARRILLO, R., y L. E. JUÁREZ.** 2012. El deterioro ambiental durante la fase inicial de poblamiento. Pp. 91-94 en *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. I*. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- ÁLVAREZ, T., y A. OCAÑA.** 1999. Sinopsis de los restos arqueozoológicos de vertebrados terrestres, basada en informes del Laboratorio de Paleozoología del INAH. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica 386:1-108.
- ÁLVAREZ CASTAÑEDA, S. T.** 2010. Phylogenetic structure of the *Thomomys bottae-umbrinus* complex in North America. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54:671-679.
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., I. CASTRO-ARELLANO, T. LACHER, y E. VÁZQUEZ.** 2008. *Dipodomys phillipsii*. En: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Descargado el 29 de enero 2013.
- ÁLVAREZ-ROMERO, J. G., R. A. MEDELLÍN, A. OLIVERAS DE ITA, H. GÓMEZ DE SILVA, y O. SÁNCHEZ.** 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México, México.
- ANDERSEN, J. J., y J. E. LIGHT.** 2012. Phylogeography and subspecies revision of the hispid pocket mouse, *Chaetodipus hispidus* (Rodentia: Heteromyidae). *Journal of Mammalogy* 93:1195-1215.

- ANDERSEN, J. J., M. A. RENSHAW, Y J. E. LIGHT.** 2012. Eight novel polymorphic microsatellites in the hispid pocket mouse (*Chaetodipus hispidus*) and cross-amplification in other Perognathinae species (Rodentia: Heteromyidae). <http://link.springer.com/journal/12686> 4:1019-1021.
- APÁTIGA, M. C., J. BOIZO, Y N. MENDOZA.** 2008. Mastofauna de la Sierra de los Agustinos. Pp. 97-109 en Diagnóstico ambiental del área de uso sustentable Sierra de los Agustinos, municipio de Acámbaro, Guanajuato (Villaseñor, L. E., ed.). Ayuntamiento de Acámbaro y Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Editorial Universitaria. Morelia, México.
- ARITA, H., Y D. WILSON.** 1987. Long-Nosed Bats and the Agaves: The Tequila Connection. *Bat Conservation International* 5: 3-5.
- ARROYO-QUIROZ, I. Y R. PEREZ-GIL.** 2007. Human-Wildlife Interactions in the Sierra Gorda Biosphere Reserve, Mexico: Annual Report Y2. Rufford Foundation-Faunam, A. C. Ciudad de México, México.
- BAKER, R. H.** 1969. Cotton rats of the *Sigmodon fulviventer* group. University of Kansas, Museum of Natural History, Miscellaneous Publications 51:177-232.
- BATAILLON, C.** 1988. Las regiones geográficas de México. Siglo XXI Editores. Ciudad de México, México.
- BEST, T. L., Y M. P. SKUPSKI.** 1994. *Perognathus flavus*. *Mammalian Species* 471:1-10.
- BOTELLO, F., V. SÁNCHEZ-CORDERO, G. E. MAGAÑA-COTA, R. CECAIRA-RICOY, Y E. KATO MIRANDA.** 2012. Prioridades e instrumentos de conservación en el estado de Guanajuato. Pp. 406-412 en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- BROWN, J. H., Y C. F. WELSER.** 1968. Serum albumin polymorphisms in natural and laboratory populations of *Peromyscus*. *Journal of Mammalogy* 49:420-426.
- CARLETON, M. D., Y J. ARROYO-CABRALES.** 2009. Review of the *Oryzomys couesi* Complex (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) in Western Mexico. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 331:94-127.
- CARROLL, D. S., Y R. D. BRADLEY.** 2005. Systematics of the genus *Sigmodon*: DNA sequences from beta-fibrinogen and cytochrome b. *Southwestern Naturalist* 50:342-349.
- CARROLL, D. S., L. L. PEPPERS, Y R. D. BRADLEY.** 2005. Molecular systematics and phylogeography of the *Sigmodon hispidus* species group. Pp. 87-100 en Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa (Sánchez-Cordero, V., y R. A. Medellín, eds). CONABIO, México: Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM. Ciudad de México, México.
- CEBALLOS, G., J. ARROYO-CABRALES, R. A. MEDELLÍN, Y Y. DOMÍNGUEZ-CASTELLANOS.** 2005. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:21-71.
- CEBALLOS, G., S. BLANCO, C. GONZÁLEZ, Y E. MARTÍNEZ.** 2006. Mapa: *Antilocapra americana* (berrendo). Distribución potencial escala 1:1'000,000. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México-CONABIO. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/antamerigw.png>
- CEBALLOS, G., P. MANZANO, F. M. MÉNDEZ-HARCLERODE, M. L. HAYNIE, D. H. WALKER, Y R. D. BRADLEY.** 2010. Geographic Distribution, Genetic Diversity, and Conservation

- Status of the Southern Flying Squirrel (*Glaucomys volans*) in México. Occasional Papers of The Museum, Texas Tech University 299:2-15.
- CEBALLOS, G., y J. ARROYO-CABRALES.** 2012. Lista actualizada de los Mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de Mastozoología, Nueva Época 2:27-80.
- CECAIRA-RICOY, R., J. A. IGLESIAS-HERNÁNDEZ, J. F. CHARRE-MEDELLÍN, R. BOLAÑOS M., G. E. MAGAÑA-COTA, V. SÁNCHEZ-CORDERO, E. KATO M., y F. J. BOTELLO L.** 2012. Registro notable de tres especies de mamíferos en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato. Pp. 280-282 en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. II. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- CHARRE-MEDELLIN, J. F., C. LÓPEZ-GONZÁLEZ, A. LOZANO, y A. F. GUZMÁN.** 2011. Conocimiento actual sobre la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) en el estado de Durango, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82:1343-1347.
- CHARRE-MEDELLÍN, J. F., V. SÁNCHEZ-CORDERO, G. MAGAÑA-COTA, M. ÁLVAREZ-JARA, y F. BOTELLO.** 2012a. Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) in Guanajuato, Mexico. The Southwestern Naturalist 57:117-118.
- CHARRE-MEDELLÍN, J. F., V. SÁNCHEZ-CORDERO, G. E. MAGAÑA-COTA, y F. J. BOTELLO.** 2012b. Estudio de la diversidad de mamíferos de talla mediana y grande del Municipio de Victoria. Pp. 277-279 en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. II. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- CITES.** 2012. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III en vigor a partir del 25 de septiembre de 2012. <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.
- CLAVIJERO, F. X.** 1780. Historia Antigua de México. (Edición 1964). Editorial Porrúa. Ciudad de México, México.
- COLE, F. R., y D. E. WILSON.** 2006. *Leptonycteris yerbabuena*. Mammalian Species 797:1-7.
- CONABIO.** 2012. Proyecto de Evaluación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (1997-2008). Resultados de la Fase I: Gestión y Administración. Proyectos CONABIO: HV003, HV004, HV007, HV012 y HV019 (Sánchez, Ó., W. Medina., L. A. Antaño, G. López-Segurajáuregui, A. García-Naranjo y H. Benítez, comps.). Ciudad de México, México. <http://www.biodiversidad.gob.mx/usuarios/UMAs.html>
- CONANP.** 2013. Anteproyecto de Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (23/10/2013). <http://www.conanp.gob.mx/acciones/consulta/Html consultada el 25 de marzo de 2014>.
- CUEVAS CARRILLO, J. I., y M. ZORRILLA.** 2012. Localización y superficie. Pp. 28-37 en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. II. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- DALQUEST, W. W.** 1950. Records of mammals from the Mexican state of San Luis Potosi. Occasional Papers of the Museum of Zoology 23:1-15.

- DGVS-SEMARNAT.** 2010. Plan de manejo tipo de Liebres y Conejos. Dirección General de Vida Silvestre-SEMARNAT. Ciudad de México, México.
- DUGÈS, A. A. D.** 1870. Catálogo de animales vertebrados observados en la República Mexicana. La Naturaleza, primera serie 1:137-145.
- DUGÈS, A. A. D.** 1874. El tlalcoyotl, por el Sr. don Alfredo Dugès, socio corresponsal en Guanajuato. La Naturaleza 3 (año 1876):156-159.
- DUGÈS, A. A. D.** 1890. Fauna del estado de Guanajuato. Pp. 287-295 en Geografía y Estadística del estado de Guanajuato (Velasco, A. L.). Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. Ciudad de México, México.
- DUGÈS, A. A. D.** 1895. Fauna del Estado de Guanajuato. En Memoria sobre la administración pública del Estado de Guanajuato presentada al Congreso del mismo por el C. Gobernador Constitucional Lic. Joaquín Obregón González, el 1 de abril de 1895 (8 pp.). Imprenta y Litografía de la Escuela IM Porfirio Díaz. Morelia, Michoacán.
- DUGÈS, A. A. D.** 1908. *Dipodomys phillipsi* Gray. Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate 26:407-411.
- EDWARDS, C. W., C. F. FULHORST, Y R. D. BRADLEY.** 2001. Molecular phylogenetics of the *Neotoma albigula* species group: further evidence of a paraphyletic assemblage. Journal of Mammalogy 82:267-279.
- ELIZALDE-ARELLANO, C., J. C. LÓPEZ-VIDAL, E. Q. UHART, J. I. CAMPOS-RODRÍGUEZ, Y R. HERNÁNDEZ-ARCIGA.** 2010. Nuevos registros y extensiones de distribución de mamíferos para Guanajuato, México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 26:73-98.
- FERNÁNDEZ, J. A., F. A. CERVANTES, Y M. S. HAFNER.** 2012. Molecular systematics and biogeography of the Mexican endemic kangaroo rat, *Dipodomys phillipsii* (Rodentia: Heteromyidae). Journal of Mammalogy 93:560-571.
- GALLINA-TESSARO, S. A., A. HERNÁNDEZ-HUERTA, C. A. DELFÍN-ALFONSO, Y A. GONZÁLEZ-GALLINA.** 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. Investigación Ambiental 1:143-152.
- 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.
- GARCÍA, N. H., D. R. R. GARCÍA, S. R. MORENO, Y R. A. GONZÁLEZ.** 2002. Uso de sensores remotos y SIG para delimitar los cambios en el uso del suelo agrícola de 1970-1997 en Guanajuato. Boletín del Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México 47:92-112.
- GENOWAYS, H. H., Y J. K. JONES.** 1971. Systematics of southern banner-tailed kangaroo rats of the *Dipodomys phillipsii* group. Journal of Mammalogy 52:265-287.
- GENOWAYS, H. H., Y J. K. JONES.** 1973. Notes on some mammals from Jalisco, Mexico. Occasional Papers of The Museum, Texas Tech University 9:1-22.
- GODINEZ-ALVAREZ, H., Y A. VALIENTE-BANUET.** 2000. Fruit-Feeding Behavior of the Bats *Leptonycteris curasoae* and *Choeronycteris mexicana* in Flight Cage Experiments: Consequences for Dispersal of Columnar Cactus Seeds. Biotropica 32:552-556.

- GUZMÁN GONZÁLEZ, D.** 2012. Las Áreas Naturales Protegidas del estado de Guanajuato y su importancia en la conservación de la biodiversidad. Pp. 373-388 en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- HAFNER, M. S., T. A. SPRADLING, J. E. LIGHT, D. J. HAFNER, Y J. R. DEMBOSKI.** 2004. Systematic revision of pocket gophers of the *Cratogeomys gymnurus* species group. *Journal of Mammalogy* 85:1170–1183.
- HAFNER, J., C., J. E. LIGHT, D. J. HAFNER, M. S. HAFNER, E. REDDINGTON, D. S. ROGERS, Y B. R. RIDDLE.** 2007. Basal clades and molecular systematics of heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy* 88:1129-1145.
- HALL, E. R.** 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley and Sons. New York, EE.UU.
- HALL, E. R., Y K. H. KELSON.** 1959. *The Mammals of North America* (vol. 1). The Ronald Press Co. New York, EE.UU.
- HELGEN, K. M., F. R. COLE, L. E. HELGEN, Y D. E. WILSON.** 2009. Generic revision in the Holarctic ground squirrel genus *Spermophilus*. *Journal of Mammalogy* 90:270–305.
- HENSON, D. D., Y R. D. BRADLEY.** 2009. Molecular systematics of the genus *Sigmodon*: results from mitochondrial and nuclear gene sequences. *Canadian Journal of Zoology* 87:211-220.
- HOMAN, J. A., Y H. H. GENOWAYS.** 1978. An analysis of hair structure and its phylogenetic implications among heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy* 59:740-760.
- HOOFER, S. R., Y R. A. VAN DEN BUSSCHE.** 2001. Phylogenetic relationships of plecotine bats and allies based on mitochondrial ribosomal sequences. *Journal of Mammalogy* 82:131–137.
- HOOFER, S. R., Y R. A. VAN DEN BUSSCHE.** 2003. Molecular phylogenetics of the chiropteran family Vespertilionidae. *Acta Chiropterologica* 5:1–63.
- HOWELL, A. H.** 1938. Revision of the North American ground squirrels, with a classification of the North American Sciuridae. *North American Fauna* 56:1-256.
- IEE.** 2009. Sistema de Monitoreo Ambiental de los Recursos Naturales del Estado de Guanajuato. Síntesis de resultados 1970-2004. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Guanajuato. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Ciudad de Guanajuato, México.
- IEE.** 2013. Áreas Naturales Protegidas del estado de Guanajuato. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. <http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/areas-naturales-protegidas#areas-naturales-protegidas-anps>. Consultado el 25 de marzo de 2014.
- IGLESIAS, J. A., V. SÁNCHEZ-CORDERO, G. E. MAGAÑA-COTA, R. BOLAÑOS, M. ARANDA, R. HERNÁNDEZ, Y F. J. BOTELLO.** 2008. Noteworthy records of margay, *Leopardus wiedii* and ocelot, *Leopardus pardalis* in the state of Guanajuato, Mexico. *Mammalia* 72:347–349.
- IGLESIAS, J. A., V. SÁNCHEZ-CORDERO, G. E. MAGAÑA-COTA, R. BOLAÑOS MARTÍNEZ, Y F. J. BOTELLO LÓPEZ.** 2012. Diversidad de mamíferos medianos y grandes en el Municipio de Xichú. Pp. 275-276 en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. II.



- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/ Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- INEGI.** 2005. Marco geoestadístico municipal. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Ciudad de México, México.
- INEGI.** 2011. Panorama sociodemográfico de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Ciudad de México, México.
- ÍÑIGUEZ, L. I., y E. SANTANA.** 2005. Análisis mastofaunístico del estado de Jalisco. Pp. 253–268 en Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa (Sánchez–Cordero, V., y R. A. Medellín eds.). Instituto de Biología, Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- IUCN.** 2012. The IUCN Red List of Threatened Species 2012.2. International Union for The Conservation of Nature. <http://www.iucnredlist.org>
- IUDICA, C. A.** 2000. Systematic revision of the Neotropical fruit bats of the genus *Sturnira*: a molecular and morphological approach. Department of Zoology, University of Florida. Gainesville, Florida.
- JACKSON, S. M.** 2012. Gliding mammals of the world (illustrated by Peter Schouten). xi + 215 pp. CSIRO Publishing. Collingwood, Australia.
- JOUY, P. L.** 1893. Notes on birds of central Mexico, with descriptions of forms believed to be new. Proceedings of the U. S. National Museum 16:771-791.
- JUÁREZ, L. E.** 2012. Perspectiva histórica de la conformación y el uso del territorio: Siglo XVI al XIX. Pp. 95-99 en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- KELLERT, S. R.** 1985. Social and perceptual factors in endangered species management. Journal of Wildlife Management 49:528-536
- LINZEY, A. V., R. TIMM, S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, I. CASTRO-ARELLANO, y T. LACHER.** 2008. *Sigmodon ochrognathus*. IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Descargado el 20 de enero, 2013.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, C., y L. TORRES-MORALES.** 2004. Use of abandoned mines by long-eared bats, genus *Corynorhinus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Durango, Mexico. Journal of Mammalogy 85:989-994.
- LÓPEZ-WILCHIS, R.** 1989. Biología de *Plecotus mexicanus* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el estado de Tlaxcala, México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- LOZOYA GLORIA, E., y P. URIARTE GARZÓN.** 2012. Fauna del Área Natural Protegida Cerro de Arandas, Irapuato. Pp. 395-405 en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- MAGAÑA-COTA, G. E. (COORD.).** 2008. Alfredo Dugès: Notas de zoología tomadas durante mi estancia en México, Cuaderno 2. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México.

- MAGAÑA-COTA, G. E., J. F. CHARRE-MEDELÍN, R. HERNÁNDEZ, J. IGLESIAS, BELÉN CHÁVEZ-GALVÁN, R. BOLAÑOS, R. CECAIRA-RICOY, V. SÁNCHEZ-CORDERO, Y F. BOTELLO.** 2010. Primeros registros del murciélago vampiro de pata peluda (*Diphylla ecaudata*) para el estado de Guanajuato, México. *Therya* 1:213-220.
- MAGAÑA-COTA, G. E., F. BOTELLO, J. IGLESIAS-HERNÁNDEZ, M. E. PORTILLO-VEGA, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2012. Riqueza específica de roedores en el estado de Guanajuato, México. Pp. 247-265 en *Estudios sobre la Biología de Roedores Silvestres Mexicanos* (Cervantes, F. A., y C. Ballesteros-Barrera, eds.). Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, México.
- MANDUJANO, S., C. A. DELFÍN-ALFONSO, Y S. GALLINA.** 2010. Comparison of geographic distribution models of white-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) subspecies in Mexico: biological and management implications. *Therya* 1:41-68.
- MATERN, M. Y. Y D. A. McLENNAN.** 2000. Phylogeny and Speciation of Felids. *Cladistics* 16:232-253.
- MILLER, B., R. READING, J. STRITTHOLD, C. CARROLL, R. NOSS, M. SOULÉ, O. SÁNCHEZ, J. TERBORGH, D. BRIGHTSMITH, T. CHEESEMAN Y D. FOREMAN.** 1999. Using focal species in the design of nature reserve networks. *Wild Earth* 1999:81-92.
- 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.
- NELSON, E. W.** 1909. The rabbits of North America. *North American Fauna* 29:1-314.
- NÚÑEZ-GARDUÑO, A.** 2005. Los mamíferos silvestres de Michoacán, diversidad, biología e importancia. 452 pp. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/Secretaría de Difusión Cultural y Extensión Universitaria. Morelia, México.
- OSGOOD, W. H.** 1909. Revision of the mice of the American genus *Peromyscus*. *North American Fauna* 28:1-267.
- PAREDES MELESIO, R., A. MANDUJANO BUENO, A. J. GÁMEZ VÁZQUEZ, Y H. GARCÍA NIETO.** 2011. Actualización del mapa de uso del suelo agrícola en el estado de Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2:85-96.
- PEPPERS, L. L., Y R. D. BRADLEY.** 2000. Cryptic speciation in *Sigmodon hispidus*: evidence from DNA sequences. *Journal of Mammalogy* 81:332-343.
- PEPPERS, L. L., D. S. CARROLL, Y R. D. BRADLEY.** 2002. Molecular systematics of the genus *Sigmodon* (Rodentia: Muridae): evidence from the mitochondrial cytochrome b gene. *Journal of Mammalogy* 83:396-407.
- PINEDA, A.** 1978. La vegetación forestal en el estado de Guanajuato. *Bosques y Fauna* 1:31-88.
- 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.
- ROEHRS, Z. P., J. B. LACK, Y R. A. VAN DEN BUSSCHE.** 2010. Tribal phylogenetic relationships within Vespertilioninae (Chiroptera: Vespertilionidae) based on mitochondrial and nuclear sequence data. *Journal of Mammalogy* 91:1073-1092.

- SÁNCHEZ, Ó., R. A. 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 y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- SÁNCHEZ, Ó., Y G. E. MAGAÑA-COTA. 2008. Murciélagos de Guanajuato: Perspectiva histórica y actualización de su conocimiento. *Acta Universitaria* 18:27-39.
- SÁNCHEZ, Ó., G. TÉLLEZ-GIRÓN, Y G. MAGAÑA-COTA. 2009. Registros adicionales de murciélagos para Guanajuato. *Acta Universitaria* 19:40-47.
- SÁNCHEZ, Ó., C. ELIZALDE-ARELLANO, J. C. LÓPEZ-VIDAL, G. MAGAÑA-COTA, G. TÉLLEZ-GIRÓN, F. BOTELLO, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO. 2012. Mamíferos silvestres. Pp. 263-274 en *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. II*. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- SÁNCHEZ, Ó., G. E. MAGAÑA-COTA, G. TÉLLEZ-GIRÓN, W. LÓPEZ-FORMENT, Y G. URBANO-VIDALES. 2014. Mamíferos no voladores de Guanajuato, México: revisión histórica y lista taxonómica actualizada. *Acta Universitaria* 24:3-37.
- SÁNCHEZ-CORDERO, V., F. BOTELLO, G. MAGAÑA-COTA, Y J. IGLESIAS. 2011. Vampire bats, *Desmodus rotundus*, feeding on white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*. *Mammalia* 75:91-92.
- SEGURA, V., F. PREVOSTI, Y G. CASSINI. 2013. Cranial ontogeny in the *Puma* lineage, *Puma concolor*, *Herpailurus yagouaroundi*, and *Acinonyx jubatus* (Carnivora, Felidae): a three-dimensional geometric morphometric approach. *Zoological Journal of the Linnean Society* 169:235-250.
- 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, 30/12/2010. Ciudad de México, México. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010)
- SEMARNAT. 2014. ACUERDO por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Diario Oficial de la Federación, 05/03/2014. Ciudad de México, México.
- SIMMONS, N. B. 1998. Order Chiroptera. Pp. 312-529 en *Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference* (Wilson, D. E., y Reeder, D. M. eds.). 3rd ed. The Johns Hopkins University Press. Baltimore EE.UU.
- SIMMONS, N. B., Y A. L. WETTERER. 2002. Convergence and phylogeny of cactophilic bats. Pp. 87-121 en *Evolution, Ecology, and Conservation of Columnar Cacti and their Mutualists* (Fleming, T., y A. Valiente-Banuet, eds.). University of Arizona Press. Tucson, EE.UU.
- STEPAN, S. J., R. M. ADKINS, Y J. ANDERSON. 2004. Phylogeny and divergence-date estimates of rapid radiations in muroid rodents based on multiple nuclear genes. *Systematic Biology* 53:533-553.

- THORINGTON, R. W., JR., Y R. S. HOFFMANN.** 2005. *Sciurus (Sciurus) aureogaster*. Pp. 754–818 en *Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference* (Wilson, D. E., y D. M. Reeder, eds.). Tercera edición. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- TORQUEMADA (DE), J.** 1615. Los veintiún libros rituales i monarchia Indiana con el origen y guerras de los Indios Occidentales, de sus poblaciones, descubrimientos, conquista, conversión y otras cosas maravillosas de la misma tierra. En 3 Volúmenes, reimpresso en 1723 por Nicolás Rodríguez Franco. Madrid, España.
- URIARTE-GARZÓN, P., Y E. LOZOYA GLORIA.** 2009. Manual del inventario de la fauna del área natural protegida “Cerro de Arandas”, Irapuato, Guanajuato. Parque Ecológico de Irapuato, A. C., CONCyTEG, CONACyT y CINVESTAV. Irapuato, México.
- VALIENTE-BANUET, A., M. C. ARIZMENDI, A. ROJAS-MARTÍNEZ, Y L. DOMÍNGUEZ-CANSECO.** 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12:103-119.
- VELAZCO, P. M., Y B. D. PATTERSON.** 2013. Diversification of the Yellow-shouldered bats, Genus *Sturnira* (Chiroptera, Phyllostomidae), in the New World tropics. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 68:683-698.
- WILSON, D. E., Y D. A. M. REEDER (EDS.).** 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. Tercera edición. Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- ZAMUDIO RUIZ, S.** 2012. Diversidad de ecosistemas del estado de Guanajuato: regionalización ecológica. Pp. 21-55 en *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. II*. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). Ciudad de México, México.
- ZIMMERMANN, E. G.** 1970. Karyology, systematics and chromosomal evolution in the rodent genus *Sigmodon*. *Publications of the Museum, Michigan State University, Biological Series* 4:385-454.

---

*Sometido: 20 de enero de 2014*

*Revisado: 15 de marzo de 2014*

*Aceptado: 20 de abril de 2014*

*Editor asociado: Sergio Ticul Álvarez-Castañeda*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

## Apéndice I

### **Acrónimos de los museos mencionados en el texto**

CAS. California Academy of Sciences.

CNMA. Colección Nacional de Mamíferos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (F. A. Cervantes, Y. Hortelano).

ENCB-IPN. Colección de Mamíferos, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México.

FMNH. Field Museum of Natural History.

IBUNAM:CFB. Colección de Fotocolectas Biológicas, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (F. Botello).

KU. University of Kansas Natural History Museum.

LACM. Natural History Museum of Los Angeles County.

MADUG-MA. Museo de Historia Natural “Alfredo Dugès”, Universidad de Guanajuato.

MCZ. Harvard University, Museum of Comparative Zoology.

MLZ-OC. Moore Laboratory of Zoology, Occidental College.

MMNH. Bell Museum of Natural History, University of Minnesota.

MSU. Midwestern State University, Wichita Falls, Texas.

TCWC. Texas A&M University, Texas Cooperative Wildlife Collection.

TTU. Museum of Texas Tech University.

UMMZ. University of Michigan, Museum of Zoology.

USNM. National Museum of Natural History, Washington.



# Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México

Sonia Gallina<sup>1\*</sup> y Joaquín Bello Gutiérrez<sup>2†</sup>

**Introduction:** Animals' requirements and their complex interactions with their environment result in different activity patterns that reflect adaptations to daily, seasonal and annual variations in their surroundings. These adaptations may differ among individuals as a function of age, sex, physiological state, time of day, season and weather. Behavior is important because deer tend to voluntarily avoid unpleasant environmental circumstances, such as extreme heat or cold, and wind. Most animals divide their time between two fundamentally different types of behavior: activity and rest. All deer species have a unique way of spending their time and energy to maximize their fitness. Studies of behavioral thermoregulation in ungulates report a reduction in activity and an increase in rest in ruminant species on days when the temperature is high.

This suggests that deer are bedding during the day and foraging at night when the temperature is lower. In northeastern desert scrub in Mexico, the activities of white-tailed deer were documented over four years to establish whether activity and behavior patterns change with variations in the environment as a result of the quantity and distribution of annual precipitation.

**Methods:** This research was carried out at Rancho San Francisco (27° 19' 36" - 27° 22' 24" N, 100° 36' 23" - 100° 39' 01" W; 1,000 ha) located in northeastern Mexico. Climate is semiarid with 400 mm average annual rainfall. From September 1994 to November 1997 a total of 14 females and 9 males were captured, and each was fitted with a radio collar with an activity sensor. Deer location was determined with TR-4 receivers, portable type H and fixed 4-element parallel Yagi, null peak type antennas. Animal location was determined simultaneously by two people every hour over 24 hour cycles, with 2-3 monthly cycles over four years. Each time a deer was located its main behavior pattern was noted based on the number of beeps emitted by the tracking equipment over 5 minutes (bedding, moving, feeding).

**Results:** A total of 243 cycles for females and 170 cycles for males were obtained and analyzed. Deer generally spent more than 12 h bedding, and females were more active than males. There were significant differences in some behavior patterns of the deer for some years and between sexes, though a crepuscular pattern was found for all four years. There was a significant difference in bedding for females between 1995 and 1997 ( $P = 0.013$ ), and for males 1995 between and 1998 ( $P = 0.058$ ). Between sexes, there were significant differences in activity cycles for 1995 ( $P = 0.012$ ) and 1998 ( $P = 0.058$ ), and significant differences between sexes in moving behavior during 1998 ( $P = 0.012$ ).

There was a strong correlation between annual precipitation and some variables by sex (Table 3): females and males responded differently. Females had high positive values for feeding ( $r = 0.97$ ), but negative values for movement ( $r = -0.085$ ), indicating that they spent more time feeding and less time moving in years with more rainfall and thus more food available. In contrast, males ( $r = -0.92$ ) rest more in years with less precipitation, or more pronounced drought conditions.

**Discussion and Conclusions:** We found females were more active than males though for both sexes the annual pattern was crepuscular. Females increased foraging time from 10 % (1995) to 20 % (1998) when the rains were delayed in 1998 and almost all their fawns died. Studies of behavior in ungulate browsers have

<sup>1</sup>Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología, A.C. Carretera Antigua a Coatepec #351, El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México. E-mail: sonia.gallina@inecol.mx (SG)

<sup>2†</sup>División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km. 0.5 carretera Villahermosa-Cárdenas. Entronque a Bosques de Saloya, Villahermosa 86039, Tabasco, México.

\*Corresponding author

shown that animals reduced their activity and increased bedding time during high daytime temperatures suggesting that deer rest during the hottest hours of the day, and forage at night when it is cooler. Some authors found a significant negative correlation between the periods the deer were active throughout the day and temperature. We conclude that white-tailed deer have a bimodal activity pattern and are most active at dawn and dusk, though this may change with environmental conditions. Some years there are significant differences in their 24 h activity cycle, indicating their adaptability to changing environmental factors in semiarid conditions, such as forage availability as determined by the quantity of rain.

**Key words:** bedding, behavior patterns, desert scrub, feeding, moving, radiotelemetry

## Resumen

Los requerimientos de los animales y sus interacciones con el medio ambiente dan como resultado patrones de actividad que son una adaptación a las variaciones diarias y estacionales, y que pueden diferir en cada individuo con la edad, el sexo, el estado fisiológico, la hora del día, la estación y las condiciones climáticas. Con el objeto de conocer el patrón de actividad del venado cola blanca en un matorral xerófilo, de acuerdo al sexo y el año, se presentan los resultados de cuatro años (1995-1998) de estudio en el noreste de México. Utilizando radiotelemedría, siguiendo 14 hembras y 9 machos, durante 2-3 ciclos de 24 h mensualmente, para registrar su patrón de actividades separando las tres pautas importantes (echado, moviéndose o alimentándose). Un total de 243 ciclos para hembras y 170 ciclos para machos fueron obtenidos y analizados. Los venados dedican aproximadamente más de 12 h diarias a estar echados y las hembras son más activas que los machos. Además, hubo diferencias significativas entre ciertas pautas de comportamiento en algunos años y entre sexos, pero mantienen un patrón de actividad crepuscular. También se encontró que hembras y machos responden de manera diferente a la precipitación: las hembras dedicaron más tiempo a alimentarse y se mueven menos en años con mayor precipitación, y que los machos descansan más en años con menor precipitación o condiciones de sequía más pronunciada.

**Palabras clave:** alimentarse, desplazarse, echado, matorral xerófilo, pautas de comportamiento, radiotelemedría.

## Introducción

El comportamiento de cualquier animal dependerá de las condiciones intrínsecas del individuo (estado fisiológico, sexo, edad) y de las condiciones extrínsecas como el tipo de vegetación, cantidad y calidad de las plantas disponibles como forraje, cobertura de protección, de la disponibilidad de agua libre, de las características de temperatura, humedad y precipitación del ambiente (Ockenfels y Bissonette 1984; Verme y Ullrey 1984; Beier y McCullough 1990; Ockenfels *et al.* 1991; Kroll 1992). De las necesidades o requerimientos de los animales y de las complejas interacciones con el medio ambiente, resultan patrones de actividad propios que no son sino una adaptación a las variaciones diarias y estacionales (Lariviere *et al.* 1994), y que pueden diferir entre individuos de acuerdo con la edad, el sexo, el estado fisiológico, la hora del día, la estación y las condiciones climáticas. Los cambios en los patrones de actividad pueden estar influenciados por factores externos como la temperatura, la presión atmosférica, ciclos de luz y oscuridad, fases lunares y depredadores (Beier y McCullough 1990; Kamler *et al.* 2007). Se encontró que el metabolismo más bajo en el venado cola blanca ocurre



en invierno y el más alto en verano, siendo este ritmo una adaptación para conservar energía, la necesidad de recursos forrajeros es menor cuando los recursos disponibles son reducidos (Moen 1978). El comportamiento es importante porque voluntariamente el venado en general, puede evitar circunstancias desagradables del ambiente, como el intenso calor o el frío y los vientos (Wallmo 1981). La mayoría de los animales dividen su tiempo en dos conductas fundamentalmente diferentes: actividad y descanso. Todas las especies tienen un modo único de distribuir su tiempo y energía para maximizar su adecuación.

La disponibilidad de alimento para los herbívoros no cambia en el curso del día, así que los patrones son gobernados por condiciones ambientales, presión de depredación y habilidades digestivas tales como la tasa metabólica (Halle y Stenseth 2000). Las habilidades digestivas son particularmente importantes en rumiantes, cuyo sistema digestivo requiere de períodos regulares de descanso para funcionar apropiadamente. El tiempo destinado a los períodos de descanso son dependientes de la masa corporal o tamaño del cuerpo en rumiantes, siendo los animales pequeños los que generalmente requieren más descanso que los de mayor talla (duToit y Yetman 2005).

Al analizar los trabajos realizados con diferentes especies de venados se encuentran distintos patrones de actividad. Por ejemplo, Eberhardt *et al.* (1984) señalan que el venado bura *Odocoileus hemionus* presentaba un patrón crepuscular, aunque Webb *et al.* (2013) demuestran que las hembras de esta especie sí exhibieron patrones de movimiento crepuscular (con puntos máximos entre 06:00 y 18:00 h) durante la estación cálida, pero en cambio durante la estación de clima fresco exhibieron un patrón de movimiento diurno (con puntos máximos entre 06:00 y 15:00 h); el venado de las Pampas (*Ozotoceros bezoarticus*) en el Parque Nacional Emas y en los Cerrados (savana Brasileña) de Brasilia, tienen periodos de actividad tanto diurnos como nocturnos (Leeuwenberg *et al.* 1997; Rodrigues y Monteiro-Filho 2000). Un estudio, por Rivero *et al.* (2005) realizado con dos especies simpátricas de temazate en Bolivia, mostró que los temazates rojos (*Mazama americana*) fueron más activos durante la puesta del sol hasta el amanecer (18:00 a 06:00 h), mientras que el temazate gris (*M. gouazoubira*) lo fue en las mañanas (05:00 a 10:00).

Los estudios sobre termorregulación conductual en ungulados han mostrado una reducción en la actividad y un incremento en el descanso en especies rumiantes ramoneadoras en días con elevada temperatura (du Toit y Yetman 2005). Esto sugiere que los venados descansan durante el día y llevan a cabo su actividad de forrajeo en la noche cuando las temperaturas son menores. Esto mismo encuentran otros autores (Drolet 1976, Cederlund 1989, Beier y McCullough 1990, Leeuwenberg *et al.* 1997, Webb *et al.* 2013) señalando que sobre todo en venados cola blanca son factores externos similares los que gobiernan los patrones circadianos de actividad como el fotoperíodo, termorregulación y la depredación. Los venados reducen su actividad durante el periodo del día con mayor estrés térmico.

Estos cambios conductuales se han estudiado también con el venado cola blanca texano en el matorral xerófilo del Noreste de México (Corona-Zárate 1999; Gallina *et al.* 1998, 2003, 2005; Bello *et al.* 2001a, 2001b, 2003a, 2003b, 2004). En este trabajo la pregunta a responder es si los venados modifican su patrón conductual dependiendo de las condiciones ambientales, es decir, si la precipitación que difiere cada año, sobre

todo en zonas áridas, influye en su comportamiento y si los sexos responden de igual manera debido a sus distintos requerimientos energéticos. El objetivo de este estudio fue comparar la conducta del venado cola blanca entre sexos y años. A diferencia de otros estudios, en este caso se están tomando en cuenta las diferentes pautas de comportamiento (echado, desplazarse y alimentarse). Se buscó conocer si existen cambios conductuales, tomando en consideración la diferencia en la cantidad y distribución de la precipitación de los diferentes años. La precipitación ocasiona cambios ambientales, sobre todo en la disponibilidad de alimento, lo cual puede repercutir en el patrón conductual de los individuos.

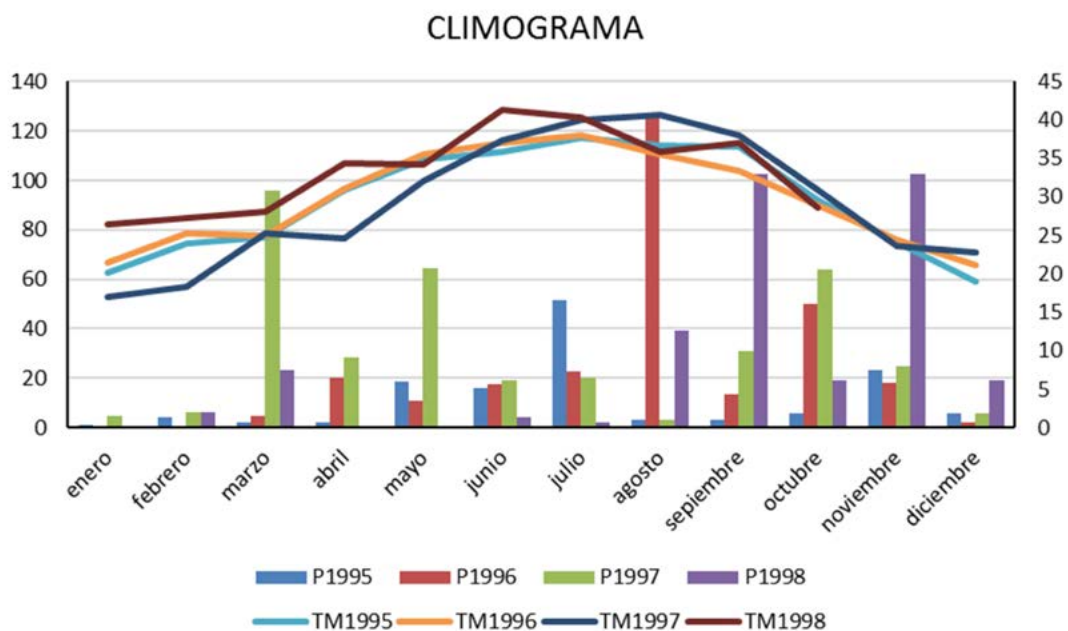
## Material y Métodos

*Área de estudio.* Este estudio se llevó a cabo en el Rancho San Francisco (27° 19' 36" - 27° 22' 24" N, 100° 36' 23" - 100° 39' 01" W) localizado entre los municipios de Lampazos, Nuevo León y Progreso, Coahuila, en el Noreste de México. El rancho tiene una superficie de 1,000 ha cercadas con malla venadera y tiene un manejo del agua intensivo (3 presones artificiales construidos para captar agua de lluvia y 32 bebederos de cemento distribuidos en todo el rancho). La altitud es de 430 m; el clima es semiárido con una temperatura media anual de 21 °C, aunque la máxima puede exceder los 40 °C. La precipitación promedio anual es menor a 400 mm, pero presenta una notable variación mensual y anual. El climograma de los años 1995 a 1998 que se presenta en la Figura 1 fue obtenido de la estación meteorológica Venustiano Carranza, que se localiza a 10 km del Rancho San Francisco, Nuevo León, México. La precipitación anual fue de 135.5 mm en 1995, 285.5 en 1996, 368 mm en 1997 y 318 mm en 1998. La vegetación es matorral xerófilo (Briones 1984).

Desde septiembre a noviembre de 1994, 1995, 1996 y 1997 se capturaron un total de 14 hembras y 9 machos. A cada venado se le colocó un radiocollar con frecuencia distinta que tienen sensor de actividad (Telonics, Inc. Meza, Arizona), y fueron localizados con receptores TR-4, antenas portátiles tipo H y fijas tipo Yagui paralelas con cuatro elementos, de pico nulo. Las localizaciones de los animales fueron realizadas de manera simultánea por dos personas en sitios fijos para poder triangular y determinar el lugar de mayor probabilidad donde se encontraba el animal, cada hora durante ciclos de 24 h, por dos a tres ciclos mensuales al año, y en cada hora se determinó la pauta de comportamiento de cada individuo de venado. Las pautas fueron identificadas mediante el conteo de las pulsaciones que emitían los collares, durante cinco minutos por individuo. Se consideraron, tres pautas con una confiabilidad del 90 %, de acuerdo a Mandujano *et al.* (1996): echado (con una frecuencia de 50-55 pulsaciones por minuto), moviéndose (56-69) y alimentándose (70-87 pulsaciones por minuto). Considerando los ciclos de 24 h se obtuvo la frecuencia por pauta juntando la información de todas las hembras localizadas en cada año para poder comparar los datos con los de los machos, con el objeto de determinar si existe un patrón de comportamiento similar y si hay diferencias en las respuestas a las condiciones ambientales. Se usaron pruebas de Kruskal-Wallis para comparar la frecuencia de las pautas en ciclos de 24 h de machos y hembras por separado entre años. Con una prueba post-hoc de Comparaciones Múltiples de Mann-Whitney con el Programa PAST (Hammer *et al.* 2001) se buscaron diferencias significativas de los patrones de conducta por sexo y año. La prueba de F se usó para comparar entre sexos

(machos y hembras) cada pauta por separado (echado, desplazarse o alimentarse), para conocer si las respuestas conductuales difieren y si alguno de los sexos es más sensible a los cambios provocados por las distintas condiciones ambientales. Los coeficientes de correlación permitieron correlacionar la frecuencia de cada pauta por sexo por año y la precipitación anual para ver si había un efecto sobre el comportamiento de los venados (Zar 1984).

**Figura 1.** Climograma de los años 1995 a 1998 de la estación meteorológica Venustiano Carranza que se localiza a 10 km del Rancho San Francisco, Nuevo León, México, presentando en el eje Y de la izquierda la precipitación (P en mm) y en el de la derecha la temperatura máxima (TM en °C).



## Resultados

Un total de 243 ciclos para hembras y 170 ciclos para machos de 24 h fueron obtenidos durante los cuatro años de estudio: 3,715 horas efectivas fueron utilizadas para los análisis con hembras y 2,587 horas para machos (Tabla 1). El porcentaje total dedicado a cada pauta por hembras y machos, en los diferentes años revela que los machos en general dedican una mayor proporción de su tiempo a estar echados a diferencia de las hembras que ocupan más tiempo a desplazarse y alimentarse. El patrón conductual cambia con los años (Fig. 2).

Se obtuvo el ciclo de 24 horas, separando cada pauta para conocer si siguen un patrón crepuscular de actividad como se ha encontrado en otros estudios y en que horario presentan con mayor frecuencia las diferentes conductas (Fig. 3-5) y si esto cambia con los años. Los resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis fueron no significativos: para la pauta echado  $H = 4.903$ ,  $P = 0.672$ ; desplazarse  $H = .907$ ,  $P = 0.3407$  y alimentarse  $H = 11.1$ ,  $P = 0.134$ , pero al hacer las Comparaciones Múltiples de Mann-Whitney sí se encontraron algunas diferencias entre años y sexos en algunas de las pautas:

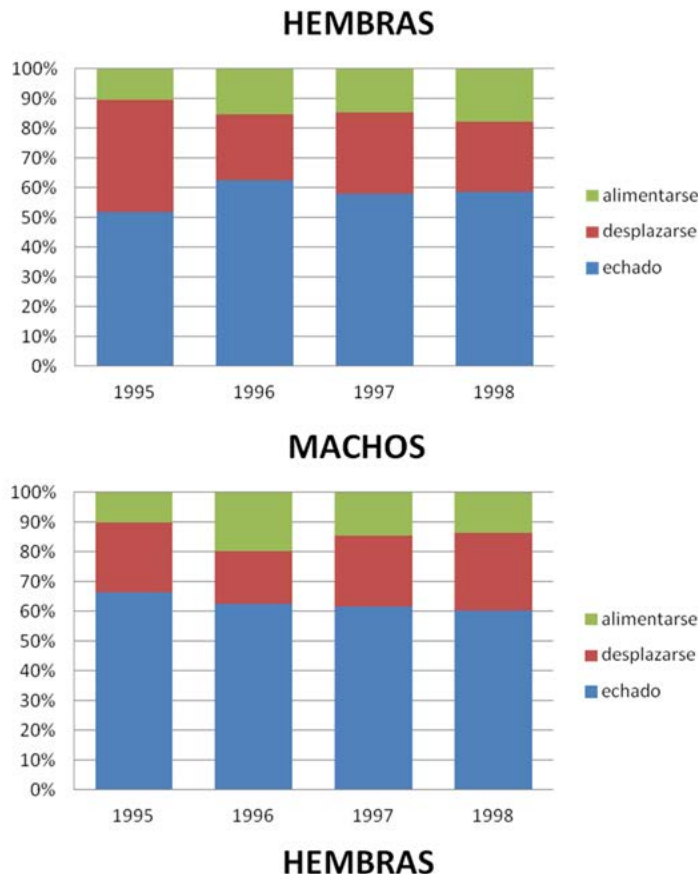
*Echado:* No se encontró diferencias significativas temporalmente en las hembras. En 1995 se muestran dos picos: uno a las 04:00 y otro a las 20:00 h, mientras que en 1997 no son tan notorios los picos de descanso y ocurren a las 05:00 y entre las 20:00 y 22:00 h (Fig. 3a). En los machos, los análisis de comparación múltiple tampoco muestran una diferencia en este comportamiento. Las horas que pasaron más tiempo echados en

1998 fueron a las 03:00 y entre 10:00 y 11:00 h, mientras que en 1995 esta actividad fue entre las 12:00 y 13:00 h (Fig. 3). Se encontró diferencias significativas en los ciclos de actividad entre los sexos en 1995 ( $P = 0.012$ ) y en 1998 ( $P = 0.058$ ), que fueron años contrastantes en cuanto a la precipitación, como se aprecia en el climograma (Fig. 1).

Año	No. Ind. Hembras	No. Ind. Machos	Total Horas Hembras	Total Horas Machos	Total Ciclos de 24 h Hembras	Total Ciclos de 24 h Machos
1995	3	2	908	549	62	42
1996	3	3	918	502	70	47
1997	6	5	1061	1018	61	48
1998	6	4	828	518	50	33
total			3,715	2,587	243	170

**Tabla 1.** Tamaño de muestra de los venados cola blanca tomando en cuenta sexo y año, en el Rancho San Francisco, Nuevo León, México.

*Desplazarse:* Se encontraron diferencias significativas en la pauta de desplazamiento en los diferentes años entre las hembras en los años 1995 y 1998 ( $P = 0.019$ ), apreciándose un pico a las 17:00 en 1995 y a las 07:00 h en el año 1996. De las 07:00 a las 09:00 y de las 17:00 a las 19:00 las hembras tienden más a moverse, siguiendo entonces un patrón bimodal (Fig. 4). En cambio no se encontraron diferencias significativas en los machos en los diferentes años en esta actividad, y en general se aprecia que se mueven más entre las 06.00 y 09:00 de la mañana (Fig. 4). Entre sexos las diferencias significativas se encontraron únicamente en el año 1998 ( $P = 0.025$ ).

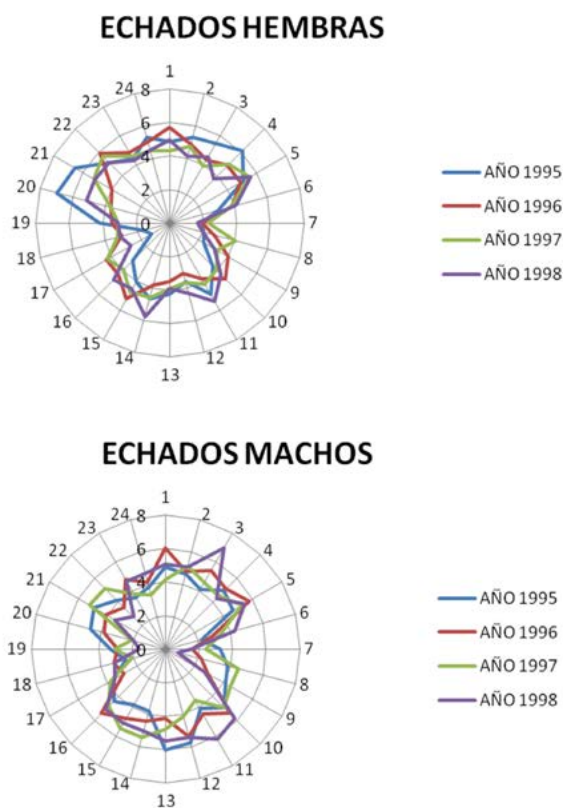


**Figura 2.** Patrón de actividad anual del venado cola blanca considerando el porcentaje dedicado las tres pautas de comportamiento durante los ciclos de 24 h, de hembras y machos.

**Tabla 2.** Resultados comparativos de la conducta de venados entre años y sexo, que tuvieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) considerando las pautas de comportamiento utilizando la Prueba Kruskal-Wallis y Comparaciones Múltiples de Mann-Whitney con el Programa PAST.

PAUTA DESPLAZARSE	VALORES DE SIGNIFICANCIA
Hembras 1995-Hembras 1998	0.01927
Hembras 1998-Machos 1998	0.02527
PAUTA ALIMENTARSE	
Hembras 1997-Machos 1998	0.02960
Machos 1995- Machos 1997	0.03118
Machos 1997-Machos 1998	0.01455

*Alimentarse:* No se encontraron diferencias entre los años entre las hembras, aunque 1998 hay un pico a las 07:00 h y en cuanto a los machos sí las hubo en 1995-1997 ( $P = 0.031$ ), y 1997-1998 ( $P = 0.015$ ), presentando la mayor frecuencia de 07:00 a 08:00 y de las 24:00 a la 01:00 h. Podemos señalar que sí hubo diferencias entre sexos entre hembras 1997 y el comportamiento de los machos en 1998 ( $P = 0.030$ ), que fue cuando ocurrió una distribución de las lluvias inusual, al verse atrasada la temporada de lluvias (Fig. 5).

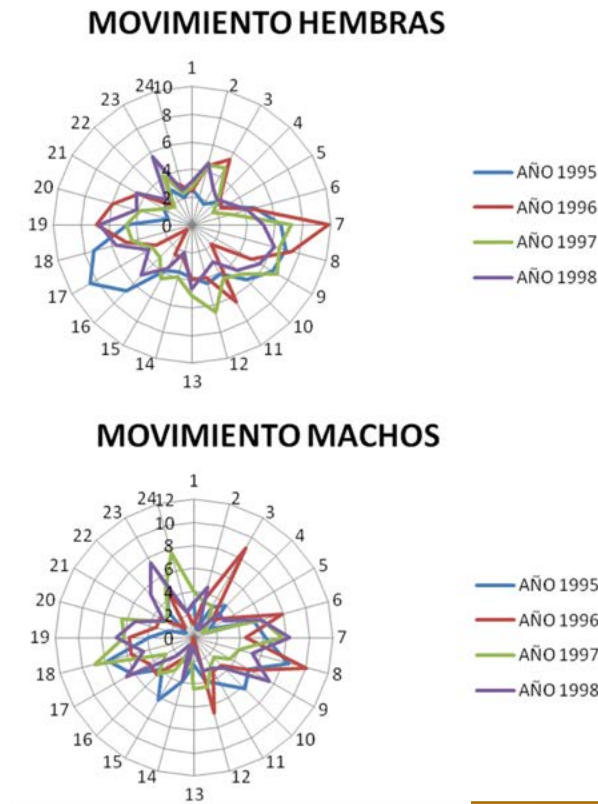


**Figura 3.** Porcentaje del tiempo que dedicaron los venados cola blanca a estar echado, distribuido en el ciclo de 24 h, de hembras y machos.

Al hacer una correlación de las pautas por sexo y la precipitación anual (Tabla 3), se encontró que hembras y machos responden de manera diferente a la precipitación, encontrando en hembras valores positivos altos en cuanto a la pauta de alimentación ( $r = 0.97$ ) y valores negativos en cuanto al desplazamiento ( $r = -0.85$ ). Lo que significa que dedicaron más tiempo a alimentarse y se mueven menos en años con mayor precipitación, es decir cuando hay mayor cantidad de alimento, y en los machos en cuanto a la pauta de estar echados ( $r = -0.92$ ), o sea que descansan más en años con menor precipitación o condiciones de sequía más pronunciada.

## Discusión

En otros estudios, Beier y McCullough (1990) registraron que los venados cola blanca tuvieron patrones de actividad anuales diferentes entre los sexos, encontrando que las hembras están activas un mayor porcentaje del tiempo. También en nuestro estudio encontramos más activas a las hembras que a los machos, pero además, las primeras dedican más tiempo tanto a desplazarse como a alimentarse.



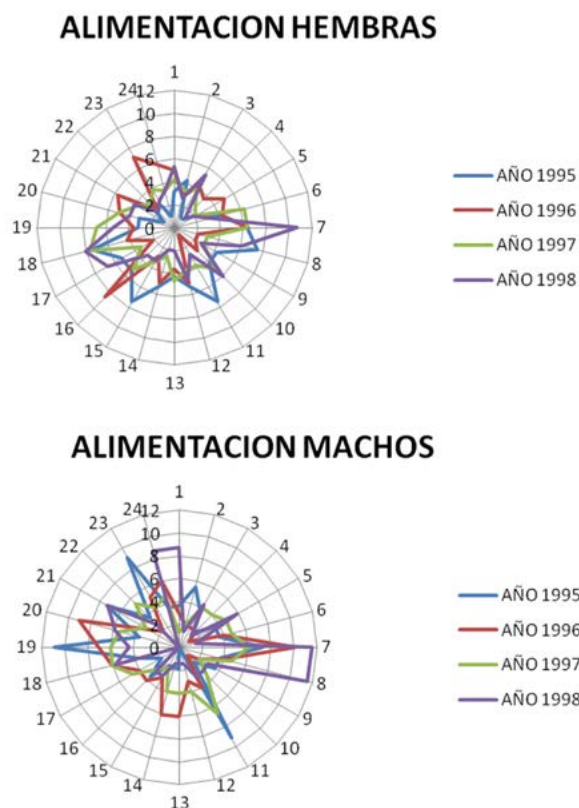
**Figura 4.** Porcentaje del tiempo que dedicaron los venados cola blanca a desplazarse o moverse, distribuido en el ciclo de 24 h, de hembras y machos.

En general podemos decir que no hubo diferencias en el patrón general, pero si analizamos las pautas por separado, sólo encontramos diferencias significativas tanto en 1995 en algunas de las pautas como en el año 1998. Estos años fueron contrastantes en cuanto a la precipitación, ya que 1995 fue el año más seco del período de estudio y las lluvias se presentaron en julio, pero en los siguientes meses la precipitación fue mínima. Mientras que en 1998 fue un año con mayor precipitación pero con un retraso en las lluvias, afectando la supervivencia de las crías ya que la mayoría murieron al no tener alimento suficiente, tanto las hembras para la lactancia como las crías al destete.

Los patrones de actividad pueden estar reflejando cambios anuales en cuanto al tiempo que dedican los venados a alimentarse, para cubrir sus necesidades metabólicas ligadas a los cambios fisiológicos, enfrentando los cambios que ocurren en cuanto a la cantidad y calidad del forraje disponible, para poder mantener reservas energéticas. Las hembras incrementaron de un 10 % (1995) a un 20 % (1998) de su tiempo a forrajear. Aunque lo que sucedió en el año 1998 que se atrasaron las lluvias, tuvieron un efecto negativo en la población porque se alargó la época de sequía ocasionando que la mayoría de las crías se murieran.

En la misma zona árida cuya vegetación es un matorral xerófilo, encontraron que el gasto energético para cada actividad (alimentación, desplazamiento y descanso) fue diferente (Gallina y Bello 2010). Estos resultados muestran que los machos en general gastan mayor energía que las hembras. Aunque cuando las condiciones de sequía son muy severas, ambos sexos presentan un menor gasto para alimentarse y moverse. Lo que indica que los venados de estas zonas tienen una estrategia conductual adaptada para tratar de ahorrar energía cuando las condiciones ambientales son desfavorables.

Las hembras consumen una dieta de mayor calidad que la que consumen los machos y, por lo tanto deben invertir más tiempo forrajeando para obtener alimento de mayor calidad para satisfacer sus requerimientos (Beier 1987). Los datos obtenidos demuestran que las hembras incrementaron el tiempo que dedican a alimentarse en años con mayor precipitación, cuando existe una mayor disponibilidad de alimento. Situación también registrada en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla en Morelos, mediante el análisis del nitrógeno fecal. Las hembras consumieron alimento de mejor calidad proteica y utilizaron hábitats de mejor calidad de acuerdo a las características de la vegetación de los sitios, lo que demostró una segregación sexual en cuanto a este parámetro en la selva baja caducifolia (Gallina et al. 2014).



**Figura 5.** Porcentaje del tiempo que dedicaron los venados cola blanca a alimentarse, distribuido en el ciclo de 24 h, de hembras y machos.

Se ha registrado que el comportamiento del venado cola blanca difiere según la época fisiológica (reproductiva, de gestación o postreproductiva y de crianza) y el sexo, dedicando el menor tiempo a alimentarse (11 - 16 %) y el mayor a estar echados (57 - 64 % respectivamente). La mayor actividad se presentó en la época reproductiva (que va de noviembre a febrero), cuando las temperaturas fueron menores, mientras que en el verano cuando la temperatura llega a más de 40 °C, la actividad disminuye

notoriamente (Gallina *et al.* 2005). Aunque en el presente estudio se hace un análisis anual (no separado por épocas fisiológicas), se mantiene la frecuencia similar de las actividades en el tiempo, aunque las hembras presentaron cambios significativos en algunas pautas como la alimentación.

Otros estudios sobre conducta de ungulados ramoneadores han mostrado que reducen su actividad e incrementan el descanso en días con elevadas temperaturas (du Toit y Yetman 2005), sugiriendo que los venados descansan durante el día, y se dedican a forrajear en la noche cuando las temperaturas son más bajas. En este trabajo se encontró que tanto hembras como machos presentan un pico a las 7:00 h, mientras que las hembras entre las 16:00 y 18:00 h también presentaron otro pico de actividad. Los machos forrajearon más durante las horas de la noche, mientras que las hembras descansaron durante ese período.

AÑO	Hembras-Echado	Hembras-Movimiento	Hembras-Alimentarse	Machos-Echado	Machos-Movimiento	Machos-Alimentarse	Precipitación Anual (mm)
1995	51.98	37.67	10.35	66.48	23.50	10.02	135.5
1996	62.64	22.11	15.25	62.55	17.73	19.72	285.5
1997	56.44	25.59	17.97	61.49	23.87	14.64	368
1998	58.57	23.43	18.00	60.23	26.06	13.71	318

**Tabla 3.** Porcentaje dedicado a cada pauta de hembras y machos en los diferentes años y la precipitación anual, y en la parte inferior del cuadro el coeficiente de correlación entre esas variables: Hembras-Echado (H-E), Hembras-Movimiento (H-M), Hembras-Alimentarse (H-A), Machos-Echado (M-E), Machos-Movimiento (M-M), Machos-Alimentarse (M-A) y la precipitación anual (mm).

H-E	H-M	H-A	M-E	M-M	M-A
0.57898491	-0.85333159	0.97487957	-0.92186998	0.08362861	0.54824928

Durante los cuatro años, los venados presentaron desplazamientos en horas tempranas del día evitando las horas de mayor calor entre las 10:00 y 16:00 h para no perder agua por transpiración. Se encontró una correlación negativa significativa con la temperatura, entre el tiempo que los venados estaban activos a lo largo de los períodos del día (Gallina *et al.* 2005). Como ha sido señalado por otros autores, los venados reducen su actividad en los períodos del día con mayor estrés térmico (Drolet 1976; Beier y McCullough 1990). En Texas los venados fueron más activos en la mañana y en la tarde, pero este patrón de actividad cambió cuando existieron presiones de cacería o de actividades humanas (Jackson *et al.* 1972). En el área de estudio los venados no tuvieron esas presiones, ya que no había cacería ni actividades humanas, por lo que su comportamiento no se vio alterado.

En otras especies relacionadas con el venado cola blanca como el venado de las Pampas (*Ozotoceros bezoarticus*), se ha encontrado que tienen períodos de actividad tanto diurna como nocturna tanto en el Parque Nacional Emas como en los cerrados (las savanas) de Brasilia en el centro de Brasil (Leeuwenberg *et al.* 1997; Merino *et al.* 1997; Rodrigues y Monteiro-Filho 2000). En el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en Europa, la actividad diaria se ve influenciada por los ciclos de luz y oscuridad, presentando picos bimodales (Kamler *et al.* 2007). Lo mismo ocurre con otros cérvidos (el alce *Alces alces* y el corzo *Capreolus capreolus*) en Suecia, siendo más activos durante el amanecer y atardecer (Cederlund 1989).



En este trabajo se encontró que los venados tuvieron un patrón de actividad crepuscular con picos de mayor actividad al amanecer y atardecer, como ha ocurrido con otros cérvidos, aunque al diferenciar las pautas de comportamiento, lo que no se ha hecho en otros estudios, sí llegan a modificar la proporción del tiempo que dedican a cada una de ellas. Los venados se adaptan a los cambios ambientales, sobre todo si se considera que la cantidad y calidad de alimento disponible depende de la cantidad y distribución de la precipitación (Bello et al. 2003). Además se encontró que las hembras y los machos pueden cambiar sus actividades dependiendo de la precipitación, respondiendo de manera diferente a las condiciones ambientales, siendo más sensibles las hembras, sobre todo por el gasto energético que representa la gestación y la lactancia. En algunos años pueden presentar diferencias significativas el porcentaje que dedican a cada pauta, así como la respuesta entre sexos, lo que muestra su adaptabilidad a factores ambientales tomando en cuenta que la precipitación es un factor crítico en las zonas áridas.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que apoyó financieramente con el proyecto No. 225260-5-2480PB, a Ducks Unlimited de México (DUMAC) propietarios en ese entonces del Rancho San Francisco y brindaron todas las facilidades logísticas. A todos los que apoyaron para tomar los datos de campo: C. Delfin Alfonso, C. Contreras Verteramo, N. D. López, S. Lara, A. Pérez Arteaga, S. Mandujano y en especial a S. Ortiz, encargado del rancho por su valiosa ayuda. A B. Delfosse por la versión en inglés del Abstract. A los revisores que con sus comentarios mejoraron sustancialmente el manuscrito.

## Literatura citada

- BEIER, P. 1987.** Sex differences in quality of white-tailed deer diets. *Journal of Mammalogy* 68:323-329.
- BEIER, P., Y D. R. MCCULLOUGH. 1990.** Factors influencing white-tailed deer activity patterns and habitat use. *Wildlife Monographs* 109:51.
- BELLO, J., S. GALLINA, Y M. EQUIHUA. 2001A.** Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico with high drinking water availability. *Journal of Range Management* 54:537-545.
- BELLO, J., S. GALLINA, M. EQUIHUA, S. MANDUJANO, Y C. DELFIN. 2001B.** Activity areas and distance to water sources by white-tailed deer in Northeastern Mexico. *Vida silvestre Neotropical* 10:30-37
- BELLO, J., S. GALLINA, Y M. EQUIHUA. 2003A.** El venado cola blanca: uso del hábitat en zonas semiáridas y con alta disponibilidad de agua del Noreste de México. Pp. 67-76 en *Manejo de Fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica-Criterios de Sostenibilidad* (Polanco-Ochoa, R., ed.). CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia.
- BELLO, J., S. GALLINA, Y M. EQUIHUA. 2003B.** Comparación de los movimientos del venado cola blanca en dos sitios con diferente disponibilidad de agua del Noreste de México. Pp. 59-66 en *Manejo de Fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica-criterios de sostenibilidad* (Polanco-Ochoa, R., ed.). CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia.

- BELLO, J., S. GALLINA, Y M. EQUIHUA. 2004.** Movements of white-tailed deer and their relationship with the precipitation in the Northeastern of Mexico. *Interciencia* 29:357-361.
- BRIONES, V. O. 1984.** Sinecología y florística de Lampazos de Naranjo, Nuevo León (México), con énfasis en la Gran Llanura. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, México.
- CEDERLUND, G. 1989.** Activity patterns in moose and roe deer in a north boreal forest. *Holarctic Ecology* 12:39-45.
- CORONA-ZARATE, P. 1999.** Patrones de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* Zimmerman, 1870). Tesis Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, México.
- DROLET, C. A. 1976.** Distribution and movements of white-tailed deer in southern New Brunswick in relation to environmental factors. *Canadian Field Naturalist* 90:123-136.
- DU TOIT, J. T., Y C. A. YETMAN. 2005.** Effects of body size on the diurnal activity budgets of African browsing ruminants. *Oecologia* 143:317–325.
- EBERHARDT, L. E., E. E. HANSON, Y L. L. CADWELL. 1984.** Movement and activity patterns of mule deer in the sagebrush-steppe region. *Journal of Mammalogy* 65:409–409.
- GALLINA, S., Y J. BELLO. 2010.** El gasto energético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en relación a la precipitación en una zona semiárida de México. *Therya* 1:1-8
- GALLINA, S., A. PÉREZ-ARTEAGA, Y S. MANDUJANO. 1998.** Patrones de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en un matorral xerófilo de México. *Boletín Sociedad Biológica. Concepción, Chile* 69:221-228.
- GALLINA, S., P. CORONA, Y J. BELLO. 2003.** El venado cola blanca: comportamiento en zonas semiáridas del Noreste de México. Pp. 165-173 en *Manejo de Fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica-Criterios de Sostenibilidad* (Polanco-Ochoa, R., ed.). CITES, Fundación Natura. Bogotá Colombia.
- GALLINA, S., P. CORONA, Y J. BELLO. 2005.** El comportamiento del venado cola blanca en zonas semiáridas del Noreste de México. Pp. 193-204 en *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa* (Sánchez-Cordero, V., y R. A. Medellín, eds.). Instituto de Biología- Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- GALLINA, S., G. SÁNCHEZ-ROJAS, A. BUENROSTRO-SILVA, Y C.A. LÓPEZ-GONZÁLEZ. 2014.** Comparison of faecal nitrogen concentration between sexes of White-tailed Deer in a tropical dry forest in southern Mexico. *Ethology Ecology and Evolution*. DOI :10.1080/03949370.2014.891537
- HALLE, S., Y S. N. STENSETH. 2000.** Activity Patterns in Small Mammals. An Ecological Approach. *Ecological Studies* 141. Springer. New York, EE.UU.
- HAMMER, O., D. A. T. HARPER, Y P. D. RYAN. 2001.** PAST: Paleontological Statistics software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4:9.
- JACKSON, R. M., M. WHITE, Y F. F. KNOWLTON. 1972.** Activity patterns of young white-tailed deer fawns in south Texas. *Ecology* 53:262-270.

- KAMLER, J. F., B. JXDRZEJEWSKA, Y W. JXDRZEJEWSKI. 2007.** Activity patterns of red deer in Białowieża National Park, Poland. *Journal of Mammalogy* 88:508–514.
- KROLL, J. C. 1992.** A practical guide to producing and harvesting white-tailed deer. Institute of white-tailed deer management and research center for applied studies in forestry. Stephen F. Austin State University. Austin, EE.UU.
- LARIVIERE, S., J. HUOT, Y C. SAMSON. 1994.** Daily activity patterns of female black bears in a northern mixed-forest environment. *Journal of Mammalogy* 75:613-620.
- LEEUEWENBERG, F., S. LARA-RESENDE, F. H. G. RODRIGUES, Y M. X. A. BEZERRIL. 1997.** Home range, activity and habitat use of the Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus* L. 1758, Artiodactyla, Cervidae) in the Brazilian Cerrado. *Mammalia* 61:487–495.
- MANDUJANO, S., S. PÉREZ, R. SÁNCHEZ, Y S. GALLINA. 1996.** Diferenciación de pautas de actividad del venado con ayuda de radiotransmisores con sensor de movimiento. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 67:67-78
- MERINO, M. L., S. GONZALES, F. LEEUEWENBERG, F. H.G. RODRIGUES, L. PINDER, Y W. M. TOMAS. 1997.** Veado campeiro (*Ozotoceros bezoarticus* Linnaeus 1758): distribución, historia natural, ecología y conservación. Pp. 42–58 en *Biología y conservación de dos cervidos Sud-Americanos* (Duarte, J. M. B., ed.). Fundación de Estudios e Investigaciones en Agronomía, Medicina Veterinaria y Zootecnia. Jaboticabal. Sao Paulo, Brasil.
- MOEN, A.N. 1978.** Seasonal changes in heart rates, activity, metabolism, and forage intake of white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 42:715–738,
- Ockenfels, R. A., y J. A. Bissonette. 1984.** Temperature related responses in north-central Oklahoma white-tailed deer. Pp. 64-67 en *Deer in the southwest: A workshop*. (Krausman, P. R., y N. S. Smith, eds.). Arizona Cooperative Wildlife Research Unit, University of Arizona. Tucson, EE.UU.
- OCKENFELS, R. A., D. E. BROOKS, Y C. H. LEWIS. 1991.** General ecology of Coues white-tailed deer in the Santa Rita Mountains. Technical Report. Arizona Game and Fish Department. Phoenix, EE.UU.
- RIVERO, K., D. I. RUMIZ, Y A. B. TABER. 2005.** Differential habitat use by two sympatric brocket deer species (*Mazama americana* and *M. gouazoubira*) in a seasonal Chiquitano forest of Bolivia. *Mammalia* 69:169-183.
- Rodrigues, F. H. G., y E. L. A. Monteiro-Filho. 2000.** Home range and activity patterns of Pampas deer in Emas National Park, Brazil. *Journal of Mammalogy* 81:1136–1142.
- ROULEAU, I., M. CRETE, Y J. P. OUELLET. 2002.** Contrasting the summer ecology of white tailed deer inhabiting a forested and an agricultural landscape. *Ecoscience* 9:459-469
- VERME, L. J., Y D. E. ULLREY. 1984.** Physiology and nutrition. Pp. 91-118 en *White-tailed deer: Ecology and Management* (L. K. Halls, ed.). Published Stackpole Books. Harrisburg, EE.UU.
- WALLMO, O. 1981.** Mule and black-tailed deer of North America. A Wildlife Management Institute Book. Nebraska, EEUU.
- WEBB, S. L., M. R. DZIALAK, D. HOUCHEM, K. L. KOSCIUCH, Y J. B. WINSTEAD. 2013.** Spatial ecology of female mule deer in an area proposed for wind energy development. *Western North American Naturalist* 73:347-356.

**ZAR, J. H. 1984.** Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice Hall. New Jersey, EE.UU.

---

*Sometido: 6 de mayo de 2014*

*Revisado: 2 de Julio de 2014*

*Aceptado: 30 de julio de 2014*

*Editor asociado: Rafael Reyna*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

# Carnívoros del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, Jalisco

María Magdalena Ramírez-Martínez<sup>1\*</sup>,  
Luís Ignacio Iñiguez-Dávalos<sup>1</sup> y Martha Pilar Ibarra-López<sup>1</sup>.

**Introduction.** A central strategy for conservation in México is the creation of natural protected areas. Their management requires providing adequate information on wildlife to guide the management decision process. Within the 17 protected areas that exist in Jalisco, mammal knowledge is scarce, except for three of the most studied areas in the state: Manantlán, Chamela-Cuixmala, and Primavera forest. Because of their taxonomic and ecological diversity, carnivores are an important group to evaluate protected areas and management and conservation actions. Our aim is to provide basic information on carnivores of the Sierra de Quila Flora and Fauna Protection Area, in the State of Jalisco.

**Method.** The Sierra de Quila is part of the Physiographic Province Neo-volcanic Axis and the sub-province Sierras de Jalisco located in the central part of the state and bordered to the north by the Sierra Madre Occidental, on the northwest by the Mesa Central, and west and south by the Sierra Madre del Sur. A total of 10 field trips were performed from November 2008 to February 2010, lasting three days each. Five vegetation types were sampled using both direct and indirect methods: track searching, scent stations, and trap-cameras.

**Results.** Of the 16 potential carnivore species for the area, 13 species of this order were recorded (81% of potential species, Table 2). The other three carnivores reported for the area were included, but they were not recorded in our study. The richest family was Felidae with four species; two of them are classified as endangered. Depending on the sampling method, gray fox (tracks), coyote (scent stations), or puma (trap-cameras) was the most abundant carnivore in the area. Activity patterns shown that four species were mainly nocturnal; two of them were diurnal and two were cathemeral (day / night; Figure 2).

**Discussion and Conclusion.** Despite the deterioration shown in some vegetation types within the area, the presence of a number of species of carnivores gives us an idea of ecosystem resilience where even species with the priority to establish conservation programs are found as the case of two cat species recorded with endangered category (P) according to NOM-ECOL-059-2010 (DOF 2010). It is necessary to continue inventory work on carnivores of this protected area, especially in the lower part of the altitudinal range and evaluate the impact of human activities in their presence and abundance.

**Key words:** Biodiversity, carnivores, conservation, Jalisco, natural protected areas

## Resumen

Una estrategia central de conservación en México es el establecimiento de áreas protegidas. El manejo adecuado de éstas requiere un conocimiento suficiente de su biota, para orientar la toma de decisiones. Por su diversidad taxonómica y ecológica, los mamíferos carnívoros constituyen un grupo importante para evaluar las áreas protegidas y dar seguimiento a las acciones de conservación y manejo. Este trabajo busca aportar información básica de los carnívoros para el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, en el Estado de Jalisco.

<sup>1</sup>Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Av. Independencia Nacional 151, Autlán 48900, Jalisco, México. E-mail: maleni.ramirez@gmail.com (MMR-M)

\* Corresponding author

La Sierra de Quila forma parte de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico y de la Subprovincia Sierras de Jalisco (Guerrero y Cházaro, 1995), que se localiza en la parte central del estado y limita al norte con la Sierra Madre Occidental, al noroeste con la Mesa del Centro y al oeste y sur con la Sierra Madre del Sur. Se realizaron 10 salidas de campo entre noviembre de 2008 y febrero de 2010, con una duración de tres días cada una. Se muestrearon cinco tipos de vegetación, utilizando métodos directos e indirectos, como búsqueda de rastros, cámaras trampa y estaciones olfativas.

De las 16 especies potenciales de carnívoros para el área (Iñiguez-Dávalos y Santana-C., 2004), se han registrado 13 especies de este orden (81% de las especies potenciales; Tabla 2). Se incluyen tres carnívoros reportados para el área pero no registrados en nuestro estudio. Destaca la familia Felidae, con cuatro especies, dos de las cuales están catalogadas como en peligro de extinción. Dependiendo del tipo de muestreo utilizado se destacó la zorra gris (rastros), el coyote (estaciones olfativas) y el puma (cámaras trampa) como la especie más abundante del área. Los patrones de actividad mostraron que cuatro especies son nocturnas, dos fueron diurnas y dos catemerales (diurna/nocturna; Figura 2).

A pesar del deterioro que muestran algunos tipos de vegetación dentro del área, la presencia de un buen número de especies de carnívoros nos da una idea de la resiliencia del ecosistema, en el que incluso podemos encontrar especies que son prioritarias para establecer programas de conservación, ya que se tienen el registro de dos especies de felinos con categoría en peligro de extinción (P) según la NOM-ECOL-059-2010 (DOF 2010). Es necesario continuar con el inventario de carnívoros, sobre todo en la parte baja del intervalo altitudinal, la selva baja y partes bajas de los ríos así como evaluar el impacto de las actividades antrópicas en su presencia y abundancia.

**Palabras clave:** Áreas naturales protegidas, biodiversidad, carnívoros, conservación, Jalisco

## Introducción

Los mamíferos carnívoros constituyen uno de los grupos más interesantes para evaluar las áreas naturales protegidas y dar seguimiento a las acciones de conservación y manejo que se realizan en estas. Su papel como reguladores de poblaciones de las presas modela la estructura de la comunidad tanto de los mismos animales, como indirectamente de las plantas mediante efectos de cascadas tróficas (Terborgh *et al.* 2010). Por otro lado, la necesidad de ámbitos hogareños generalmente amplios y con buena calidad que tiene un buen número de ellos los convierte tanto en especies sombrilla para la conservación, como en indicadores de la calidad del ecosistema (Caro y O'Doherty 1999; Bond 2010).

Esto permite, mediante el análisis de la comunidad y sus poblaciones, valorar diversos aspectos de la integridad del ecosistema, como podrían ser el grado de conservación del hábitat, la presencia de factores de perturbación antrópicos (fuego, ganado, cazadores, entre otros) y naturales, la disponibilidad de diversos recursos de refugio, agua y alimento (incluyendo, en la mayoría de los casos, las poblaciones de otros animales presa) y sus relaciones interespecíficas, que pueden llevar tanto a la competencia como a la especialización en el uso de los recursos (Spowart y Samson 1986).

El occidente de México (tradicionalmente considerado como los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Guanajuato) es una región que se caracteriza por ser una zona de transición y de una gran diversidad geográfica y biológica (Ramamoorthy *et al.* 1998). La complejidad del relieve, la litología y la historia geológica, así como su ubicación en una zona de transición biogeográfica entre las regiones Neotropical y Neártica, son el marco de una alta diversidad de ecosistemas donde se pueden encontrar desde sistemas estuarinos, bosques tropicales (caducifolios y subcaducifolios), y matorrales, hasta bosques subtropicales y templados (Jardel *et al.* 1996; Fa y Morales 1998).

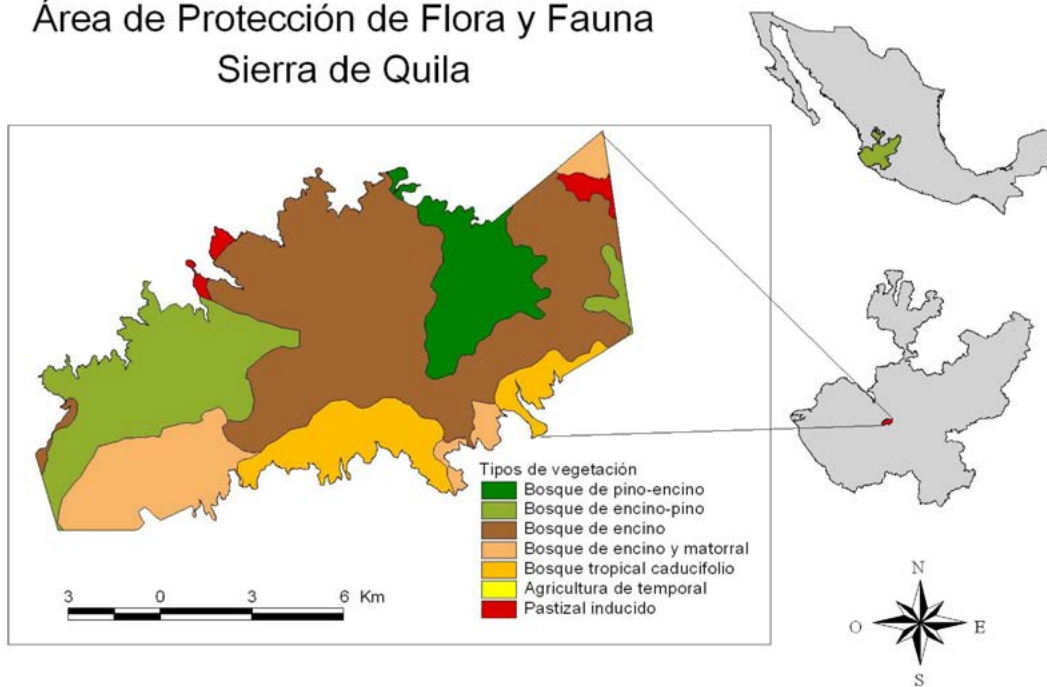
En consecuencia, la región sostiene una rica diversidad de flora y fauna; tan solo en Jalisco se encuentran 7,000 especies de plantas vasculares, existen registros de 525 especies de aves, y en la costa de Jalisco se han reportado 66 especies de reptiles y 19 de anfibios, 42 de las cuáles son endémicas a México (García y Ceballos 1994; Jardel *et al.* 1996). En general, la mayoría de los endemismos de México, tanto de mamíferos y los demás vertebrados, así como de invertebrados y plantas vasculares, están en el occidente del país, concentrados principalmente en la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico Transversal, la parte norte de la Sierra Madre del Sur y la Cuenca del Río Balsas (Iñiguez Dávalos y Santana-C 1993; Flores Villela y Geréz 1994; Escalante Pliego *et al.* 1998; Fa y Morales 1998; Flores Villela 1998).

En cuanto a mamíferos, en el Estado de Jalisco se han registrado 172 especies terrestres ubicadas dentro de 23 familias y nueve órdenes. Esto representa el 38.2% de la mastofauna del país, con un nivel de endemismo del 8.2% con respecto a México y 21.5% con respecto al Estado de Jalisco (Iñiguez Dávalos y Santana-C 2004). El orden Carnívora representa el tercer lugar en cuanto a la riqueza de especies del estado, con 20 especies; sin embargo, vale la pena destacar que es el grupo con más especies en alguna categoría de conservación según la NOM-059-2010, con siete especies (Iñiguez Dávalos y Santana-C 2004; DOF 2010). Por lo tanto, es relevante revisar algunas de las estrategias de conservación que se han implementado para su protección.

Una de las estrategias centrales en la política de conservación en México y el mundo es el establecimiento de áreas naturales protegidas. El adecuado manejo de un área protegida requiere un conocimiento adecuado de su biota, para orientar la toma de decisiones, generalmente siguiendo un esquema de manejo adaptativo (Feisinger 2001). En las 17 áreas naturales protegidas que se han decretado en el Estado de Jalisco, hay un conocimiento muy superficial de su mastofauna, y solo en tres de ellas se ha comenzado a profundizar su estudio: Manantlán, Chamela-Cuixmala y Bosque La Primavera. Este trabajo tiene como objetivo proporcionar un aporte al inventario de los mamíferos carnívoros para el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila, dado que este listado no ha sido compilado hasta ahora y como tal, constituirá un aporte al plan de manejo que se encuentra en proceso de elaboración. Así mismo, se quiere hacer una primera aproximación para evaluar la importancia relativa de las especies dentro del ensamblaje de carnívoros del área protegida. Finalmente, se busca describir los patrones de actividad de los carnívoros más abundantes del área.

**Área de estudio.** El Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila (APFFSQ) fue decretada el cuatro de agosto de 1982. Tiene una extensión de 15,192 ha, y se ubica a 120 km de la ciudad de Guadalajara (Fig. 1). El polígono del área natural protegida se sitúa entre las coordenadas geográficas extremas  $20^{\circ} 14.650$  y  $20^{\circ} 21.707$  de latitud Norte y  $-103^{\circ} 57.288$  y  $-104^{\circ} 7.590$  de longitud Oeste, dentro de los municipios de San Martín Hidalgo, Tecolotlán y Tenamaxtlán en el Estado de Jalisco, México. La Sierra de Quila forma parte de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico y de la Subprovincia Sierras de Jalisco (Guerrero y Cházaro, 1995), que se localiza en la parte central del estado y limita al norte con la Sierra Madre Occidental, al noroeste con la Mesa del Centro y al oeste y sur con la Sierra Madre del Sur. De manera general su relieve es montañoso con valles de poca extensión; la topografía es muy accidentada, con pendientes del orden de  $15^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  (Guerrero y Cházaro 1995). El APFFSQ presenta un rango altitudinal que va de los 1,350 m en su zona más baja, a los 2,560 m. Su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, en las partes más altas, mientras que en las partes bajas es templado semicálido; la precipitación media anual es de 900 mm (García 1988; Villavicencio *et al.* 2005).

### Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila



**Figura 1.** Localización del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila. Las unidades de las coordenadas están en metros, pues el sistema de proyección del mapa es UTM.

El Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila capta agua para dos cuencas hidrológicas de Jalisco; la porción norte drena hacia el río Ameca y la ladera sur alimenta el río Ayuquila-Armería (CEA 2011). Es una zona de gran importancia para la recarga de acuíferos en la región centro del Estado de Jalisco (SEMADES 2010). La diversidad de condiciones geográficas, edáficas y climáticas de la sierra ha resultado en la presencia de seis tipos de vegetación: bosque de pino-encino (56.5% de cobertura en el ANP), bosque de encino-pino (5.9%), bosque de encino (16.9%), bosque tropical caducifolio



(14.3%), terrenos cubiertos por pastizal (2.8%) y la vegetación de las barrancas y áreas riparias, que consta de pequeños relictos de bosque mesófilo de montaña y bosques de galería (Villavicencio *et al.* 2005).

*Trabajo de campo.* Se realizaron 10 salidas de campo entre noviembre de 2008 y febrero de 2010, con una duración de tres días cada una. Se utilizaron diferentes métodos directos e indirectos (búsqueda de rastros, uso de cámaras trampa y estaciones olfativas), que son complementarios, para tener más oportunidad de registrar a la mayoría de las especies. Para ello se realizó un reconocimiento del área utilizando sistemas de información geográfica y luego haciendo un recorrido de campo, que permitió identificar sitios adecuados para el desarrollo de los muestreos. Se ubicaron caminos y veredas con diferente grado de accesibilidad y suficientemente limpias para la colocación de trampas, así como con substrato suave que permitiera la fácil identificación de los rastros en las estaciones olfativas. Todos los registros fueron georeferenciados con un GPS.

Nuestro esfuerzo de captura abarcó cinco tipos de vegetación, aunque no con la misma intensidad (Tabla 1); solo en el pastizal no fue posible realizar muestreos debido a que la superficie cubierta por este tipo de vegetación es muy pequeña y las trampas quedaban muy visibles, lo que aumenta el riesgo de que sean removidas del sitio. Aunque el rango altitudinal dentro del polígono bajo decreto va de 1,350 a 2,560 m, el esfuerzo de muestreo estuvo centrado en las cotas altitudinales que están entre los 1,990 y 2,476 m.

**Tabla 1.** Distribución de las unidades de muestreo por tipo de vegetación en el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila.

Tipo de vegetación	Tipo de muestreo		
	Colecta de excretas	Estaciones olfativas	Cámaras-trampa
Pino-encino	43	40	12
Encino	4	5	17
Encino-pino	6	13	6
Tropical caducifolio	1	5	0
Barrancas	0	0	11

*Método para búsqueda de rastros.* Una vez localizados los caminos y veredas adecuados, se realizaron ocho transectos de 2.5 km de largo para localizar rastros de mamíferos. Se trató de abarcar la mayor extensión posible, cubriendo los diferentes tipos de vegetación presentes en el área. Estos transectos se recorrieron a pie en cada muestreo, haciendo un registro sistemático de los rastros encontrados e identificando la especie a la cual pertenecen; los recorridos se hicieron durante la mañana, por cuatro horas, con dos personas cada uno. Las excretas fueron fotografiadas y colectadas y, en función de sus características, asignadas a una especie utilizando las guías de campo de Aranda (2000, 2012). Para el caso de los registros de huellas, se fotografiaron y se procuró realizar al menos una impresión para cada especie, sobre todo cuando éstas representaban cierta dificultad para su identificación. Como esfuerzo de colecta se utilizó la sumatoria del total de kilómetros recorridos por persona durante todo el muestreo.

*Método de estaciones olfativas.* Se colocaron 63 estaciones olfativas en ocho transectos que se diseñaron para ser de 3,600 m, con 10 estaciones separadas 400 m una de la otra. Sin embargo, la longitud del transecto varió dependiendo del número de estaciones que se colocaron, ya que en algunas ocasiones el terreno o las condiciones climáticas no permitieron poner las 10 estaciones originalmente programadas; todas las estaciones fueron georeferenciadas. Cada estación olfativa consiste en un círculo de tierra suelta y cernida, de aproximadamente un metro de diámetro, en el cual se coloca un cebo dentro de un bote pequeño con orificios, amarrado a una varilla que se entierra en el centro de la estación. El cebo está constituido de vísceras y carne en descomposición, lo cual atrae sobre todo a los animales carnívoros generalistas (Day *et al.* 1987). Las huellas encontradas en las estaciones se identificaron a nivel de especie, con la ayuda de las claves de identificación de Aranda (2000, 2012).

*Método de cámaras-trampa.* Se instalaron en total 46 cámaras Wild View 2 Mpx, colocadas en sitios donde el paso de animales es evidente por la frecuencia de rastros encontrados o por la topografía del terreno, como brechas bien habilitadas o riberas de ríos y arroyos permanentes. Las cámaras se colocaron en diferentes sitios tratando de abarcar la mayor cantidad de área posible; el número de cámaras colocadas varió dependiendo de los sitios muestreados y la accesibilidad a los mismos; se programaron para registrar fecha y hora, y se revisaron mensualmente.

*Análisis de datos.* En principio, la intención del proyecto fue obtener el listado de los carnívoros presentes en el APFFSQ. Sin embargo, los datos obtenidos mediante métodos directos e indirectos pueden dar una idea aproximada sobre la importancia relativa de las especies dentro de la comunidad, aclarando que los métodos utilizados no reflejan la densidad absoluta de cada una de las especies en el área. Para presentar el listado lo más completo posible, a las especies encontradas en el trabajo de campo se agregaron tres especies de carnívoros que no fueron registradas dentro del proyecto; estos fueron reportes documentados previamente mediante registros fotográficos (Valle, com. pers.). Estas tres especies no fueron incluidas en los análisis posteriores.

*Abundancia relativa.* Por cada método utilizado en este estudio se calculó la frecuencia de ocurrencia para cada una de las especies. En el caso de la colecta de excretas, cada excreta fue considerada como un registro independiente. En las estaciones olfativas, las huellas encontradas en cada estación se consideran como un registro independiente (Aranda 2000). Para las cámaras-trampa se entiende por registro independiente una o más fotografías de un individuo reconocible para cada ciclo de 24 hrs (Yasuda 2004). Cuando en un día se tomaron varias fotos de la misma especie en la misma cámara, se consideró la foto que presentara mayor número de individuos y ese registro fue el considerado para la base de datos de foto-registros independientes. Si en la foto aparecen dos individuos, entonces se consideran dos registros independientes y el número de registros varió según el número de individuos fotografiados (Monroy-Vilchis *et al.* 2011). Las frecuencias de ocurrencia obtenidas se transformaron en abundancias relativas (Aranda 2000; Monroy-Vilchis *et al.* 2011):

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{No. de registros por especie}}{\text{No. total de registros}} \cdot 100$$

*Patrones de actividad.* Para las especies registradas en las cámaras trampa, se analizó su presencia a lo largo del día. Los datos registrados fueron: especie, fecha y hora de la fotografía. Se determinó el intervalo de tiempo: las horas del día incluyeron el periodo comprendido entre las 6:01 a las 20:00 hrs, y la noche como el periodo entre las de 20:01 y las 6:00 hrs. Las especies se clasificaron como diurnas cuando presentaron más del 90% de su actividad durante el día, como nocturnas aquellas con más del 90% de registros durante la noche, y como catemerales aquellas que presentaron más del 10% de actividad en los dos horarios (Van Schaik y Griffiths 1996; Tattersall 2006).

## Resultados

*Colecta de excretas y otros rastros.* El esfuerzo de muestreo fue de 20 km recorridos, sumando todos los transectos. En total se colectaron 83 excretas, de las cuales 54 se pudieron identificar con certeza para cuatro especies: coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), puma (*Puma concolor*) y zorrillo de espalda blanca (*Conepatus leuconotus*) en tres familias de carnívoros (Tabla 2), mientras que al resto no fue posible identificarlas.

**Tabla 2.** Listado de especies de mamíferos del orden Carnívora encontradas en el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila. Tipos de muestreo: EX, *Excretas*, EO, *Estaciones olfativas*, CT, *Cámaras-trampa*, OTROS, *Avistamientos*, restos de alimento y sonidos. La categoría corresponde a la lista de especies en riesgo en la NOM-ECOL-059-2010: P, *Peligro de extinción*, A, *Amenazada*; \*, Especies reportadas para el área de estudio, pero no registradas en este trabajo. Para el arreglo taxonómico se siguió el trabajo de Godínez et al. (2011).

Familia	Especies registradas	Categoría	EX	EO	CT	OTROS
Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	P			●	
Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	P			●	
Felidae	<i>Lynx rufus</i>					*
Felidae	<i>Puma concolor</i>		●		●	
Canidae	<i>Canis latrans</i>		●	●	●	●
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		●	●	●	
Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	A				*
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>			●		
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>		●	●	●	
Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>			●		
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>			●	●	
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>				●	
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>					*

*Estaciones olfativas.* El esfuerzo de muestreo fue de 121 noches/trampa. Se obtuvieron 32 registros independientes, de los cuales 25 correspondieron al orden Carnívora, registrando seis especies: coyote, zorra gris, cacomixtle (*Bassariscus astutus*), zorrillo de espalda blanca, zorrillo listado (*Mephitis macroura*) y comadreja (*Mustela frenata*). Las dos últimas solo se registraron con este método.

*Cámaras-trampa.* De las 46 cámaras colocadas, 18 de ellas estuvieron de forma semipermanente por periodos prolongados de tiempo (45 días), mientras que el resto (28 cámaras) se utilizaron por una o dos noches en sitios cercanos a las estaciones

olfativas; el esfuerzo total de muestreo fue de 866 días/trampa. Se obtuvieron un total de 1849 fotografías, de las cuales 425 fueron registros de fauna silvestre y 142 son fotoregistros independientes. Con este método se obtuvo una buena representación del orden Carnívora, con 5 familias y 8 especies (tabla 2): coyote, zorra gris, zorrillo de espalda blanca, cacomixtle, puma, tejón (*Nasua narica*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y tigrillo (*Leopardus wiedii*). Estas tres últimas solo fueron registradas con este método.

*Riqueza y abundancia relativa.* De las 16 especies potenciales de carnívoros para el área (Iñiguez-Dávalos y Santana-C. 2004), se han registrado 13 especies de este orden (81% de las especies potenciales; Tabla 2). En esta tabla se incluyen tres carnívoros reportados para el área pero no registrados en nuestros datos (ver métodos): mapache (*Procyon lotor*), lince (*Lynx rufus*) y nutria (*Lontra longicaudis*); estas tres especies no se incluirán en análisis subsiguientes. Las 13 especies de carnívoros corresponden a cinco familias, destacando la familia Félidae con cuatro especies, dos de las cuales, el ocelote y el tigrillo, están catalogadas en la NOM-059-2010 como "En peligro de extinción". Le siguen las familias Procyonidae, con tres especies, y Canidae, Mephitidae y Mustélidae con dos especies cada una. Los registros de especies a través de la colecta de excretas mostraron mayor abundancia relativa para la zorra gris (38.5 %), seguida del coyote (18.1 %), puma (4.8 %), y zorrillos (3.6 %); cabe aclarar que de estos últimos no se pudo llegar a determinar la especie a la que pertenecían. El resto de las excretas colectadas (35.0 %) no fueron identificadas. La especie con mayor número de registros en las estaciones olfativas fue el coyote (48.0 %), seguida por el zorrillo de espalda blanca (20%), cacomixtle (16.0 %), zorra gris (8.0 %), zorrillo rayado y comadreja (4.0 % cada uno). El método de las cámaras trampa aportó los datos más numerosos; las especies de carnívoros con la mayor cantidad de foto-registros fueron puma (44.7 %), coyote (15.8 %), zorra gris y tejón (10.5 % cada uno), cacomixtle (7.9 %), zorrillo de espalda blanca (5.3 %), ocelote y tigrillo (2.6 % cada uno).

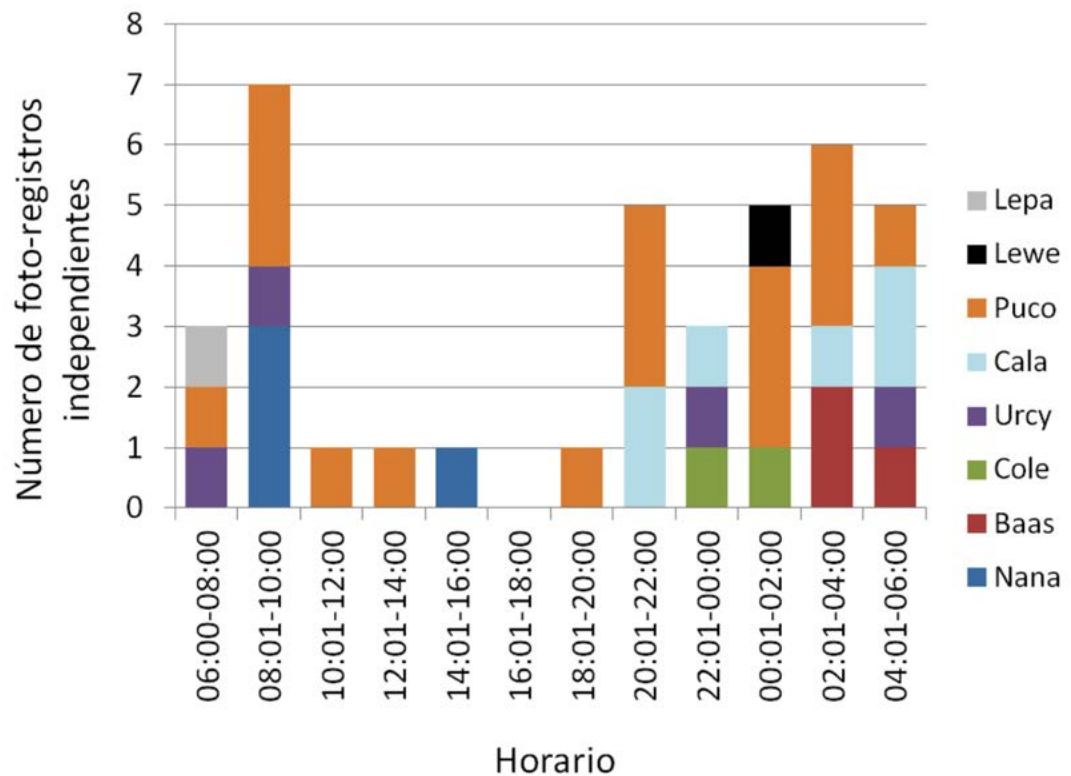
*Patrones de actividad.* De las ocho especies de carnívoros registradas con las cámaras trampa, el coyote (6 foto-registros independientes o FRI), el cacomixtle (3 FRI), el zorrillo espalda rayada (2 FRI) y el tigrillo (1 FRI) son principalmente nocturnas. El tejón (4 FRI) y el ocelote (1 FRI) son principalmente diurnos. El puma presentó 10 FRI nocturnos y 7 diurnos, mientras que la zorra gris tuvo 2 FRI diurnos y 2 FRI nocturnos, lo que las ubica como especies catemerales (Fig. 2).

## Discusión

La Sierra de Quila fue decretada como área protegida hace 32 años; sin embargo, tiene una historia de ocupación desde antes de la conquista, por pueblos indígenas del centro y sur del país, en lo que se conoció como Reino de Chimalhuacán. La ocupación por parte de los españoles data de 1525 (Agraz 1950). Por tanto, sabemos que desde hace más de 500 años el área ha sufrido una fuerte presión por parte de la población humana, con las modificaciones a los hábitats que esto implica. En esta área se desarrollan actividades productivas como agricultura, ganadería y apicultura y aprovechamiento de recursos naturales silvestres para su venta (hongos, madera muerta, tierra de monte, colecta de frutos, carbón). Así mismo, ha sido sometida a presiones y perturbaciones

debido a aprovechamientos forestales maderables de manera legal e ilegal; presenta en su historial fuertes incendios forestales y cambio de uso de suelo para agricultura y agostaderos, a lo que recientemente se ha sumado el incremento en visita pública (Comité Regional de la Sierra de Quila A.C. 2013).

A pesar del deterioro que muestran algunos tipos de vegetación dentro del área, la presencia de un buen número de especies de carnívoros nos da una idea de la resiliencia del ecosistema, en el que incluso podemos encontrar especies que son prioritarias para establecer programas de conservación, ya que se tienen el registro de dos especies de felinos con categoría en peligro de extinción (P) según la NOM-ECOL-059-2010 (DOF 2010). Estas especies fueron registradas en cañadas, las cuales aún conservan vegetación densa, necesaria para ser utilizada como refugio.



**Figura 2.** Patrones de actividad de los carnívoros de Sierra de Quila, con base en los registros de cámaras trampa. Acrónimos: Lepa: *Leopardus pardalis*, Lewe: *Leopardus weidii*, Puco: *Puma concolor*, Cala: *Canis latrans*, Urcy: *Urocyon cinereoargenteus*, Cole: *Conepatus leuconotus*, Baas: *Bassariscus astutus* y Nana: *Nasua narica*.

En trabajos futuros en la Sierra de Quila, el esfuerzo de muestreo debe dirigirse a los sitios menos representados en este trabajo o donde no fue posible muestrear; tal es el caso de la selva baja y partes bajas de los ríos, respectivamente. De acuerdo a testimonios de algunos trabajadores y pobladores del área, reportan avistamientos de nutrias, mapaches, linceos y leoncillos en la parte baja del ANP. El registro de estas especies podría complementar el listado de carnívoros para el APFFSQ; incluso podrían existir registros de jaguar, aunque no ha sido reportado para esta área, debido a que no se puede descartar que utilice la Sierra de Quila como corredor de tránsito entre las montañas y la costa de Jalisco.

## Agradecimientos

Este proyecto fue apoyado con recursos del Comité Regional de Protección, Promoción y Fomento de los Recursos Naturales de la Sierra de Quila, A. C., a través de la Dirección

del APFFSQ, así como de la Universidad de Guadalajara. Agradecemos a tres árbitros anónimos que nos ayudaron a mejorar este manuscrito.

## Literatura citada

- AGRAZ, G. DE A. G.** 1950. Esbozos históricos de Tecolotlán (Jalisco). Talleres Linotipográficos El Estudiante S. A. Guadalajara, México.
- ARANDA, M.** 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- ARANDA, M.** 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México
- BOND, W.** 2010. Consumer control by megafauna and fire. Pp. 275-285 en *Trophic cascades. Predators, prey and the changing dynamics of nature* (J. Terborgh y J. Estes, eds.). Island Press. Washington, EE.UU.
- CARO, T. M. Y G. O'DOHERTY.** 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13:805-814.
- CEA (COMISIÓN ESTATAL DE AGUA - JALISCO).** 2011. Conjunto de datos geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:250,000. CEA Jalisco, SIAEJ (Sistema de Información del Agua). Guadalajara, México.
- COMITÉ REGIONAL DE LA SIERRA DE QUILA A.C.** 2013. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Quila. Documento en proceso de consulta pública. Fecha de publicación: 02/10/2012. Fecha de consulta: 12/08/2013. Liga para consulta: [http://sierradequila.org/sdq/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=22&Itemid=30](http://sierradequila.org/sdq/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=22&Itemid=30)
- DAY, G. I., S. D. SCHEMNITZ, Y R. D. TABER.** 1987. Captura y marcación de animales silvestres. Pp. 63-94 en *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre* (R. Rodríguez Tarres, ed.). The Wildlife Society. Bethesda, EE.UU.
- DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN).** 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 y lista de especies de riesgo. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 30 de diciembre de 2010. Ciudad de México, México
- ESCALANTE PLIEGO, P., A. G. NAVARRO SIGÜENZA, Y A. T. PETERSON.** 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. Pp. 279-304 en *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución* (Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa, comps.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- FA, J. E., Y L. M. MORALES.** 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315-352 en *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución* (Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa, comps.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- FEINSINGER, P.** 2001. *Designing field studies for biodiversity conservation.* The Nature Conservancy-Island Press. Washington, EE.UU.

- FLORES VILLELA, O., y P. GERÉZ.** 1994. Biodiversidad conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, y Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México
- FLORES VILLELA, O.** 1998. Herpetofauna de México: Distribución y endemismo. Pp. 251-278 en *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución* (Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa, comps.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México
- GARCÍA, A., y G. CEBALLOS.** 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica Cuixmala, A. C. e Instituto de Biología, UNAM. Ciudad de México, México.
- GARCÍA, E.** 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- GODÍNEZ, E. G., N. GONZÁLEZ-RUIZ, y J. RAMÍREZ-PULIDO.** 2011. Actualización de la lista de los mamíferos de Jalisco, México: implicaciones en los cambios taxonómicos. *Therya* 2:7-35.
- GUERRERO, N. J. J., y M. CHÁZARO.** 1995. Datos generales sobre la Sierra de Quila, Jalisco. Pp. 70-73 en *Antología botánica del Estado de Jalisco, México* (Chazáro B., M., M. E. Lomelí, R. R. Acevedo, y R. S. Ellerbracke, comps.). Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- IÑIGUEZ DÁVALOS, L. I. ,y E. SANTANA-C.** 1993. Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos del occidente de México. Pp. 65-86 en *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Publicaciones especiales, Vol. 1. Ciudad de México, México.
- IÑIGUEZ DÁVALOS, L. I., y E. SANTANA-C.** 2004. Análisis mastofaunístico del Estado de Jalisco. Pp. 251-258 en *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa* (Sánchez-Cordero, V., y R. Medellín, eds.). Instituto de Biología e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- JARDEL, E. J., E. SANTANA C., y S. GRAF-MONTERO.** 1996. The Sierra de Manantlán Biosphere Reserve: Conservation and regional sustainable development. *Parks* 6:14- 22.
- MONROY-VILCHIS, O., M. M. ZARCO-GONZÁLEZ, C. RODRÍGUEZ-SOTO, L. SORIA-DÍAZ, y V. URIOS-MOLINER.** 2011. Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical* 59:373-383.
- RAMAMOORTY, T. P., R. BYE, A. LOTT, y J. FA (COMPS.).** 1998. *Diversidad biológica de México.* Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- SEMADES.** 2010. Áreas Naturales Protegidas de Jalisco. Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable (SEMADES). Tomado de <http://www.semades.jalisco.gob.mx>. Fecha de consulta: 7 de enero de 2011.

- SPOWART, R. A., y F. B. SAMSON.** 1986. Carnivores. Pp. 475-496 en Inventory and monitoring of wildlife habitat (Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, y H. R. Stuart, eds.). Bureau of Land Management, U.S. Dept. of the Interior. Denver, EE.UU.
- TATTERSALL, I.** 2006. The concept of cathemerality: History and definition. *Folia Primatologica* 77:7-14.
- TERBORGH, J., R. D. HOLT, y J. A. ESTES.** 2010. Trophic cascades: What they are, how they work, and why they matter. Pp. 1-18 en Trophic cascades. Predators, prey and the changing dynamics of nature (J. Terborgh y J. Estes, eds.). Island Press. Washington, EE.UU.
- VAN SCHAIK, P., y M. GRIFFITHS.** 1996. Activity periods of Indonesian rain forest mammals. *Biotropica* 28:105-112.
- VILLAVICENCIO G., R., P. BAUCHE, A. GALLEGOS, A. L. SANTIAGO P., y F. M. HUERTA M.** 2005. Caracterización estructural y diversidad de comunidades arbóreas de la Sierra de Quila. *Ibugana* 13:67-76.
- YASUDA, M.** 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study* 29:37-46.

---

*Sometido: 13 de septiembre de 2013*  
*Revisado: 21 de noviembre de 2013*  
*Aceptado: 7 de agosto de 2014*  
*Editor asociado: Jorge Servin*  
*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*



# Age estimation on long-beaked common dolphins, *Delphinus capensis*, from the Gulf of California

Juan Pablo Gallo-Reynoso<sup>1\*</sup>, Edna O. Francisco<sup>1,2</sup>  
y Charles Leo Ortiz<sup>3</sup>

**Introduction:** We estimated the age of 41 long-beaked common dolphins, *Delphinus capensis*, found stranded in Sonora and Baja California beaches in the Gulf of California from 1981 to 2000. The aim of our work was to know the age and if possible the size of stranded dolphins and the possible causes of their stranding.

**Methods:** Dentinal growth layers in teeth were revealed using an acid-etching technique; it involves preparation of half-etched teeth by grinding and polishing with sandpaper (220-600 grit) and demineralization in 5% formic acid. A stereo-microscope was used for counting annual growth layer groups (GLGs). Four different readers of dentinal layers assisted to obtain the estimate of age.

**Results:** Age category estimates were: 17 individuals were adults (12-21 GLGs), 10 individuals were subadults (7-12 GLGs), 10 individuals were juveniles (2-7 GLGs), and 4 individuals were nursing calves (<1 GLG). 15 individuals were measured and sexed on the field (6 calves, 6 subadults and 3 adults). Larger dolphins were the older ones: the longest male of 264.7 cm presented 21 GLGs, and the longest female of 252.4 cm was 18 GLGs (one GLG corresponding to one year). Independent of the sex of the dolphins, the regression of age on length was significant with an  $r^2 = 0.7068$ ,  $P < 0.0001$ .

**Discussion:** Age estimates can serve to know the vulnerability and incidence of long-beaked common dolphins of different ages due to toxic algae effects (Domoic acid) or to the biomagnification of man-made toxins used for agriculture, due to the ingestion of small pelagic fishes that accumulates these toxins. It also can provide insight in fishery interactions and mortality on *D. capensis* in the Gulf of California.

**Key words:** Age estimation, common strandings, *Delphinus capensis*, dolphins, Gulf of California, long-beaked.

## Resumen

Se estimó la edad de 41 delfines comunes de rostro largo *Delphinus capensis*, encontrados varados en playas de Sonora y Baja California, entre 1981 y 2000. El objetivo de nuestro trabajo fue el de conocer la edad y estimar la longitud estándar, y en lo posible conocer las causas del varamiento. El crecimiento de las capas de dentina en dientes fueron obtenidas a partir de la técnica de rebajado con ácido, lo cual involucra la preparación de los dientes desgastados hasta la mitad con lijado y Pulido con lijas (grano de 220-600) y desmineralización con ácido fórmico al 5%. Se utilizó

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

<sup>2</sup>Woodman Ave. 9235- J, Arleta, CA 91331. United States. E-mail: efsalsababe@yahoo.com (EOF)

<sup>3</sup>University of California Santa Cruz. Earth and Marine Sciences A 308. 1156 High Street Santa Cruz, CA 95064. United States. E-mail: ortiz@biology.ucsc.edu (CLO)

\*Corresponding author.

un microscopio estereoscópico para contar los grupos anuales de capas de crecimiento (annual growth layer groups o GLGs). Cuatro diferentes lectores asistieron para obtener las estimaciones de la edad. Las categorías de edad estimadas fueron: 17 individuos eran adultos (12-21 GLGs), 10 individuos fueron subadultos (7-12 GLGs), 10 individuos juveniles (2-7 GLGs), y cuatro individuos fueron crías lactantes (<1 GLG). Se obtuvieron las medidas y el sexado de 15 individuos en campo (6 crías, 6 subadultos y 3 adultos), los individuos más largos, fueron los más viejos: el macho más largo fue de 264.7 cm con 21 GLGs, y la hembra más larga con 252.4 cm con 18 GLGs (un GLG corresponde a un año). Independientemente del sexo de los delfines, la regresión de la edad sobre la talla fue significativa con una  $r^2 = 0.7068$ ,  $P < 0.0001$ . La estimación de la edad puede servir para conocer la vulnerabilidad y la incidencia de la mortalidad a diferentes edades de los delfines comunes de rostro largo, debido por ejemplo a la mortalidad causada por efectos de algas tóxicas (ácido Domóico) debido a la ingesta de peces pelágicos menores que acumulan esas toxinas, o a la magnificación de toxinas hechas por los humanos y usadas en la agricultura. También puede proveer de información sobre las interacciones con las pesquerías y la mortalidad de *D. capensis* in el Golfo de California.

**Palabras clave:** delfines comunes de rostro largo, *Delphinus capensis*, estimación de edad, Golfo de California, varamientos.

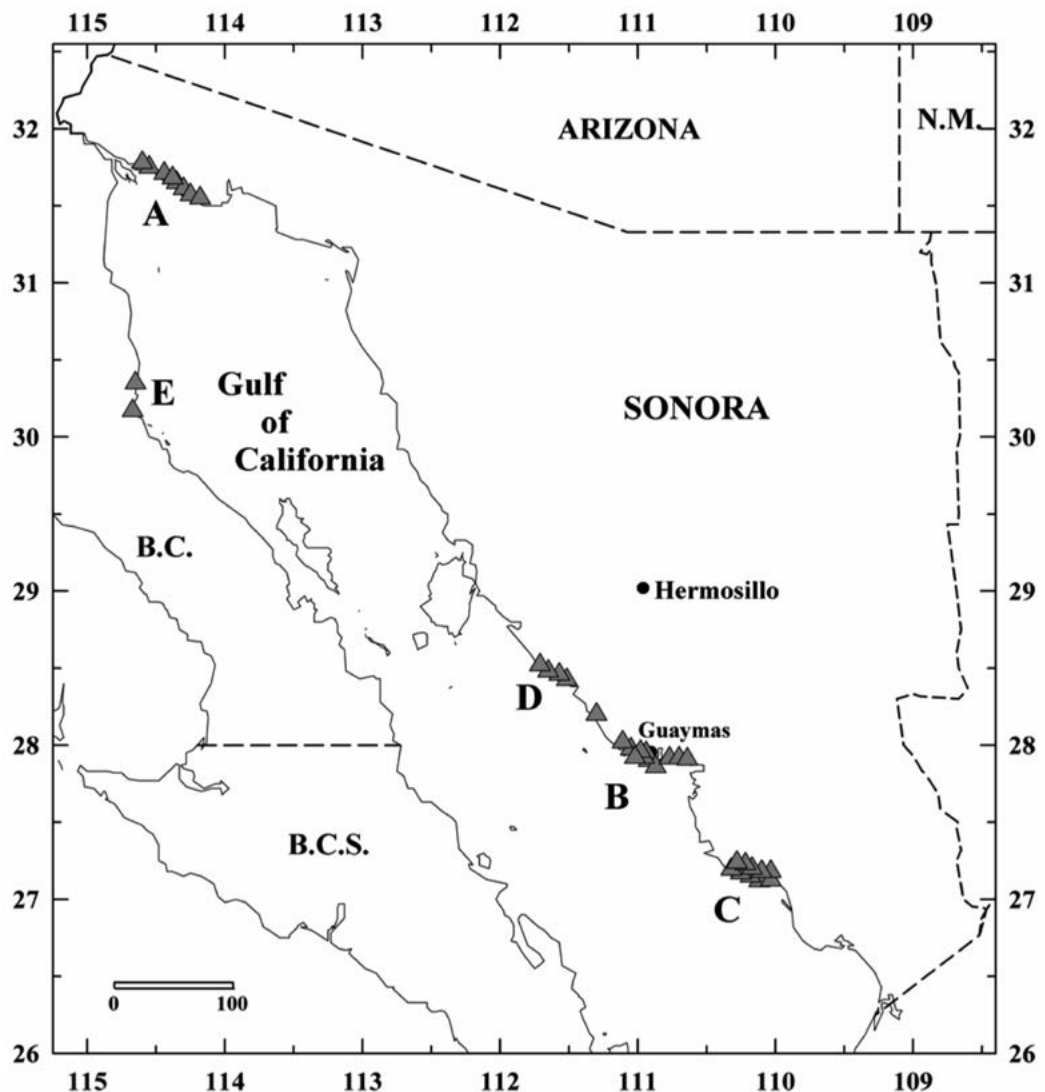
## Introduction

Long-beaked common dolphin, *Delphinus capensis*, is the most common cetacean in the Gulf of California, with sightings in all seasons and throughout the entire Gulf (Gallo-Reynoso and Alessio-Robles 1989; Gallo-Reynoso 1990; Gallo-Reynoso 1991; Vidal *et al.* 1993; Silber *et al.* 1994; Gallo-Reynoso 1998) with groups as large as 5,000 individuals (Gallo-Reynoso 1991). Much of the distribution of long-beaked common dolphins is over upwelling areas (Gallo-Reynoso and Alessio-Robles 1989; Gallo-Reynoso 1998), which influences the overall higher primary production rates of the Gulf of California (Álvarez-Borrego 1983). This high primary production determines their prey distribution in coastal areas, consisting mainly of small pelagic species, such as sardines (*Sardinops caeruleus*), Pacific mackerel (*Scomber japonicus*), anchovy (*Engraulis mordax*), threadfin herring (*Opisthonema libertate*), herring (*Harengula thrissina*), schooling carangids (*Decapterus macrosoma*), hake (*Merluccius angustimanus*), lantern fishes (*Triphoturus mexicanus* and other myctophids), and neritic squids (*Lolliguncula panamensis*, *Loliolopsis diomedae*; Gallo-Reynoso 1991; Niño-Torres *et al.* 2006; Gallo-Reynoso unpublished data).

The fact that dolphins are born with a permanent set of teeth (Myrick 1991) allows determining the approximate age of a particular individual with a high degree of accuracy. The technique for aging marine mammals consists on the counting of dentinal layers present on the teeth. This strategy has been used for aging large-toothed animals such as the California sea lions, *Zalophus californianus* (Tovar-Aguilar 1989), the sperm whale *Physeter macrocephalus*, and other cetaceans (Scheffer and Myrick 1980), the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Hohn 1990), and the short-finned pilot whales *Globicephala macrorhynchus* (Kasuya and Matsui 1984; Égido-Villarreal 1989); the teeth of these species have been used to obtain reliable measure of age (Hohn 1980; Kimura 1980; Hohn 1990). The aim of this study is to accurately estimate the age of long-beaked common dolphins from the Gulf of California on the base of counting dentinal layers.

## Methods

All analyzed specimens were found dead and stranded on beaches of the Gulf of California, Mexico (Fig. 1). Specimens sampled included 10 males, 7 females, and 24 individuals of unknown sex (i.e. skulls from old carcasses) that are deposited in the Vertebrate Collection at Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Guaymas (ITESM) and Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Unidad Guaymas (CIAD). Common dolphin teeth are usually slightly curved, being the crown of the tooth directed lingually (Hui 1973); therefore we obtained teeth that were as straight as possible following Pinedo and Hohn (2000) to facilitate the reading of the growth layers. Teeth from the lower mandible were used because they are straighter and heavier than those from the upper mandible (Perrin and Myrick 1980; Hohn *et al.* 1989). Teeth were extracted from the mid-portion of the left mandible and prepared for age estimation. Each tooth was cleaned, freed from soft tissue, and washed with distilled water.



**Figure 1.** Study area and collection location of long-beaked common dolphins. Gray triangles represent the stranding area. Capital letter indicates the beaches where dolphins were found: (A) Upper Gulf, (B) Guaymas - Empalme, (C) Ciudad Obregon, (D) Tasiota, and (E) Puertecitos, Baja California.

Estimating age in *D. capensis* was done with the method described by Hohn (1980) modified as follows. Teeth were prepared and half-etched; they were grinded and polished with sandpaper (grit 220-600) until pulp cavity became fully exposed at mid-longitudinal cut. Teeth were demineralized in 5 % formic acid for 1-2 hours, which is the necessary time for the teeth to acquire a rubbery consistence; times longer than two hours may cause the destruction of the teeth by the acid; to avoid this, demineralization was monitored with acetone to buffer the reaction. Teeth were rinsed in distilled water and allowed to dry. Acid-etching reveals dentinal teeth layering pattern as valleys and ridges (Hohn 1980; Pierce and Kajimura 1980). These layers form groups called Growth Layer Groups (GLGs; Perrin and Myrick 1980). Due to GLGs small size (tooth = 3-4 mm; 0.3 - 0.4 g), teeth were adhered to a microscope slide to observe them. GLGs were counted and photographed using a Fisher Stereomaster II Microscope (30-60x magnification).

Four different readers (with no experience in reading GLGs, including two of the authors) assisted to obtain the age estimate for each dolphin (each tooth was read four times by the same person, thus 164 readings for each person were done for the whole set, totaling 656 readings. Readings were inconsistent at the beginning, but at the end of GLGs counts, estimated ages were accepted by consensus). The following guidelines were used for estimating age: A GLG consists of one valley and one prominent ridge. Accessory layers found within each GLG appear as less prominent ridges. The pulp cavity size gets smaller as the individual gets older and subsequent GLGs get thinner; thus, it becomes more difficult to age older animals (Hohn 1990).

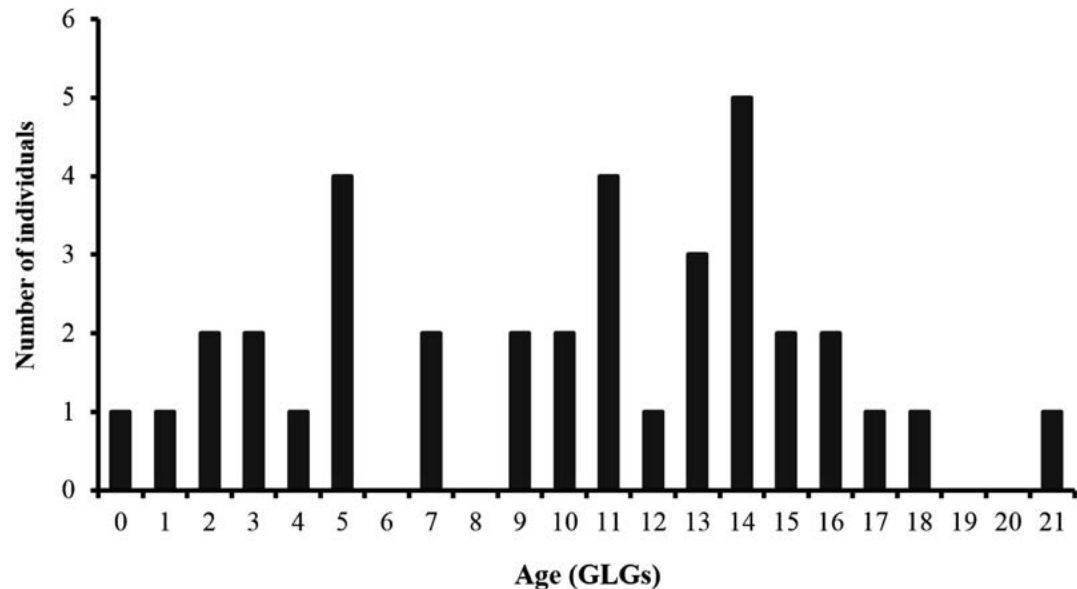
Growth layer deposition in common dolphins (*D. delphis*) occurs annually (Gurevich *et al.* 1980; Hohn 1990) therefore we assumed that in long-beaked common dolphin *D. capensis*, one GLG also will be formed each year.

Dolphin age categories were defined as follows: nursing calves (recently born to 18 months or 1.5 years), juveniles (2-7 years, according to Reddy *et al.* (1991) for *T. truncatus*), subadults (7-12 years of age, according to Perrin and Reilly (1984) for *D. delphis*), and adults (12 years of age or more). Individuals which their body standard length was measured and their skull was collected by Vidal and Gallo-Reynoso (1996, 2012) in the mass stranding of January 1995, were used to estimate age categories for this study; these specimens were categorized as a new born male calf (ITESM-CIAD-950225), a juvenile female (ITESM-CIAD-950128-4), a subadult male (ITESM-CIAD-950331-3), an adult female (ITESM-CIAD-950331-2), and an adult male (ITESM-CIAD-950331-1). Other individuals on the sample have documented measurements in the field and were available on the collection vouchers; therefore we used that data to establish a regression between age and standard length. To investigate the age-length relationship on this species a regression between age and standard length was performed.

Of the 41 dolphins, only 15 individuals were measured and sexed in the field (6 calves, 6 subadults and 3 adults) and able to be used in the age-length relationship; the other dolphins on the sample ( $n = 26$ ) were collected as carcasses on the beach and were not used for this age-length relationship. Cause of death was determined by the markings on the stranded dolphin bodies and registered on the collection vouchers.

## Results

***Delphinus capensis* age.** Breakdown of age category estimates were: 17 individuals, 41.5 %, correspond to adults (12-21 GLGs); 10 individuals, 24.4 %, were subadults (7-12 GLGs); 10 individuals, 24.4 %, were juveniles (2-7 GLGs); and 4 individuals, 9.7 %, were nursing calves (<1 GLG) (Fig. 2 and 3). Larger dolphins were found to be the older ones: the longest male (264.7 cm) was 21 year old and longest female (252.4 cm) was 18 year old (Table 1).



**Figure 2.** Age estimates for stranded *Delphinus capensis* from Sonora, México. GLGs = Growth Layer Groups. Note two individuals from Baja California (<1 GLG, 5 GLG;  $n=41$ ).

***Relationship between age and total length.*** The estimated ages of individuals whose skull were collected in the mass stranding of January 1995 (Vidal and Gallo-Reynoso 1996, 2012), which were used to estimate age categories for this study were confirmed as: A 0 year (yr.) old male calf (ITESM-CIAD-950225), a 5 yr. old juvenile female (ITESM-CIAD-950128-4), a 10 yr. old subadult male (ITESM-CIAD-950331-3), an 18 yr. old adult female (ITESM-CIAD-950331-2), and a 21 yr. old adult male (ITESM-CIAD-950331-1). Independent of the sex of common dolphins, the obtained regression was significant with an  $r^2 = 0.7068$ ,  $P < 0.001$  ( $\text{Age} = 5.7736^{E-008} (\text{Length})^{3.5189}$ ; Fig. 4).

***Cause of death.*** Cause of death for 15 dolphins (36.6%) that were collected as dry carcasses on different beaches is unknown. Other five dolphins (12.2%) were collected in the Upper Gulf of California, from a mass mortality and probably died in a suspected Domoic acid poisoning that caused massive die-offs and strandings at the end of 1994 and the beginning of 1995 (Vidal and Gallo-Reynoso 1996), and was repeated in a minor scale in 2004 in the Upper Gulf of California (Gallo-Reynoso *et al.* 2004). A total of 21 dolphins (51.2%) of all ages died in fisheries related incidents, 19 of them in gillnet, representing a major threat for long-beaked common dolphins in the Gulf of California; one died incidentally in the trawl net of a shrimp boat, and the other was killed in a sardine fishing operation.

Individual	Collection code	Year of collection	Age	Age Category	Geographic area	Sex	Size (cm)
1	ITESM-811208	1981	3	Juvenile	B	M	203.8
2	ITESM-820000-1	1982	9	Subadult	B	ND	200*
3	ITESM-840429-2	1984	11	Subadult	C	ND	210*
4	ITESM-840429-4	1984	11	Subadult	C	M	213
5	ITESM-840429-5	1984	14	Adult	C	ND	230*
6	ITESM-840429-6	1984	4	Juvenile	C	F	175*
7	ITESM-840429-7	1984	13	Adult	C	F	215
8	ITESM-840429-8	1984	14+1	Adult	C	F	240*
9	ITESM-840429-9	1984	15	Adult	C	ND	240*
10	ITESM-840429-10	1984	14	Adult	C	ND	230*
11	ITESM-840429-11	1984	15	Adult	C	ND	240*
12	ITESM-840429-12	1984	5	Juvenile	C	ND	180*
13	ITESM-841100	1984	13	Adult	B	ND	220*
14	SN1	1985	16	Adult	B	ND	247*
15	SN5	1985	11	Subadult	B	ND	210*
16	ITESM-850502-2	1985	17	Adult	B	ND	250*
17	ITESM-860320	1986	3	Juvenile	B	F	187
18	ITESM-860428-1	1986	5	Juvenile	A	ND	180*
19	ITESM-860428-4	1986	2	Calf Nursing	A	ND	160*
20	ITESM-860429-2	1986	11	Subadult	A	ND	210*
21	ITESM-860429-3	1986	9	Subadult	A	ND	200*
22	ITESM-860429-4	1986	10	Subadult	A	ND	208*
23	ITESM-860429-5	1986	12+1	Adult	A	ND	230*
24	ITESM-860510	1986	1	Calf Nursing	B	M	164.5
25	ITESM-860529	1986	16	Adult	B	ND	247*
26	ITESM-880120	1988	12	Adult	B	ND	225*
27	ITESM-880426	1988	3+1	Juvenile	B	M	201
28	ITESM-900223-2	1990	7	Subadult	D	ND	168.5
29	ITESM-900223-3	1990	13	Adult	D	M	212.7
30	ITESM-900223-8	1990	12	Subadult	D	ND	258
31	ITESM-900223-10	1990	14	Adult	D	M	227
32	ITESM-900223-11	1990	9	Subadult	D	ND	180
33	ITESM-900326	1990	6+1	Juvenile	ND	ND	196*
34	ITESM-940128	1994	5	Juvenile	B	M	180*
35	ITESM-941207	1994	7	Juvenile	B	F	196*
36	ITESM-950128-4	1995	5	Juvenile	E	F	180*
37	ITESM-950225	1995	0	Calf Nursing	E	M	163
38	ITESM-950319	1995	2	Calf Nursing	A	M	170
39	ITESM-950321-3	1995	10	Subadult	B	M	208*
40	ITESM-950331-1	1995	21	Adult	A	M	264.7
41	ITESM-950331-2	1995	18	Adult	A	F	252.4

**Table 1.** Age categories were estimated by dentinal growth layer groups (GLGs) on common dolphin, *D. capensis* specimens collected in the Gulf of California.

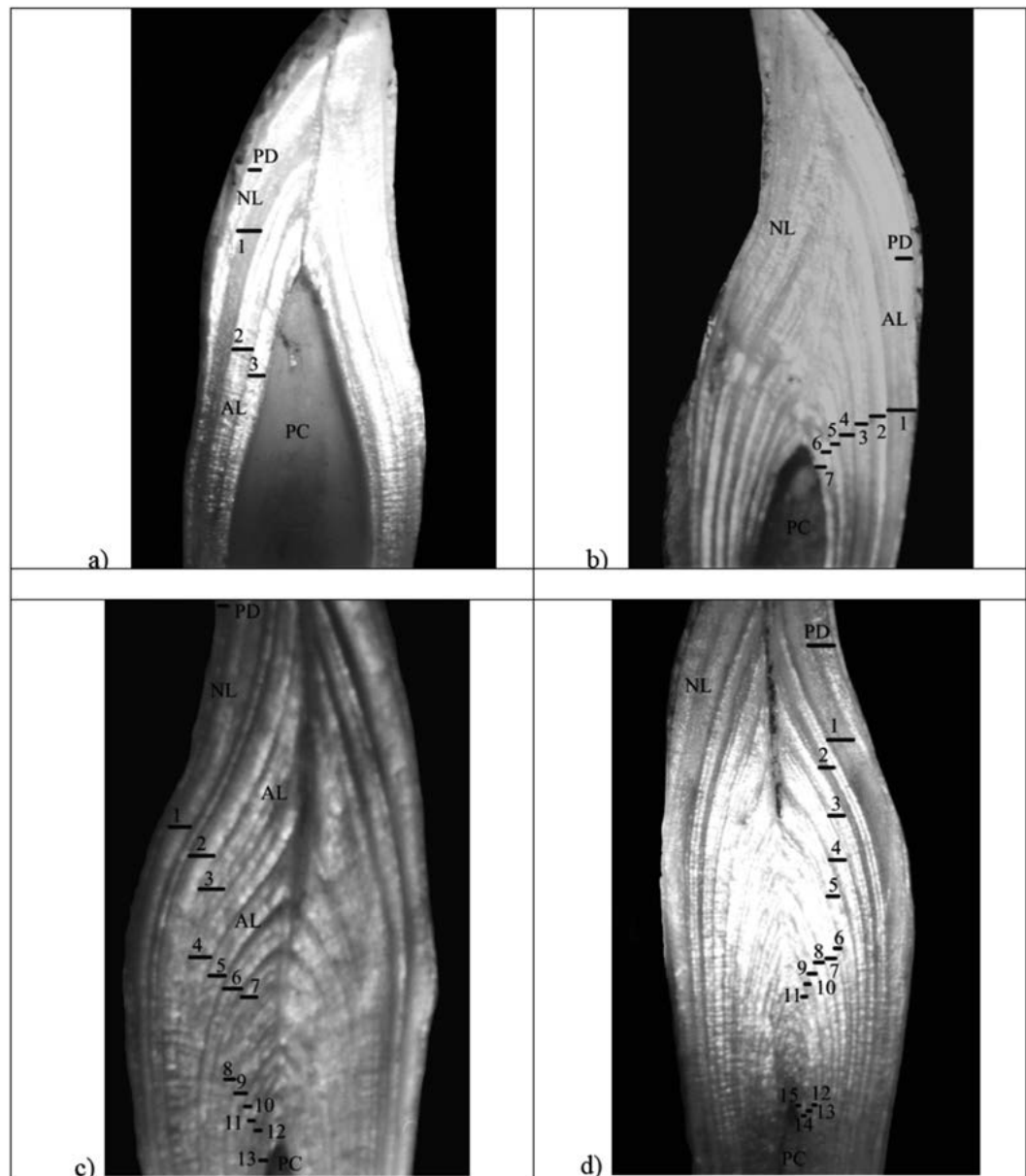
Abbreviations: M = male, F = female, ND = not determined or no data available, SN = no code number available at the collection, and area of collection: A = Golfo de Santa Clara, B = Guaymas, C = Ciudad Obregón, D = Tastiota, E = Baja California.

\*Calculated length of estimated age common dolphins ( $\pm 1$  SD).

## Discussion

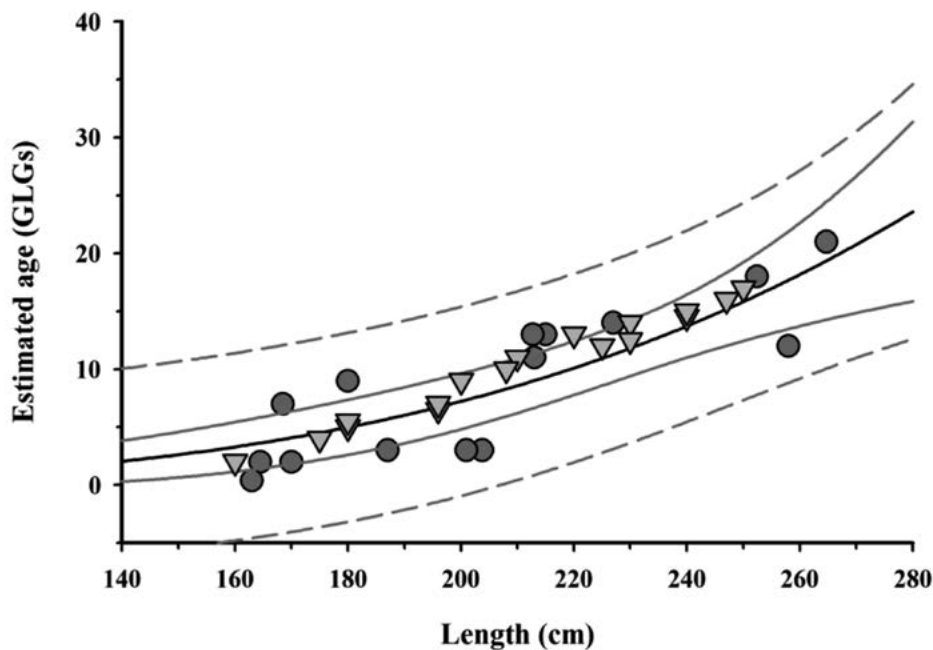
Age at weaning and age at sexual maturity have not been determined for long-beaked common dolphins in the Gulf of California. The age categorization (calf, juvenile, and adult) that we used here were obtained from previous short-beaked common dolphin, *D. delphis*, studies in captivity, stranded individuals from Southern California-Baja California, and tuna-seine operation incidental captures on the Eastern North Pacific, and Eastern Tropical Pacific (Hui 1973; Evans 1975; 1994).

**Figure 3.** Dentinal layering observed in the half-etched teeth of long-beaked common dolphins (*Delphinus capensis*); sample of four different individuals from the present study. Each line marks a Growth Layer Group (GLG). PD = prenatal dentine, NL = neonatal line, AL = accessory layer, PC = pulp cavity, inc = incomplete GLG. a) Individual ITESM-CIAD880426: estimated age: 3 + 1 inc GLG, estimated age: 3.8 years old (mid-longitudinal section). b) Individual ITESM-CIAD900326: estimated age: 6 + 1 inc GLG, known age: 6.2 years old (mid-longitudinal section, upper part "off-center"). c) Individual ITESM-CIAD860429-5: estimated age: 12+1 inc GLG. d) Individual ITESM-CIAD840429-8: estimated age: 15 GLG, known age: 14-16 years old (slightly "off-center" section).



Closure of the pulp cavity prevents precise age estimates from dentinal layering of older dolphins, due that GLGs become thinner and thus difficult to read; as such, teeth layering in common dolphins are "deceptive" (A. Hohn per. com. to E. Francisco 1998). Gurevich *et al.* (1980) found pulp cavity closure to occur in *D. delphis* between 10-12 GLGs. This

may explain the high number of individuals that we determined with 11, 13, and 14 GLG counts. Although there were four readers, age estimates may be a little biased. Relevant information such as sex, length, and other stranding records were not available for the majority of individuals in this study (sex for 23 individuals; length for 26 individuals); 10 specimens were found as bleached, partial skeleton and /or complete skull (including mandibles and tympanic bullae). Only 15 individuals of the sample presented information on sex and length. This lack of information prevented obtaining a better set of data for the age – length relationships.



**Figure 4.** Age - length relationships for *Delphinus capensis* ( $n = 15$  solid circles), although the small sample size the regression is significant ( $y = 5.7736^{E-008} (X)^{3.5189}$ ;  $r^2 = 0.7068$ ,  $P < 0.0001$ ), the estimated age of the other stranded long-beaked common dolphins in the sample were plotted (inverted triangles), showing that their estimated age/length fall within the 95% confidence band (solid line) and well within the 95% prediction band (dashed line); therefore the relationship between age/length is suitable to determine the probable age at certain length and vice versa.

We imply that long-beaked dolphins and common dolphins are ecological equivalents, their distribution seasonally overlap in the Southern and Central Gulf of California and in the Pacific coast of Baja California. They may have similar growth rates and dentinal deposition which are not yet known in the long-beaked common dolphins, even though long-beaked common dolphins present larger sizes, *i. e.* an 18 year old female of 252.4 cm (Vidal and Gallo-Reynoso 1996, 2012) compared to a short-beaked female of 25 year old from the eastern north Pacific with a length of 197.2 cm (Chivers and Danil 2007). This difference in size might contradict that both species are ecological equivalents. A study of age at weaning and at sexual maturity in long-beaked common dolphins from the Gulf of California is highly desirable.

New studies might find that age estimates can provide insights into fishery effects on *D. capensis* in the Gulf of California; small pelagic fisheries are a potential source of environmental depletion of seabird, marine mammals and fishes' food in the Gulf of California (Velarde *et al.* 2004), and a probable cause of long-beaked common dolphin deaths in the Gulf of California (Gallo-Reynoso 2003). Would there be a change in age composition of long-beaked common dolphin populations due to an indirect effect of fisheries? Our small sample size results do not accurately describe *D. capensis* mortality due to fisheries in the Gulf of California.



Future studies would also clarify the degree of vulnerability of long-beaked common dolphins to toxic algae that accumulate in small pelagic fishes and seems to have produced mass strandings in the Upper Gulf (Gallo-Reynoso *et al.* 2004; Sierra-Beltrán *et al.* 2005). It is important to note that assisted dolphins by volunteers during this mass stranding survived the effects of poisoning and where returned to the sea; of 78 individuals stranded only 28 died (Bryant 2004). The effects of biomagnification of man-made toxins used for agriculture, on long-beaked common dolphins in the environment, due to the ingestion of small pelagic fishes that accumulates these toxins has only been monitored for DDT and its metabolites (Gallo-Reynoso *et al.* 2014), their probable contamination with other long term toxic compounds (*i. e.* PCBs) should be evaluated and monitored.

## Acknowledgments

We thank the MIRT-UCSC-CIAD grant to E. O. Francisco (1998-2000), and to the project that allowed us to obtain and process the teeth extracted from long beaked common dolphins of the vertebrate collection of ITESM-CIAD Guaymas. We thank A. A. Hohn for her guidance and thoughtful comments in the various stages of the project. We thank D. Ibarra and J. Égido that helped reading the GLG's. We are also indebted to three anonymous reviewers which suggestions greatly improved the manuscript.

## Literature cited

- ÁLVAREZ-BORREGO, S. 1983. Gulf of California. Pp. 427-446 in *Ecosystems of the World*. (Ketchum, B. H. ed.). Elsevier Scientific. New York, USA.
- BRYANT, E. H. 2004. Dolphin rescue, Bahía San Jorge. *CEDO News - Noticias del CEDO* 10:24-27.
- CHIVERS, S. J., AND K. DANIL. 2007. Growth and reproduction of female short-beaked common dolphins, *Delphinus delphis*, in the eastern tropical Pacific. *Canadian Journal of Zoology* 85:108-121.
- ÉGIDO-VILLARREAL, J. 1989. Algunos aspectos biológicos de dos grupos de calderones (*Globicephala macrorhynchus* Gray, 1846) (Cetacea: Delphinidae) varados en costas Mexicanas. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- EVANS, W. E. 1975. Distribution, differentiation of populations, and other aspects of the natural history of *Delphinus delphis* Linnaeus in the northeastern Pacific. Ph.D. Thesis. University of California Los Angeles. Los Angeles, USA.
- EVANS, W. E. 1994. Common dolphin, White-bellied porpoise *Delphinus delphis* Linnaeus, 1758. Vol. 4. Pp. 191-224 in *Handbook of Marine Mammals* (Ridgway, S. H., and R. J. Harrison eds.). Academic Press. London, United Kingdom.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1990. The Gulf of California common dolphin. *Whale watcher Journal of the American Cetacean Society* 24:7-8.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1991. Group behavior of common dolphins (*Delphinus delphis*) during prey capture. *Anales Instituto de Biología, Serie Zoología* 62:253-262.
- GALLO-REYNOSO, J. P. 1998. Distribución y movimientos estacionales del delfín común, *Delphinus capensis*, en el Golfo de California. Abstract in: XXIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Playa del Carmen, Quintana Roo. Abril 20 a 24. Available at: jpgallo@ciad.mx

- GALLO-REYNOSO, J. P. 2003.** Mortandad de mamíferos marinos en el área de Guaymas debido a la interacción con las pesquerías. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Unidad Guaymas. Unpublished document, available at: jpgallo@ciad.mx
- GALLO-REYNOSO, J. P., AND B. ALESSIO. 1989.** Ecology of the common dolphin, *Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758), in the Gulf of California . Abstract in: Eighth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Pacific Grove, California. December 7-11. Available at: jpgallo@ciad.mx
- GALLO-REYNOSO, J. P., J. ÉGIDO-VILLARREAL, A. SIERRA-BELTRÁN, M. P. BLANCO-PARRA AND C. A. NIÑO-TORRES. 2004.** Possible causes of the stranding of long-beaked common dolphins (*Delphinus capensis*) in the Gulf of California. CEDO News - Noticias del CEDO 10:28-29.
- GALLO-REYNOSO, J. P., T. B. MALEK, J. GARCÍA-HERNÁNDEZ, L. VÁZQUEZ-MORENO AND I. SEGURA-GARCÍA. 2014.** Concentrations of DDE in blubber biopsies of free-ranging long-beaked common dolphin (*Delphinus capensis*) in the Gulf of California. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology (In press).
- GUREVICH, V. S., B. S. STEWART, AND L. H. CORNELL. 1980.** The use of tetracycline in age determination of common dolphins, *Delphinus delphis*. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 3):165-170.
- HOHN, A. A. 1980.** Analysis of growth layers in the teeth of *Tursiops truncatus* using light microscopy, microradiography, and SEM. Reports of the international whaling commission (Special Issue 3):155-160.
- HOHN, A. A. 1990.** Reading between the lines: Analysis of age estimation in dolphins. Pp. 575-585 in The bottlenose dolphin (Leatherwood, S., and R. R. Reeves, eds.) Academic Press. New York, USA.
- HOHN, A. A., M. D. SCOTT, R. S. WELLS, J. C. SWEENEY, AND A. B. IRVINE. 1989.** Growth layers from known-age, free-ranging bottlenose dolphins. Marine Mammal Science 5:315-342.
- KASUYA, T., AND S. MATSUI. 1984.** Age determination and growth of the short-finned pilot whale off the Pacific coast of Japan. Scientific reports of the whales research institute 35:57-91.
- KIMURA, M. 1980.** Variability in techniques of counting dentinal growth layer groups in a tooth of a known-age dolphin, *Tursiops truncatus*. Reports of the international whaling commission (Special Issue 3):161-163.
- MYRICK, A. C. 1980.** Some approaches to calibration of age in odontocetes using layered hard tissues. Reports of the international whaling commission (Special Issue 3):95-97.
- MYRICK, A. C. 1991.** Some new and potential use of dental layers in studying delphinid populations. Pp 251-279. in Dolphin societies, discoveries and puzzles (Pryor, K. and K. S. Norris. Eds.). University of California Press. Berkeley, USA.
- NIÑO-TORRES, C. A., J. P. GALLO-REYNOSO, F. GALVÁN-MAGAÑA, E. ESCOBAR-BRIONES, AND S. A. MACKO. 2006.** Isotopic analysis of  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{34}\text{S}$  "a feeding tale" in teeth of the longbeaked common dolphin, *Delphinus capensis*. Marine Mammal Science

22:831-846.

- PERRIN, W. F., AND S. B. REILLY. 1984.** Reproductive parameters of dolphins and small whales of the family Delphinidae. Pp 97–134 in *Reproduction in whales, dolphins and porpoises*. (Perrin, W.F., R. L. Brownell, and D. P. DeMaster. eds.). Reports of the international whaling commission (Special Issue 6).
- PIERCE, K., AND H. KAJIMURA. 1980.** Acid etching and highlighting for defining growth layers in cetacean teeth. Reports of the international whaling commission (Special Issue 3):99-103.
- PINEDO, M. C., AND A. A. HOHN. 2000.** Growth layer patterns in teeth from the Franciscana, *Pontoporia blainvillei*: Developing a model for precision in age estimation. *Marine Mammal Science* 16:1-27.
- REDDY, M., T. KAMOLNICK, D. SKAAR, C. CURRY, AND S. RIDGWAY. 1991.** Bottlenose dolphins: Energy consumption during pregnancy, lactation and growth. Proceedings of Annual Conference of International Marine Animal Trainer Association. Available at: <http://www.nosc.mil/sti/publications/reprints/marinemammals/>.
- SCHEFFER, V. S., AND A. C. MYRICK. 1980.** A review of studies to 1970 of growth layers in the teeth of marine mammals. Reports of the international whaling commission (Special Issue 3):51-63.
- SIERRA-BELTRÁN, A. P., R. CORTÉS-ALTAMIRANO, J. P. GALLO-REYNOSO, S. LICEA-DURÁN, AND J. ÉGIDO-VILLARREAL. 2005.** Is *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* toxin the principal cause of sardines, dolphins, sea lions and pelicans mortality in 2004 in Mexico? *Harmful Algae News*. The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO 29:6-8.
- SILBER, G. K., M. W. NEWCOMER, P. C. SILBER, H. PÉREZ-CORTÉS, AND G. M. ELLIS. 1994.** Cetaceans of the northern Gulf of California: distribution, occurrence and relative abundance. *Marine Mammal Science* 10:283–298.
- TOVAR-AGUILAR, F. 1989.** Contribución al conocimiento del desarrollo ontogénico del cráneo del lobo marino macho de California (*Zalophus californianus californianus*, Lesson 1828) (Pinnipedia: Otariidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- VELARDE, E., E. EZCURRA, M. A. CISNEROS-MATA, AND M. F. LAVÍN. 2004.** Seabird ecology, El Niño anomalies, and prediction of sardine fisheries in the Gulf of California. *Ecological Applications* 14:607–615.
- VIDAL, O., L. T. FINDLEY, AND S. LEATHERWOOD. 1993.** Annotated checklist of marine mammals of the Gulf of California. Proceedings of the San Diego Society of Natural History 28:1-16.
- VIDAL, O., AND J. P. GALLO-REYNOSO. 1996.** Die-offs of marine mammals and sea birds in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science* 12:627-635.
- VIDAL, O., AND J. P. GALLO-REYNOSO. 2012.** Composition by sex and size of long-beaked common dolphin (*Delphinus capensis*) from a die-off in the Gulf of California, México. *Marine Biodiversity Records* doi:10.1017/S17552672120003956; 5:1-3; e82; 2012 Published online.

---

*Sometido: 29 de marzo de 2014*  
*Revisado: 16 de junio de 2014*  
*Aceptado: 24 de agosto de 2014*  
*Editor asociado: Guillermo D'Elia*  
*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

# Análisis de los trabajos presentados en los Congresos Nacionales organizados por la Asociación Mexicana de Mastozoología (AMMAC)

Miguel Briones-Salas<sup>1\*</sup>, Dagoberto Ramos y Yadira Santiago

**Introduction:** The Asociación Mexicana de Mastozoología was established in 1984 at Mexico City, with four objectives: 1) to study and propose solutions to problems and policies of management and conservation of mammals in Mexico; 2) to gather people interested in mammals in Mexico; 3) to promote and organize the interaction between people and groups interested in mammalogy, and 4) to spread and stimulate activities referred to mammalogy through meetings and assemblies, develop curricula and research and organize conferences and congresses about mammalogy. The National Congress of Mammalogy has become the most important academic forum where the progress in analyzed in the nationwide investigation of mammals, held every two years in different locations of the country; brings together about 600 people from different academic levels. It is an event whose purpose is the presentation of papers and discussion. During their activities exchanging ideas and finding solutions to the various problems faced by Mexican mammals. We reviewed and analyzed the content of oral and poster presentations of eleven Mammalogy National Congress organized by the Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. (AMMAC) from 1991 to 2012.

**Methodology:** We reviewed the printed and digital memories of the 11 national conferences held in Mexico mammalogy, from the year 1991 to 2012. Oral and poster presentations for terrestrial, flyers and marine mammals were considered. We organized a database with the content of presentations. We arranged the data base by 11 principal topics and 68 specific topics, as well as other categories including: taxonomic group, states represented and by national and foreign institutions represented in each meeting.

**Results:** A total of 2,527 oral presentations and posters were registered. The number of presentations since 1991 to 2012 has been increasing over time. The meeting with the higher number presentation was the X NCM organized at the state of Guanajuato in 2010 (476 presentations); following by the XI NCM meeting in the state of Veracruz 2012 (430 presentations). The topics with higher number of studies were ecology 32 % ( $n = 795$ ) and conservation 14 % ( $n = 356$ ), while the least topic included in presentations was physiology 3 % ( $n = 84$ ) and others 1 % ( $n = 30$ ). The state of Oaxaca has been mentioned and studied in 10 % ( $n = 212$ ) of the presentations, while the state of Zacatecas has been the less mentioned .5 % ( $n = 11$ ) in meeting presentations. The most studied taxa are: Order Carnivora 25 % ( $n = 657$ ), Family Muridae 48 % ( $n = 346$ ), Genus *Peromyscus* 6 % ( $n = 233$ ) and Specie: *Odocoileus virginianus* 4 % ( $n = 170$ ). Species in the order Erinaceomorpha were not mentioned at any of the meetings.

**Discussion and conclusions:** Mammalogy in Mexico has developed significantly in recent years and especially since the founding of the Asociación Mexicana de Mastozoología. It is demonstrated by the number of works that have been increasing in relation with time. Our revision aims to contribute to guide the future generation of Mexican mammalogists to focus on different regions of Mexico, topics, and taxa for which there is great concern in their study.

**Key words:** Conferences, conservation, events, history, mammals.

<sup>1</sup>Laboratorio de Vertebrados Terrestres (Mastozoología), Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAX.), IPN. Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca 71230, México. mbriones@ipn.mx (MB-S), dmendez\_11@hotmail.com (DR), honguiyayalandia\_12@hotmail.com (YS)

\*Corresponding author

## Resumen

Se presenta un análisis de los trabajos presentados en 11 congresos nacionales de mastozoología (CNM) organizados por la Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. (AMMAC), realizados desde 1991 hasta 2012. Los trabajos se organizaron en una base de datos y se agruparon en 11 temas principales y 68 subtemas específicos, grupos taxonómicos, entidades federativas más estudiadas e instituciones nacionales y extranjeras. Se registró un total de 2,527 trabajos, 1,596 en la modalidad de presentación oral y 931 en la modalidad de cartel. El número de trabajos presentados se ha incrementado notablemente a lo largo del tiempo. Los congresos en donde se ha presentado la mayor cantidad de estos son: el X CNM (Guanajuato, 2010) con 476 y el XI CNM (Veracruz, 2012) con 430. Los temas más trabajados fueron sobre ecología 32 % ( $n = 795$ ) y conservación 14 % ( $n = 356$ ), mientras que los menos presentados fueron de fisiología 3 % ( $n = 84$ ). El estado de Oaxaca ha sido el más estudiado 10 % ( $n = 212$ ) mientras que el de Zacatecas ha sido el menos estudiado 0.5% ( $n = 11$ ). Los grupos taxonómicos más estudiados de acuerdo a cada categoría han sido: el orden Carnivora 25 % ( $n = 657$ ), la familia Muridae 48 % ( $n = 346$ ), el género *Peromyscus* 6 % ( $n = 233$ ) y la especie *Odocoileus virginianus* 4 % ( $n = 170$ ). Destaca la ausencia de estudios sobre el orden Erinaceomorpha. Estos resultados proponen la necesidad de reorientar los estudios en ciertas entidades del país y con temas y grupos taxonómicos poco tratados.

**Palabras clave:** conferencias, conservación, eventos, historia, mamíferos.

## Introducción

La Asociación Mexicana de Mastozoología (AMMAC), fue fundada en la ciudad de México en marzo de 1984, con cuatro objetivos principales: 1) Estudiar y proponer soluciones conjuntas a problemas y políticas de manejo y conservación de los recursos naturales en México, particularmente de los mamíferos; 2) Reunir a las personas interesadas en mamíferos en México; 3) Promover y organizar la interacción entre personas y grupos interesados en la mastozoología en México; y 4) Difundir y estimular las actividades relacionadas con la mastozoología en México a través de reuniones y asambleas, formular programas de estudio e investigación y organizar conferencias sobre mastozoología.

Desde la fundación de la AMMAC, se han cumplido con el desarrollo de reuniones y conferencias académicas a través de Congresos Nacionales de Mastozoología (CNM). Actualmente, los CNM organizados por la AMMAC tienen como objetivos: a) promover el intercambio de información, ideas y experiencias entre los mastozoólogos profesionistas, estudiantes e interesados en los mamíferos silvestres de México, b) discutir la problemática, y c) proponer alternativas en torno a las necesidades de investigación, conservación y usos sustentables de la mastofauna nacional.

El CNM se ha convertido en el foro académico más importante que permite conocer los últimos avances en la investigación mastozoológica a nivel nacional, se celebra cada dos años en diferentes sedes del país; actualmente agrupa alrededor de 600 personas, principalmente profesionistas y estudiantes de diferentes niveles académicos. Es

un evento cuya finalidad es la presentación de trabajos y su discusión. Durante sus actividades se favorece el intercambio de ideas, así como la búsqueda de soluciones a los múltiples y diversos problemas que enfrentan los mamíferos mexicanos.

Durante el CNM se mantiene la estructura con presentaciones orales y en cartel, tanto de investigadores como de estudiantes; además de conferencias magistrales presentadas por expertos en las diferentes áreas de la mastozoología, simposios anexos, talleres pre y post congreso, reuniones concurrentes y eventos culturales.

La mastozoología es una ciencia que se ha desarrollado fuertemente durante los últimos 30 años en nuestro país. Destaca el gran número de estudiantes interesados en esa rama del conocimiento científico y el crecimiento de publicaciones por profesionistas mexicanos (Guevara-Chumacero *et al.* 2001).

La presentación de trabajos de investigación en reuniones académicas (simposios y congresos, principalmente), son de alguna manera un termómetro que indica la directriz de la investigación sobre algún tema o grupo a tratar y son después de las publicaciones un importante medio que indica el camino y desarrollo que se sigue sobre ese tema o grupo a tratar. Guevara-Chumacero *et al.* (2001), con base en la literatura publicada (revistas científicas, la serie Mammalian Species, capítulos de libros y libros), analizan detalladamente la historia de la mastozoología en México durante 105 años (1890-1995). Entre los resultados destacan a Veracruz como la entidad federativa más estudiada, el 79 % de los trabajos publicados fueron desarrollados principalmente por autores extranjeros y en revistas extranjeras, mientras que los temas más abordados fueron taxonomía y filogenia.

Actualmente no se ha realizado un análisis detallado de los trabajos presentados en los congresos nacionales organizados por la AMMAC. Cada evento por separado ofrece al final un resumen como parte de la información generada durante el congreso pero no lo hace comparativo, ni analiza el grado de avance en el conocimiento de este grupo de animales. Por esta razón, el presente trabajo organiza los estudios presentados durante 11 congresos nacionales de mastozoología desarrollados por la AMMAC, con el fin de analizar las tendencias y desarrollo del conocimiento de la mastozoología en México, considerando los temas tratados, grupos taxonómicos, entidades federativas más estudiadas y la participación de instituciones nacionales y extranjeras. Con este análisis pretendemos orientar a los jóvenes mastozoólogos nacionales a enfocar sus esfuerzos a estudiar los temas, grupos taxonómicos y estados poco abordados en nuestro país.

## Métodos

Se realizó una revisión exhaustiva de las memorias impresas y digitales de los 11 CNM celebrados en México, desde 1991 y hasta 2012. Se consideraron presentaciones orales y de carteles para mamíferos terrestres, voladores y marinos.

La información obtenida en las memorias de los CNM se organizó en una base de datos con la ayuda del programa Access (Microsoft Office 2013 ®). Los campos utilizados fueron: número identificador para cada trabajo relacionado con 11 temas y 69 subtemas (véase Guevara-Chumacero *et al.* 2001). Los temas principales fueron: alimentación, anatomía y morfología, comportamiento, conservación, distribución, ecología, enfermedades y parasitismo, fisiología, reproducción, taxonomía, filogenia y misceláneos (temas no incluidos en los anteriores). Además se consideró el nombre

del expositor o expositores, entidad y la institución de adscripción del autor o autores (nacional y extranjero). La institución se subdividió en al menos tres niveles (Institución, dependencia y subdependencia). La mayor parte de los análisis se realizaron tomando en consideración la categoría de institución (nivel más alto). Además se registró el año y número de congreso, la entidad federativa del país donde se desarrolló el estudio (en el caso de ser varias entidades se contabilizó como un trabajo para cada entidad); la ubicación taxonómica para cada especie incluyendo el orden, familia, género y especie de acuerdo al arreglo taxonómico para mamíferos terrestres de Ramírez-Pulido *et al.* (2005) y de mamíferos terrestres y marinos de Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012). Cabe mencionar que se incluye en esta lista todas las especies citadas en los trabajos presentados, incluyendo las introducidas; así mismo, se utilizó la nomenclatura de Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012), pero en muchos de los casos se respetó la nomenclatura indicada por los autores.

*Análisis de datos.* Se aplicó un logaritmo natural para suavizar los datos al número de trabajos presentados y de instituciones en los 11 congresos analizados, posterior a ello se aplicó una regresión lineal para determinar las tendencias del número de trabajos en el tiempo, con ayuda de los paquetes Excel y Stata V.6.

## Resultados

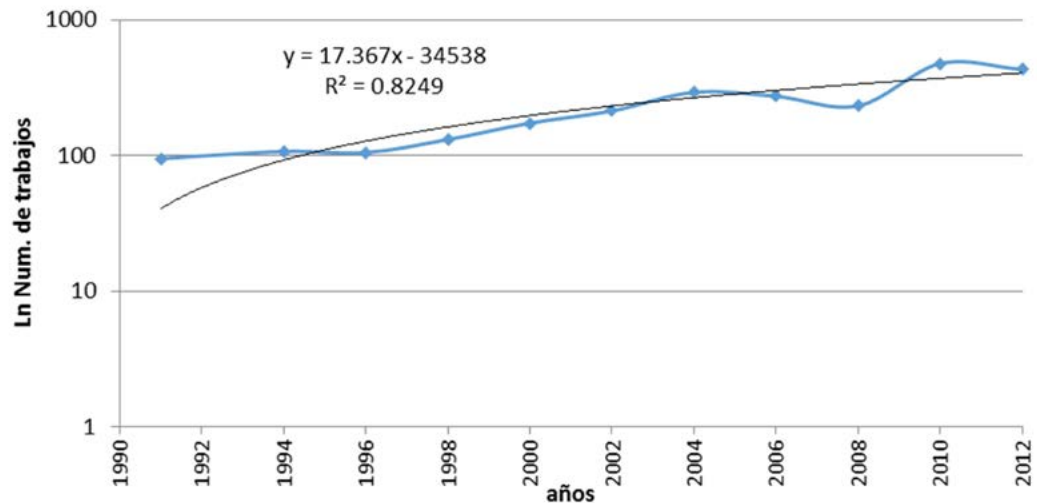
Un total de 2,527 trabajos han sido presentados en 11 CNM durante el periodo 1991 a 2012, durante los primeros 30 años de vida de la AMMAC (1984-2014). De estos, 1,595 corresponden a presentaciones orales y 932 a presentaciones en cartel. El congreso que mayor cantidad de presentaciones ha tenido fue el X CNM celebrado en la ciudad de Guanajuato (2010) con 476 trabajos, mientras que el evento con menor cantidad de presentaciones fue el I CNM celebrado en la ciudad de Xalapa, Veracruz (1991) con 95 trabajos (Tabla 1). A lo largo de 30 años, el número de trabajos presentados se ha incrementado de manera paulatina ( $r^2 = 0.82$ ), aunque se observa un ligero descenso durante los congresos VIII (2006) y IX (2008) para posteriormente llegar a su pico durante el X CNM (2010; Fig. 1).

Congreso	Sede	Año	No. de trabajos	Orales	Cartel
I	Xalapa, Veracruz	1991	95	72	23
II	Guadalajara, Jalisco	1994	107	97	10
III	Cuernavaca, Morelos	1996	105	90	15
IV	Xalapa, Veracruz	1998	131	96	35
V	Mérida, Yucatán	2000	173	102	71
VI	Oaxaca, Oaxaca	2002	213	121	91
VII	San Cristóbal de las Casas, Chiapas	2004	292	175	117
VIII	Zacatecas, Zacatecas	2006	273	181	93
IX	Guadalajara, Jalisco	2008	232	129	102
X	Guanajuato, Guanajuato	2010	476	285	192
XI	Xalapa, Veracruz	2012	430	247	183
	Promedio		230	145	85
	Total		2,527	1,595	932

**Tabla 1.** Relación de trabajos presentados en 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC (1991-2012).



En cuanto a los temas desarrollados para los 11 CNM, el de ecología ha sido el más tratado con 32 % ( $n = 795$ ), seguido de los temas de conservación con 14 % ( $n = 356$ ), y distribución con 14 % ( $n = 351$ ). Los temas menos tratados han sido sobre fisiología con 3 % ( $n = 84$ ) y el de misceláneos (que incluye subtemas como longevidad, histología, orientación y ecolocación, entre otros más), con tan solo 1 % ( $n = 30$ ; Fig. 2). Al realizar un análisis para cada congreso, sobresale el tema de ecología como el más presentado en cada uno de ellos, seguido del tema de conservación en ocho congresos. El tema de enfermedades se presentó en uno (II CNM) y finalmente el de fisiología en uno (IV CNM; Tabla 2).



**Figura 1.** Incremento en el número de trabajos presentados en los 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC (1991-2012).

El estado más citado en trabajos presentados fue Oaxaca, con 10 % ( $n = 212$ ), seguido de Baja California (se incluyen las dos entidades: Baja California y Baja California Sur) con 8 % ( $n = 173$ ), Veracruz con 7 % ( $n = 155$ ), Puebla y Jalisco con 7 % ( $n = 140$ , cada uno) y Chiapas con 6 % ( $n = 126$ ). Los estados con menor cantidad de trabajo fueron Aguascalientes con 0.7 % ( $n = 16$ ), Nayarit y Coahuila con 0.6 % ( $n = 14$ , cada uno), Sinaloa con 0.5 % ( $n = 12$ ) y Zacatecas con 0.5 % ( $n = 11$ ; Fig. 3). En 374 trabajos no se menciona el estado donde se realizó el estudio, y en 42 se cita al país (México) como registro general. Solamente en el XI CNM (2012), se presentaron trabajos de los 32 estados mexicanos; en dos congresos (VIII CNM y X CNM) se presentaron trabajos de 31 estados. Mientras que en el I CNM se presentaron trabajos de 23 estados de la República (Fig. 4). Al realizar un análisis de los trabajos presentados en el congreso inicial (I CNM 1991), un congreso intermedio (VI CNM, 2006) y en el último congreso (XI CNM 2012), se observa que al menos nueve estados (Oaxaca, Veracruz, Jalisco, Puebla, Durango, Hidalgo, Chihuahua, Sonora y México), presentan una tendencia de incremento en el número de trabajos presentados entre el primer y último congreso. Se observa también, que seis estados (Guanajuato, Tabasco, Coahuila, Nayarit, Sinaloa y Zacatecas) fueron mencionados por primera vez en trabajos, presentados en el último congreso (CNM 2012; Fig. 5).

En cuanto a autores, la mayoría son de origen mexicano, 97 % ( $n = 2154$ ) y solo 3 % ( $n = 69$ ) fueron extranjeros. De los autores nacionales, la mayoría pertenece a la Universidad Nacional Autónoma de México 21 % ( $n = 1,604$ ), seguido de la Universidad

Autónoma Metropolitana con 8 % ( $n = 603$ ), el Instituto de Ecología, A. C. con 7 % ( $n = 529$ ), el Instituto Politécnico Nacional con 7 % ( $n = 499$ ) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla con 4 % ( $n = 327$ ). Del total de instituciones participantes, 51 de ellas sólo han presentado dos trabajos y 107 de ellas han presentado solamente un trabajo (Tabla 3).

Dentro de las cinco instituciones con mayor número de trabajos presentados se pueden mencionar algunas de sus dependencias con una gran cantidad de trabajos. Destacan de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM): el Instituto de Biología 31 % ( $n = 481$ ), el Instituto de Ecología 23 % ( $n = 353$ ) y la Facultad de Ciencias 18 % ( $n = 270$ ); de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM): la Unidad Iztapalapa 87 % ( $n = 519$ ), la Unidad Xochimilco 12 % ( $n = 71$ ) y la Unidad Lerma 0.7 % ( $n = 4$ ); del Instituto Politécnico Nacional (IPN): el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca 53 % ( $n = 257$ ), la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 27 % ( $n = 129$ ) y el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango 15 % ( $n = 74$ ); de la Universidad Veracruzana (UV): El Instituto de Investigaciones Biológicas 43 % ( $n = 119$ ), el Instituto de Neuroetología 36 % ( $n = 99$ ) y el Centro de Investigaciones Tropicales 5 % ( $n = 15$ ); finalmente, de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH): el Centro de Investigaciones Biológicas 97 % ( $n = 228$ ).



**Figura 2.** Porcentaje del número de trabajos por tema presentados en los 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC (1991-2012).

Al realizar un regresión lineal entre el número de trabajos presentados por diferentes instituciones nacionales y el tiempo, se observa una correlación positiva ( $r^2 = 0.86$ ); lo que significa que el número de instituciones que presentan trabajos se han ido incrementando conforme ha pasado el tiempo (Fig. 6).

Durante los CNM se han presentado 69 trabajos con datos de mamíferos de 10 países de América. Destacan los trabajos realizados en Estados Unidos con el 29 % ( $n = 20$ ), Colombia 22 % ( $n = 15$ ), Costa Rica y Guatemala con el 13 % ( $n = 9$  cada uno), Ecuador con 6 % ( $n = 4$ ). Entre los países que menos trabajos han presentado son: Brasil, Venezuela y Cuba, 4 % ( $n = 3$  cada uno), Argentina con 3 % ( $n = 2$ ) y Chile con 2 % ( $n = 1$ ).

De acuerdo a los grupos taxonómicos, el orden más citado en trabajos presentados fue Carnivora con 25 % ( $n = 657$ ), seguido de Rodentia con 24 % ( $n = 644$ ), Chiroptera con 19 % ( $n = 514$ ) y Artiodactyla con 12 % ( $n = 319$ ). En un segundo grupo intermedio están los órdenes: Lagomorpha con 6.9% ( $n = 157$ ), Didelphimorphia con 4 % ( $n = 107$ ), Primates con 3 % ( $n = 87$ ), Cingulata con 2 % ( $n = 49$ ), Soricomorpha con 1 % ( $n = 38$ ) y Perissodactyla con 1% ( $n = 30$ ). Finalmente entre los órdenes menos citados están: Pilosa con 0.9 % ( $n = 26$ ), Cetacea con 0.5% ( $n = 15$ ), Sirenia con 0.2% ( $n = 5$ ) y Proboscidea con tan solo 0.04% ( $n = 1$ ; Cuadro 4). Cabe destacar que no se han presentado trabajos del Orden Erinaceomorpha, de acuerdo al arreglo taxonómico propuesto por Ramírez-Pulido *et al.* (2005).

**Tabla 2.** Temas principales presentados en los 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC (1991-2012).

Temas principales	I (1991)	II (1994)	III (1996)	IV (1998)	V (2000)	VI (2002)	VII (2004)	VIII (2006)	IX (2008)	X (2010)	XI (2012)	Total
Alimentación	7	6	11	21	29	19	27	29	19	43	46	257
Anatomía y morfología	6	9	5	5	6	5	8	15	10	12	10	91
Comportamiento	6	3	8	4	13	15	20	14	12	15	29	139
Conservación	16	12	15	22	24	27	37	35	33	82	53	356
Distribución	13	17	13	16	19	22	56	32	32	68	63	351
Ecología	32	37	20	37	45	77	90	93	84	145	135	795
Enfermedades y Parasitismo	1	0	8	6	7	8	8	11	9	19	24	101
Fisiología	2	2	2	0	7	8	9	12	8	28	6	84
Misceláneos	0	0	3	0	5	2	4	1	3	4	8	30
Reproducción	7	6	7	10	6	10	11	7	6	14	10	94
Taxonomía y filogenia	5	15	13	10	12	20	22	24	16	46	46	229
Total												2,527

En cuanto a las familias, las cinco más citadas fueron: Muridae con 12 % ( $n = 346$ ), Phyllostomidae con 10 % ( $n = 302$ ), Felidae con 10 % ( $n = 286$ ), Cervidae con 7 % ( $n = 214$ ) y Canidae con 7 % ( $n = 209$ ). Mientras que las 12 menos citadas fueron: Callitrichidae, Capromyidae, Dasyproctidae, Elephantidae, Equidae, Glyptodontidae, Gomphotheriidae, Hipposideridae, Hominidae, Megatheriidae, Phocoenidae y Rhinolophidae, citadas en solo un trabajo (0.03 %, cada una).

Del total de géneros (202) que habitan territorio Mexicano (Ceballos y Arroyo-Cabrales 2012), la mayoría de estos (197) se han presentado en al menos un trabajo en alguno de los 11 CNM. Destacan por haberse registrado en una gran cantidad de trabajos: *Peromyscus* con 6 % ( $n = 233$ ), *Odocoileus* con 5 % ( $n = 192$ ), *Canis* con 4 % ( $n = 145$ ), *Panthera* con 3 % ( $n = 122$ ), *Puma* con 2 % ( $n = 97$ ), *Artibeus* y *Urocyon* con 2 % cada uno ( $n = 93$ ); por otro lado, 46 géneros se registraron en solo un trabajo (0.03 % para cada uno).

Finalmente, para las especies, se registraron 449 en al menos un trabajo (Apéndice 1), estas incluyen las especies nativas de México. Entre las más estudiadas (> 50 trabajos) se encuentran 12 especies: *Odocoileus virginianus* con 4 % ( $n = 170$ ), *Panthera onca* con 3

% ( $n = 122$ ), *Canis latrans* con 3 % ( $n = 109$ ), *Puma concolor* con 2 % ( $n = 95$ ), *Urocyon cinereoargenteus* con 2 % ( $n = 94$ ), *Artibeus jamaicensis* con 2 % ( $n = 72$ ), *Leptonycteris curasoae* con 2 % ( $n = 69$ ), *Pecari tajacu* con 2 % ( $n = 62$ ), *Nasua narica* con 2 % ( $n = 60$ ), *Bassariscus astutus* 1 % ( $n = 58$ ), *Lynx rufus* con 1 % ( $n = 58$ ) y *Lontra longicaudis* con 1 % ( $n = 57$ ). En un grupo intermedio (entre 10 y 49 trabajos), se registraron 98 especies y en el grupo con el menor número de trabajos ( $< 10$ ), están 339 especies; destacan 155 especies citadas en tan sólo un trabajo.

## Discusión

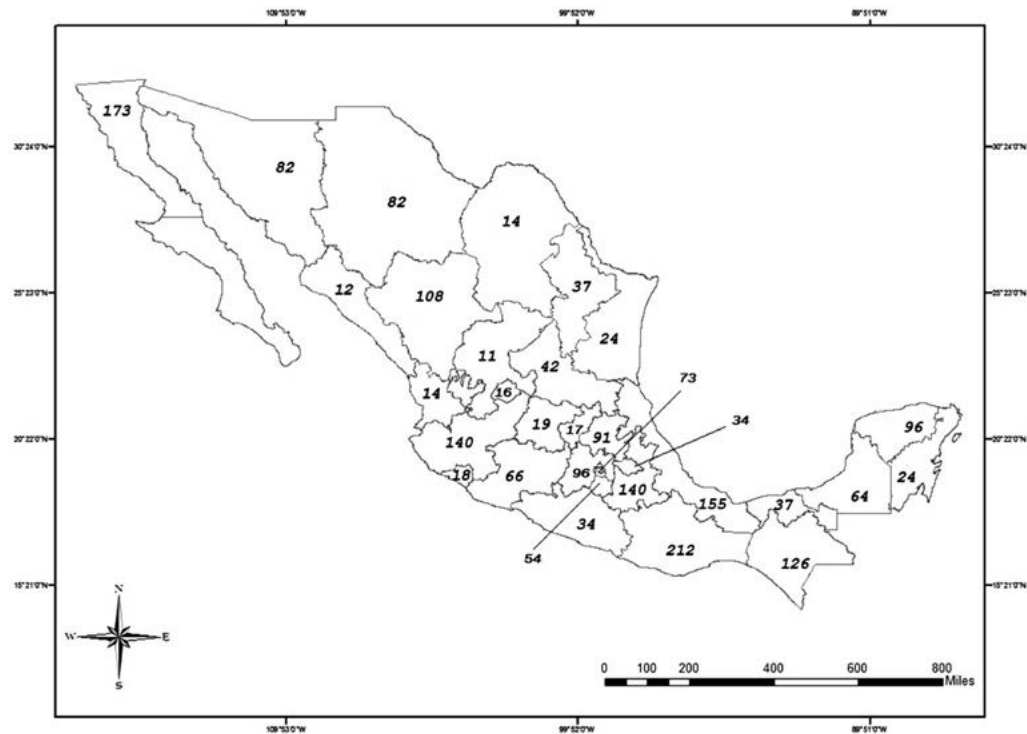
La mastozoología en México se ha desarrollado de manera importante en los últimos años y mayormente desde la fundación de la AMMAC. Al inicio de la Asociación fueron pocos los jóvenes interesados en esta rama del saber científico. El 16 de marzo de 1984, 14 personas, estudiantes la mayor parte de ellos, firmaron el acta que estableció formalmente la AMMAC; sin embargo, no solo esas 14 personas estuvieron involucradas, aproximadamente 10 más por compromisos sociales y académicos no pudieron estar presentes (F. Cervantes, com. pers.). De 1984 a 2014, han pasado 30 años de proceso y maduración de la AMMAC, prueba de ello es que se han desarrollado 11 CNM que cumplen varios de los objetivos establecidos originalmente por la AMMAC: reunir a todas las personas interesadas en mamíferos en México, y organizar reuniones y conferencias sobre la mastozoología en México.

La mayor parte de los CNM se han desarrollado en las regiones sur o sureste de México: Xalapa, Veracruz (I, IV y XI CNM); Mérida, Yucatán (X CNM); Oaxaca, Oaxaca (VI CNM), y San Cristóbal de las Casas, Chiapas (VII CNM). En la parte central del país se han celebrado cuatro congresos: Guadalajara, Jalisco (II y IX CNM); Cuernavaca, Morelos (III CNM) y Guanajuato, Guanajuato (X CNM). Y en la parte norte solamente uno, (VIII CNM) en la ciudad de Zacatecas, Zacatecas. En este caso, la mayor parte de las instituciones académicas que se enfocan al estudio de los mamíferos en México se encuentran en la región sur y sureste de México y la mayoría de las propuestas para la realización de los congresos han sido planteadas por instituciones de estas regiones del país.

Desde el I CNM en la ciudad de Xalapa Veracruz, se reunieron personas interesadas en el estudio de los mamíferos silvestres (aproximadamente 200), mientras que en el último congreso (XI CNM) se reunieron cerca de 600 personas. La mayor cantidad se presentó en el X CNM celebrado en la ciudad de Guanajuato, Guanajuato, y esto se dio principalmente porque se efectuó en conjunto con el I Congreso Latinoamericano de Mastozoología organizado por la Red Latinoamericana de Mastozoología (RELAM).

*Incremento en el número de trabajos presentados.* En cuanto a trabajos presentados se observó el mismo patrón, durante el I CNM se presentaron 95 trabajos, a partir de ahí y de manera general el número de trabajos se han ido incrementado con relación al tiempo (Fig. 1), la mayor cantidad de trabajos se presentó durante el X CNM (476), seguramente por el mismo caso arriba mencionado, mientras que en el último (XI CNM) se redujo ligeramente a 430 trabajos. Es evidente que el interés por el conocimiento y conservación de este grupo de animales se incrementa notablemente con el paso del tiempo, principalmente por la asistencia y participación de estudiantes de pre y

postgrado en ciencias biológicas (obs. pers.). Este mismo patrón se ve reflejado en la producción de artículos científicos, ya que en el lapso entre 1980 y 1989 se publicaron 272 artículos y entre 1990 y 1995 se publicaron 187 artículos (Guevara-Chumacero et al. 2001).



**Figura 3.** Número de trabajos desarrollados en cada entidad federativa de México presentados en los 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC (1991-2012)

El incremento del número de trabajos presentados se debe seguramente a la formación de muchos estudiantes en los posgrados nacionales e internacionales. Debemos recordar que los socios fundadores de la AMMAC se encontraban en su mayoría estudiando en el extranjero, y a partir de 1985 regresaron a instalarse en varias instituciones nacionales y formar nuevos profesionistas en el área de la mastozoología (F. Cervantes, com. pers.).

Algunos de ellos son los doctores: Alondra Castro (UAM-Iztapalapa), Livia León (Facultad de Ciencias, UNAM), Rodrigo Medellín (Instituto de Ecología, UNAM), Víctor Sánchez-Cordero (Instituto de Biología, UNAM), Juan Pablo Gallo (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Unidad Guaymas), Héctor Arita (Instituto de Ecología, UNAM), Fernando Cervantes (Instituto de Biología, UNAM) y Gerardo Ceballos (Instituto de Ecología, UNAM), entre otros más. Todos y cada uno de ellos a partir de la década de los 1980's han formado muchos alumnos que hoy en día son investigadores consolidados en diversos centros y universidades del país.

*Temas de los CNM.* En cuanto a los temas tratados, el de ecología es el más citado durante los 11 CNM. Un total de 795 trabajos sobre este tema han sido presentados.

Los subtemas relacionados con ecología como estudio del hábitat de diversas especies, estudios de densidad poblacional y estudios demográficos han sido los que más sobresalen. Esta tendencia hacia los estudios sobre ecología tiene una fuerte relación con la formación de los mastozoólogos mexicanos durante la década de los 1980's, la mayoría de los investigadores anteriormente mencionados realizaron sus posgrados en

temas afines a la ecología y por consiguiente la formación de profesionales es en esta área. Un factor importante que influye en la inclinación por el estudio de la ecología en México es el refuerzo de instituciones como el Instituto de Ecología, A. C. (creado en 1975), y la creación de instituciones dedicadas a esta área como, el Instituto de Ecología de la UNAM (1988), y el Instituto Nacional de Ecología (INE creado en 1992; Bonilla *et al.* 1995; véase: <http://www.ecologia.unam.mx/organizacion/quienes/historia.htm>). En los años de 1990 a 1995 también se presentó un incremento notable en las publicaciones relacionadas al tema de ecología (Guevara-Chumacero *et al.* 2001).

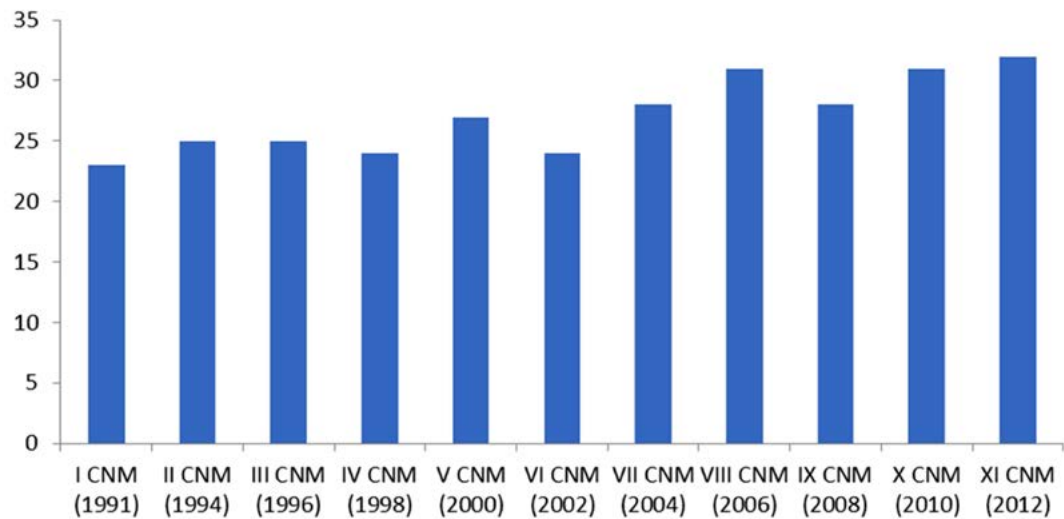
INSTITUCIÓN	N	Porcentaje
Universidad Nacional Autónoma de México	1,604	20.89
Universidad Autónoma Metropolitana	603	7.85
Instituto de Ecología, A. C.	529	6.89
Instituto Politécnico Nacional	499	6.50
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	327	4.26
Universidad Veracruzana	291	3.79
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	254	3.31
Universidad Autónoma de Yucatán	233	3.03
El Colegio de la Frontera Sur	204	2.66
Universidad Autónoma del Estado de México	193	2.51
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	193	2.51
Universidad Autónoma de Baja California	193	2.51
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	172	2.24
Universidad de Guadalajara	154	2.01
Universidad Autónoma de Querétaro	152	1.98
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.	146	1.90
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	125	1.63
Colegio de Postgraduados	113	1.47
Total	5,985	77.94

**Tabla 3.** Número de trabajos presentados por las Instituciones nacionales con mayor número de participaciones en los 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC, (1991-2012). *N* = Número de trabajos.

Otros de los temas más citados en los congresos han sido el de conservación 14 % ( $n = 356$ ) y el de distribución 14 % ( $n = 351$ ). Estos temas van fuertemente ligados al desarrollo del conocimiento y conservación de las especies de mamíferos mexicanos.

Al incrementarse la lista de investigadores establecidos en diversos estados de la República, muchos de ellos iniciaron sus trabajos recopilando la información disponible de los mamíferos de sus entidades. Algunos caso son para Chiapas (Retana y Lorenzo 2002), Oaxaca (Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004), Baja California (Ríos y Álvarez-Castañeda 2002) y Veracruz (Gaona *et al.* 2003), solo por mencionar algunos, además de varios inventarios biológicos regionales y ampliación en la distribución de ciertas especies, muchos de estos trabajos se ven reflejados en los congresos con estudios de zoogeografía 10 % ( $n = 252$ ) y biogeografía en términos generales 3 % ( $n = 81$ ). Sin lugar a dudas, se observó la enorme carencia de información de ciertas especies en cada estado y a partir de ahí surgieron diversos trabajos sobre la conservación a nivel

estatal, principalmente bajo la categoría de estrategias de conservación de las cuáles se han presentado un gran número de trabajos 3 % ( $n = 81$ ), así como trabajos referentes a colecciones científicas 2 % ( $n = 60$ ) y a áreas naturales protegidas 2 % ( $n = 57$ ).



**Figura 4.** Número de estados representados en 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC, durante los últimos 30 años: 1991-2012

*Estados.* La mayor parte de los trabajos presentados se han realizado en siete estados de la República (> 100 trabajos): Oaxaca, Baja California, Veracruz, Puebla, Jalisco y Chiapas. Destacan Oaxaca, Veracruz y Chiapas como los estados más diversos del país en cuanto a mamíferos se refiere (Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004; Lorenzo *et al.* 2008; González 2011). En el caso de Baja California, se incluyen las dos entidades, dado que en muchos de los trabajos no se hacía referencia si pertenecían a Baja California o a Baja California Sur, es por ello que la península es considerada como una sola entidad. Para el caso de Oaxaca, Veracruz y Puebla el número de trabajos se incrementa notablemente en relación al tiempo ( $r^2 = 0.94$ ;  $r^2 = 0.74$  y  $r^2 = 0.88$ , respectivamente), esto posiblemente se deba a que el número de investigadores asociados a instituciones locales se incorporaron a ellas a partir del año de 1996, tal es el caso del estado de Oaxaca, Puebla y Chiapas entre otros más. Además de ello, se incrementa la instalación de centros regionales durante los años 1980's como los Centros Interdisciplinarios de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR'es) del Instituto Politécnico Nacional y diversas subdependencias de la Universidad Veracruzana como el Instituto de Investigaciones Biológicas, el Centro de Investigaciones Tropicales y el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, entre otras más. En Chiapas, es posible que el número de trabajos sea alto debido a que en el estado existen diversas instituciones, como el Instituto de Historia Natural y Ecología, la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, el Instituto Nacional de Salud Pública Tapachula, la Universidad Autónoma de Chiapas y diversas Organizaciones no Gubernamentales (ONG's).

Los estados menos citados en trabajos presentados son del norte-centro del país; para Zacatecas solamente se han presentado 11 trabajos; a pesar que el VIII CNM se realizó en la ciudad de Zacatecas durante el año 2006, solamente se presentaron durante el mismo siete trabajos. Posiblemente, se deba esto a que no existían escuelas de Biología o carreras afines que pudieran formar investigadores interesados en la mastozoología. Sinaloa, Nayarit y Coahuila son otros estados con bajos número de presentaciones. En

términos generales y más recientemente desde 2004 el número de trabajos en ciertos estados de la República ha ido disminuyendo. Una posible causa la representa el ambiente de inseguridad para generar y coleccionar datos de campo en ciertos estados como Durango, Chihuahua, Tamaulipas y recientemente en Michoacán y Jalisco.

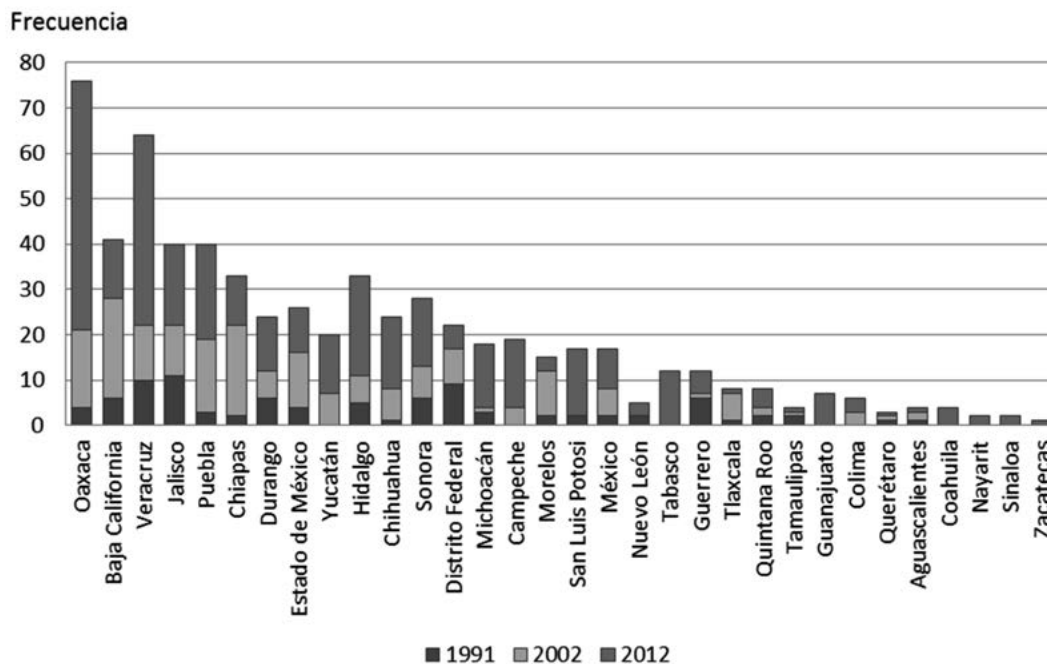


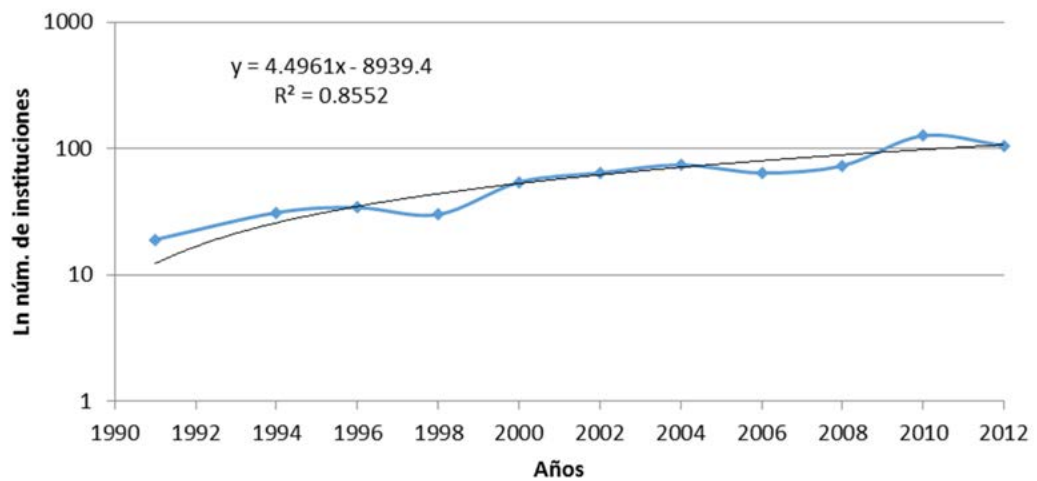
Figura 5. Tendencia del número de trabajos presentados para cada entidad federativa durante el I CNM (1991), el VI CNM (2002) y el XI CNM (2012), organizados por la AMMAC

*Instituciones.* En cuanto a las instituciones participantes en los CNM, destacan la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Instituto de Ecología, A.C. y el Instituto Politécnico Nacional (IPN), como las cuatro instituciones con mayor cantidad de trabajos durante los CNM. La UNAM se fundó en 1910 y el Instituto de Biología en 1929; con 85 años de historia, sin duda ha sido de las instituciones más antiguas y con mayor trayectoria académica en nuestro país. Cabe resaltar que el Dr. Bernardo Villa “padre de la mastozoología en México” inicia en la UNAM a partir de los años 1940’s y fue sin duda el pilar, formador y modelo académico de muchos de los mastozoólogos que formaron la AMMAC.

La UNAM en todos los congresos aparece como la institución con mayor número de participaciones. Otra institución relativamente “antigua” es el IPN, y particularmente la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas fundada en 1938, entre sus filas se encontraba el M. en C. Ticul Álvarez, considerado pionero del área en el IPN, formador de excelentes investigadores mexicanos en el campo de la mastozoología. Por su parte la UAM en el Distrito Federal y el Instituto de Ecología, A. C. se fundan en los años 1974 y 1975 respectivamente; estas instituciones contaban desde su formación con profesores mastozoólogos ya consolidados, como es el caso del Dr. José Ramírez-Pulido, que junto con el Dr. B. Villa y el Maestro T. Álvarez han sido los grandes pioneros de la mastozoología mexicana. Esto sin lugar a dudas contribuyó a que los nuevos investigadores de estas instituciones participaran activamente en los CNM.



Otro factor que pudiera haber influido, es que estas instituciones son de las que mayor presupuesto federal que se les asigna, la UNAM seguido de la UAM y el IPN son las instituciones a las que se le da un mayor monto. El Instituto de Ecología A. C., el cual a pesar de no contar con un gran presupuesto federal por pertenecer al Sistema de Centros Públicos de Investigación (CPI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se dedica únicamente a la formación de docentes e investigadores lo que lo coloca en el segundo lugar. La ubicación de las instituciones y la matrícula de estas también generan una relación proporcional con el número de aportes ya que de las cuatro instituciones mencionadas con anterioridad la UNAM, la UAM y el IPN son las que cuentan con mayor número de estudiantes y las cuales se encuentran en el Distrito Federal.



**Figura 6.** Incremento del número de instituciones participantes en los 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC, (1991-2012).

*Taxones representados en CNM.* Durante los CNM no solo se ha presentado información de especies con distribución actual en México, también se ha contado con la representación de trabajos paleontológicos que enriquecen el conocimiento de especies fósiles en México, ejemplo de esto son los trabajos sobre especies extintas del orden Proboscidea y la familia Equidae. Los trabajos presentados sobre el orden Proboscidea están representados por la familia Gomphotheriidae, con el género *Cuvieronius*; por la familia Elephantidae con el género *Mammuthus*, mientras que en Equidae con el género *Equus*.

Los órdenes mayormente representados son Carnivora, Rodentia y Chiroptera, estos dos últimos están altamente representados por contener un mayor número de especies y ser los grupos con mayor facilidad en su captura. En cuanto al orden Carnivora, éste resulta sumamente atractivo para muchos jóvenes investigadores por ser muchas de sus especies emblemáticas, bandera o carismáticas; también se encuentra ubicado dentro de los primeros lugares por la creciente moda por el estudio de ellos. El crecimiento del estudio de este grupo se ve reflejado a partir del IX CNM en el cual empieza a ocupar el orden más estudiado.

Las familias Muridae, Phyllostomidae y Felidae, fueron de las tres familias con más trabajos presentados, coincide esto con que las dos primeras son también de las familias más numerosas en cuanto a número de especies (135 y 59 respectivamente; Ramírez-Pulido et al. 2005). Dentro de la familia Felidae, se ha trabajado mucho en estas familias

por contener especies de importancia económica, principalmente los dos grandes felinos depredadores: el jaguar y el puma. Ambas especies han sido estudiadas desde la perspectiva del impacto que tienen sus poblaciones sobre el ganado y recientemente con el impulso del trabajo con trampas cámara, la distribución, poblaciones y ciertos hábitos han sido analizados en muchas regiones de su distribución.

Orden	N	Porcentaje
Carnivora	657	24.80
Rodentia	644	24.31
Chiroptera	514	19.40
Artiodactyla	319	12.04
Lagomorpha	157	5.93
Didelphimorphia	107	4.04
Primates	87	3.28
Cingulata	49	1.85
Soricomorpha	38	1.43
Perissodactyla	30	1.13
Pilosa	26	0.98
Cetacea	15	0.57
Sirenia	5	0.19
Proboscidea	1	0.04
Erinaceomorpha	0	0
Total	2,649	100

Tabla 4. Número de trabajos (N), de acuerdo a los órdenes de mamíferos mexicanos presentados en los 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC, durante los últimos 30 años (1991-2012).

Destaca que la especie mayormente trabajada y presentada en congresos sea *Odocoileus virginianus*, es una especie que ha sido estudiada desde hace muchos años (1850), principalmente por ser parte importante de la alimentación de distintos grupos indígenas y campesino de nuestro país y por tener importancia cinegética (Mandujano 2004). El crecimiento en el número de presentaciones de esta especie coincide también con el número de publicaciones realizadas por mexicanos de 1981 a 2001, con cerca del 95% de los estudios (Mandujano 2004). Las otras especies con mayor número de trabajos presentados (> 100 trabajos) fueron: *Panthera onca* (jaguar) y *Canis latrans* (coyote). Del primero ya se mencionaron las posibles causas del porque sea una de las especies más estudiadas y, del coyote, quizá por ser una especie de amplia distribución en nuestro país y por tener un gran capacidad de adaptación a medios adversos y estar fuertemente relacionado al hombre (Huxley y Servín 1992).

Del total de especies que se presentan en los congresos (449), 335 corresponden a mamíferos silvestres, mientras que el resto de estas (114), corresponden a mamíferos exóticos, introducidos y extintos o, bien con cambios en su nomenclatura o sinonimia. Resalta que al revisar la lista antes mencionada, no aparecen 210 especies de mamíferos silvestres, de las enlistadas por Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012); es decir, el 38.53 % de las especies mexicanas no han sido presentadas en alguno de los CNM. Esto resulta alarmante, porque si bien es cierto que no toda la información llega a los congresos, si es un buen referente de cuantas especies no están siendo estudiadas en nuestro país y

a las cuales debería ponérseles mayor atención, dado que muchas de ellas son especies raras o bajo algún criterio de conservación.

Resulta necesario que la comunidad científica preocupada por el conocimiento y conservación de los mamíferos mexicanos, considere los resultados aquí presentados y enfoque sus esfuerzos en el estudio de regiones (norte, noroeste y noreste de México), temas (como enfermedades, fisiología e histología) y especies poco tratadas en nuestro país (aproximadamente 155). Observamos también, que el número de trabajos presentados en los 11 CNM, suman más de 2,000; sin embargo muy pocos de estos son publicados en revistas científicas o de divulgación. Esto sin duda, es un problema grave, dado que mucho del conocimiento científico sobre este grupo de animales se queda sólo en la presentación de un congreso y no trasciende a la comunidad interesada y en beneficio de la conservación de los mamíferos mexicanos. Deberán buscarse estrategias para motivar a los estudiantes que presentan sus resultados durante los CNM a publicarlos. La revista *Therya*, órgano oficial de la AMMAC podría ser la fuente principal para publicar.

Los CNM, han sido sin duda una importante fuente de motivación y generación de mastozoólogos en México. El número de estudiantes interesados ha ido aumentando gradualmente conforme pasan los años y el número de investigadores y profesores instalados en Universidades y Centros de Investigación crece de manera notoria. Hasta hoy en día, la AMMAC ha cumplido cabalmente con uno de los objetivos originalmente planteados. Estamos seguros que el interés sobre el conocimiento y conservación de los mamíferos mexicanos seguirá en crecimiento.

## Agradecimientos

A A. Trujano por la revisión del manuscrito, S. N. Briones y A. G. Monroy por el apoyo en el abstract. MB-S agradece a la Secretaría de Investigación y Posgrado (20130719), a la Comisión de Operación y Fomento a las actividades Académicas (COFFA) y al programa de Estímulos al Desempeño a la Investigación (EDI), las tres del Instituto Politécnico Nacional (IPN) por el apoyo económico recibido, así como al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) por su reconocimiento y apoyo. D. Ramos agradece a Conacyt por la beca ofrecida para realizar estudios de posgrado.

## Literatura citada

- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 1991. Memorias I Congreso Nacional de Mastozoología. AMMAC. Xalapa, México.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 1994. Memorias II Congreso Nacional de Mastozoología. AMMAC – Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Universidad de Guadalajara – Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Guadalajara, México.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 1996. III Congreso Nacional de Mastozoología. AMMAC – Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, México.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 1998. Memorias IV Congreso Nacional de Mastozoología. AMMAC – Universidad Veracruzana – Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 2000. Memorias V Congreso Nacional de Mastozoología. AMMAC – Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México.

- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 2002. Memorias VI Congreso Nacional de Mastozoología. AMMAC – Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN. Oaxaca, México.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 2004. Memorias VII Congreso Nacional de Mastozoología “Conservación y Uso Sustentable de los Mamíferos Mexicanos”. AMMAC – ECOSUR – Instituto de Historia Natural y Ecología – UNICACH. San Cristóbal de las Casas, México.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 2006. Memorias VIII Congreso Nacional de Mastozoología “La Ciencia para la Conservación de los Mamíferos”. AMMAC. Zacatecas, México.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 2008. Memorias IX Congreso Nacional de Mastozoología “Mamíferos de México: un reto de conservación presente y futuro”. AMMAC – Universidad de Guadalajara. Autlán de la Grana, México.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 2010. Memorias X Congreso Nacional de Mastozoología y I Congreso Latinoamericano de Mastozoología “Celebrando la biodiversidad de América”. AMMAC – Red Latinoamericana de Mastozoología – Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado de la Universidad de Guanajuato – Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Guanajuato, México.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA.** 2012. Memorias XI Congreso Nacional de Mastozoología. AMMAC – Universidad Veracruzana. Xalapa, México.
- BONILLA, M., R. HERRERA, J. L. RIUS, Y M. JOSÉ YACAMÁN.** 1995. Sistema de evaluación por pares en los proyectos de investigación y de fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica. *Ciencia y Desarrollo* 21:8-23.
- BRIONES-SALAS, M., Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2004. Mamíferos. Pp. 423-447 en *Biodiversidad de Oaxaca* (García M., A. J., M. J. Ordoñez, y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Oaxaca, México.
- CEBALLOS, G., Y J. ARROYO-CABRALES.** 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época* 2:27-80.
- 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* 3ª. Época 1:91-108.
- GONZÁLEZ, A.** 2011. Mamíferos: distribución, endemismo y estado de conservación Pp. In *La biodiversidad de Veracruz estudio de estado* (Cruz, A, M, Soto, H, Rodríguez, E, Boege, E, Sedas, W, Márquez, M, Primo, G, Castillo, A, Lara, E, Olguín, y C, Landeros, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Ciudad de México, México.
- GUEVARA-CHUMACERO, L. M., R. LÓPEZ-WILCHIS, Y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2001. 105 años de investigación mastozoológica en México (1890-1995): una revisión de sus enfoques y tendencias. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 83: 35-72.
- HUXLEY, C., Y J. SERVÍN.** 1992. De coyotes a coyotes. *Ciencias* 25:3-8.
- LORENZO, C., E. ESPINOZA, E. NARANJO, Y J. BOLAÑOS.** 2008. Mamíferos terrestres de la frontera sur de México. Pp. 147-164 in *Avance en el estudio de los Mamíferos de México* (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). Publicaciones especiales,

- Vol. II, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Ciudad de México, México.
- MANDUJANO, S.** 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20: 211-251.
- 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* 21:21-82.
- RETANA, O., Y C. LORENZO.** 2002. Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: Endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 85:25-49.
- RÍOS, E., Y S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA.** 2002. Mamíferos de la Reserva del Valle de los Cirios, Baja California, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 86:51-85.

---

*Sometido: 8 de mayo de 2014*

*Revisado: 1 de agosto de 2014*

*Aceptado: 22 de agosto de 2014*

*Editor asociado: Sergio Solari*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

## Apéndice I

Lista de especies citadas en los trabajos presentado en los 11 Congresos Nacionales de Mastozoología organizados por la AMMAC (1991-2012). *N* =Número de trabajos presentados donde aparece(n) la(s) especie(s). Nota: Los nombres científicos se anotan tal cual los autores los mencionan en sus trabajos

N	%	Especies	No sp
170	4.11	<i>Odocoileus virginianus</i>	1
122	2.95	<i>Panthera onca</i>	1
109	2.64	<i>Canis latrans</i>	1
95	2.30	<i>Puma concolor</i>	1
94	2.27	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1
72	1.74	<i>Artibeus jamaicensis</i>	1

N	%	Especies	No sp
69	1.67	<i>Leptonycteris curasoae</i>	1
62	1.50	<i>Pecari tajacu</i>	1
60	1.45	<i>Nasua narica</i>	1
58	1.40	<i>Bassariscus astutus, Lynx rufus</i>	2
57	1.38	<i>Lontra longicaudis</i>	1
49	1.19	<i>Didelphis virginiana, Leopardus pardalis, Leopardus wiedii</i>	3
45	1.09	<i>Procyon lotor</i>	1
44	1.06	<i>Sylvilagus floridanus</i>	1
43	1.04	<i>Desmodus rotundus</i>	1
42	1.02	<i>Sturnira lilium</i>	1
41	0.99	<i>Glossophaga soricina, Sigmodon hispidus</i>	2
40	0.97	<i>Alouatta palliata</i>	1
38	0.92	<i>Ovis canadensis</i>	1
37	0.90	<i>Peromyscus difficilis</i>	1
36	0.87	<i>Odocoileus hemionus</i>	1
34	0.82	<i>Canis lupus, Pteronotus parnelli, Tadarida brasiliensis</i>	3
33	0.80	<i>Peromyscus maniculatus</i>	1
32	0.77	<i>Dasypus novemcinctus</i>	1
31	0.75	<i>Mazama americana</i>	1
30	0.73	<i>Tayassu pecari</i>	1
29	0.70	<i>Herpailurus yagouaroundi,</i>	1
28	0.68	<i>Ateles geoffroyi, Liomys pictus, Mormoops megalophylla, Tapirus bairdii</i>	4
27	0.65	<i>Reithrodontomys megalotis, Liomys irroratus, Ototylomys phyllotis, Peromyscus melanotis, Sturnira ludovici, rsus americanus</i>	6
26	0.63	<i>Alouatta pigra, Pteronotus davyi</i>	2
25	0.61	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	1
24	0.58	<i>Artibeus intermedius</i>	1
23	0.56	<i>Artibeus lituratus, Dipodomys merriami, Leptonycteris nivalis, epus californicus, Mus musculus</i>	5
22	0.53	<i>Heteromys gaumeri, Peromyscus yucatanicus</i>	2
21	0.51	<i>Choeronycteris mexicana, Sciurus aureogaster</i>	2
20	0.48	<i>Mephitis macroura, Neotoma albigula</i>	2
19	0.46	<i>Eira barbara, Natalus stramineus, Peromyscus mexicanus, Romerolagus diazi</i>	4
18	0.44	<i>Cuniculus paca, Cynomys ludovicianus, Neotoma mexicana, Reithrodontomys sumichrasti, Tamandua mexicana</i>	5
17	0.41	<i>Spermophilus variegatus</i>	1
16	0.39	<i>Reithrodontomys fulvescens, Spilogale putorius, Taxidea taxus</i>	3
15	0.36	<i>Baiomys musculus, Corynorhinus mexicanus, Lepus flavigularis, Oryzomys couesi, Perognathus flavus, Spermophilus perotensis</i>	6
14	0.34	<i>Anoura geoffroyi, Balantiopteryx plicata, Myotis velifer, Neotomodon alstoni, Peromyscus boylii, Potos flavus, Sylvilagus audubonii</i>	7

N	%	Especies	No sp
13	0.31	<i>Baiomys taylori</i> , <i>Coendou mexicanus</i> , <i>Dermanura tolteca</i> , <i>Mustela frenata</i> , <i>Peromyscus leucopus</i> , <i>Peromyscus melanocarpus</i> , <i>Rattus rattus</i> , <i>Reithrodontomys gracilis</i> ,	8
12	0.29	<i>Didelphis marsupialis</i> , <i>Dipodomys phillipsii</i> , <i>Eptesicus fuscus</i> , <i>Microtus mexicanus</i> , <i>Oryzomys melanotis</i> , <i>Peromyscus furvus</i> , <i>Pteronotus personatus</i>	7
11	0.27	<i>Chaetodipus arenarius</i> , <i>Chaetodipus nelsoni</i> , <i>Chaetodipus spinatus</i> , <i>Heteromys desmarestianus</i> , <i>Reithrodontomys mexicanus</i> , <i>Spermophilus mexicanus</i> , <i>Thomomys umbrinus</i>	7
10	0.24	<i>Conepatus leuconotus</i> , <i>Macrotus waterhousii</i> , <i>Peromyscus aztecus</i> , <i>Zalophus californianus</i> ,	4
9	0.22	<i>Antilocapra americana</i> , <i>Chaetodipus penicillatus</i> , <i>Dermanura azteca</i> , <i>Glaucomyus volans</i> , <i>Glossophaga morenoi</i> , <i>Lasiurus cinereus</i> , <i>Mazama pandora</i> , <i>Myotis californicus</i> , <i>Nyctomys sumichrasti</i> , <i>Oryzomys alfaroi</i> , <i>Peromyscus eremicus</i> , <i>Peromyscus zarhynchus</i> , <i>Reithrodontomys microdon</i> , <i>Spilogale pygmaea</i> , <i>Vulpes macrotis</i> ,	15
8	0.19	<i>Antrozous pallidus</i> , <i>Artibeus hirsutus</i> , <i>Corynorhinus townsendii</i> , <i>Cynomys mexicanus</i> , <i>Dermanura phaeotis</i> , <i>Diphylla ecaudata</i> , <i>Felis silvestris</i> , <i>Myotis ciliolabrum</i> , <i>Peromyscus gratus</i> , <i>Peromyscus levipes</i> , <i>Peromyscus melanophrys</i> , <i>Peromyscus truei</i> , <i>Philander oposum</i> , <i>Thomomys bottae</i> , <i>Tlacuatzin canescens</i>	15
7	0.17	<i>Spermophilus spilosoma</i> , <i>Agouti paca</i> , <i>Chaetodipus baileyi</i> , <i>Cryptotis mexicana</i> , <i>Microtus quasiater</i> , <i>Molossus rufus</i> , <i>Osgoodomys banderanus</i> , <i>Peromyscus perfulvus</i> , <i>Sigmodon leucotis</i>	9
6	0.15	<i>Canis familiaris</i> , <i>Carollia perspicillata</i> , <i>Carollia sowelli</i> , <i>Cryptotis parva</i> , <i>Enchisthenes hartii</i> , <i>Myotis vivesi</i> , <i>Nyctinomops laticaudatus</i> , <i>Peromyscus spicilegus</i> , <i>Reithrodontomys tenuirostris</i> , <i>Tylomys nudicaudus</i>	10
5	0.12	<i>Arctocephalus townsendi</i> , <i>Carollia brevicauda</i> , <i>Centurio senex</i> , <i>Conepatus mesoleucus</i> , <i>Dasyprocta mexicana</i> , <i>Eptesicus furalis</i> , <i>Glossophaga commissarisi</i> , <i>Lepus callotis</i> , <i>Marmosa mexicana</i> , <i>Megadontomys nelsoni</i> , <i>Molossus sinaloae</i> , <i>Myotis yumanensis</i> , <i>Noctilio leporinus</i> , <i>Nyctinomops femorosaccus</i> , <i>Nyctinomops macrotis</i> , <i>Onychomys torridus</i> , <i>O. leucogaster</i> , <i>Oryzomys chapmani</i> , <i>Parastrellus hesperus</i> , <i>Peromyscus ochraventer</i> , <i>P. pectoralis</i> , <i>Sciurus aberti</i> , <i>Sigmodon mascotensis</i> , <i>Sorex saussurei</i> , <i>Spermophilus adocetus</i>	25
4	0.10	<i>Carollia subrufa</i> , <i>Castor canadensis</i> , <i>Choeroniscus godmani</i> , <i>Cervus elaphus</i> , <i>Cryptotis goldmani</i> , <i>C. magna</i> , <i>Dama dama</i> , <i>Dipodomys nelsoni</i> , <i>D. ordii</i> , <i>Eschrichtius robustus</i> , <i>Galictis vittata</i> , <i>Lasiurus ega</i> , <i>Lepus insularis</i> , <i>Myotis volans</i> , <i>Nelsonia neotomodon</i> , <i>Neotoma lepida</i> , <i>N. nelsoni</i> , <i>Notiosorex crawfordi</i> , <i>Orthogeomys hispidus</i> , <i>Peromyscus megalops</i> , <i>P. pseudocrinitus</i> , <i>Trichechus manatus</i> , <i>Tursiops truncatus</i> , <i>Xenomys nelsoni</i>	24
3	0.07	<i>Bison bison</i> , <i>Chaetodipus hispidus</i> , <i>Chiroderma salvini</i> , <i>Cratogeomys merriami</i> , <i>Dasyprocta punctata</i> , <i>Dermanura watsoni</i> , <i>Eumops underwoodi</i> , <i>Glossophaga leachii</i> , <i>Idionycteris phyllotis</i> , <i>Lasiurus xanthinus</i> , <i>Megaptera novaeangliae</i> , <i>Megasorex gigas</i> , <i>Mephitis mephitis</i> , <i>Mimon crenulatum</i> , <i>Musononycteris harrisoni</i> , <i>Myotis fortidens</i> , <i>M. thysanodes</i> , <i>Neotoma bunkeri</i> , <i>Orthogeomys grandis</i> , <i>Peromyscus bullatus</i> , <i>P. caniceps</i> , <i>P. winkelmanni</i> , <i>Procyon pygmaeus</i> , <i>Rattus norvegicus</i> , <i>Sciurus oculatus</i> , <i>Sigmodon alleni</i> , <i>S. ochrognathus</i> , <i>Sorex oreopolus</i> , <i>Spermophilus madrensis</i> , <i>Spilogale gracilis</i>	30

N	%	Especies	No sp
2	0.05	<p><i>Rhogeessa párvula</i>, <i>Balaenoptera physalus</i>, <i>Bassariscus sumichrasti</i>, <i>Callithrix jacchus</i>, <i>Caluromys derbianus</i>, <i>Chironectes minimus</i>, <i>Chrotopterus auritus</i>, <i>Dipodomys deserti</i>, <i>Dipodomys insularis</i>, <i>Erethizon dorsatum</i>, <i>Habromys simulates</i>, <i>Hylonycteris underwoodi</i>, <i>Lampronnycteris brachyotis</i>, <i>Lasiurus blossevillii</i>, <i>Lasiurus borealis</i>, <i>Lepus alleni</i>, <i>Macrotus californicus</i>, <i>Marmosa canescens</i>, <i>Megadontomys cryophilus</i>, <i>Microtus oaxacensis</i>, <i>Molossops greenhalli</i>, <i>Mustela nigripes</i>, <i>Myotis auriculus</i>, <i>M. carteri</i>, <i>M. keaysi</i>, <i>Nasua nasua</i>, <i>Noctilio albiventris</i>, <i>Oligoryzomys fulvescens</i>, <i>Oryctolagus cuniculus</i>, <i>Perognathus amplus</i>, <i>Peromyscus guardia</i>, <i>P. guatemalensis</i>, <i>P. mekisturus</i>, <i>P. merriami</i>, <i>Promops centralis</i>, <i>Pteronotus gymnonotus</i>, <i>Reithrodontomys bakeri</i>, <i>Reithrodontomys chrysopsis</i>, <i>Reithrodontomys montanus</i>, <i>Reithrodontomys spectabilis</i>, <i>Rhogeessa alleni</i>, <i>R. gracilis</i>, <i>Rhynchonycteris naso</i>, <i>Saccopteryx bilineata</i>, <i>Sciurus deppei</i>, <i>S. niger</i>, <i>Scotinomys teguina</i>, <i>Sigmodon fulviventer</i>, <i>Spermophilus tereticaudus</i>, <i>Tonatia brasiliense</i>, <i>Tylomys bullaris</i>, <i>Ursus arctos</i>, <i>Vampyrum spectrum</i>, <i>Vulpes velox</i>, <i>V. zerda</i>,</p>	55
1	0.02	<p><i>Cynomops mexicanus</i>, <i>Ammospermophilus insularis</i>, <i>A. leucurus</i>, <i>Antilope cervicapra</i>, <i>Arctophoca gazella</i>, <i>Artibeus phaeotis</i>, <i>Ateles belzebuth</i>, <i>Balantiopteryx io</i>, <i>Bauerus dubiaquercus</i>, <i>Blarina brevicauda</i>, <i>B. hylophaga</i>, <i>Bocatherium mexicanum</i>, <i>Bos Taurus</i>, <i>Cebus kaapori</i>, <i>Chaetodipus anthonyi</i>, <i>C. fallax</i>, <i>C. siccus</i>, <i>Chiroderma villosum</i>, <i>Chrysocyon brachiurus</i>, <i>Conepatus semistriatus</i>, <i>Cratogeomys neglectus</i>, <i>C. tylorhinus</i>, <i>C. zinseri</i>, <i>Cricetus aureatus</i>, <i>Cryptotis nigrescens</i>, <i>C. obscura</i>, <i>Cuniculus taczanowski</i>, <i>Delphinus delphis</i>, <i>Didelphis albiventris</i>, <i>D. biventris</i>, <i>D. oposum</i>, <i>Dipodomys gravipes</i>, <i>D. spectabilis</i>, <i>Epeycerus melampus</i>, <i>Equus conversidens</i>, <i>E. vulchely</i>, <i>Euderma maculatum</i>, <i>Eumops bonariensis</i>, <i>E. glaucinus</i>, <i>E. perotis</i>, <i>Feresa attenuate</i>, <i>Geomys gophers</i>, <i>Globicephala macrorhynchus</i>, <i>Glyphonycteris sylvestris</i>, <i>Habromys chinanteco</i>, <i>H. ixtlani</i>, <i>H. lepturus</i>, <i>Handleyomys melanotis</i>, <i>Hedyosmum mexicanum</i>, <i>Heteromys australis</i>, <i>H. irroratus</i>, <i>Lepus mellotis</i>, <i>Lontra canadensis</i>, <i>Lophostoma brasiliense</i>, <i>Megadontomys thomasi</i>, <i>Melanomys caliginosus</i>, <i>Mesocricetus auratus</i>, <i>Metachirus nudicaudatus</i>, <i>Micronycteis microtis</i>, <i>M. brachyotis</i>, <i>M. hirsute</i>, <i>M. schmidtorum</i>, <i>Microtus umbrosus</i>, <i>Mimon cozumelae</i>, <i>Molossops termminckii</i>, <i>Molossus ater</i>, <i>M. molossus</i>, <i>Mustela putorius</i>, <i>Myotis milleri</i>, <i>M. nigricans</i>, <i>Nasua nelson</i>, <i>Natalus mexicanus</i>, <i>Nelsonia goldmani</i>, <i>Neotoma angustapalata</i>, <i>N. anthonyi</i>, <i>N. bryanti</i>, <i>N. goldmani</i>, <i>N. leucodon</i>, <i>N. martinensis</i>, <i>N. micropus</i>, <i>N. varia</i>, <i>Nephelomys albigularis</i>, <i>Nyctinomops aurispinosus</i>, <i>N. laticaudatus</i>, <i>Ondatra zibethicus</i>, <i>Onychomys arenicola</i>, <i>Oryzomys fulvescens</i>, <i>O. palustris</i>, <i>Otonyctomys hatti</i>, <i>Pan troglodytes</i>, <i>Pappogeomys bulleri</i>, <i>P. gymnurus</i>, <i>P. merriami</i>, <i>Perognathus hispidus</i>, <i>P. longimembris</i>, <i>P. maniculatus</i>, <i>Peromyscus furvus</i>, <i>P. beatae</i>, <i>P. eva</i>, <i>P. fraterculus</i>, <i>P. grandis</i>, <i>P. hylocetes</i>, <i>P. madrensis</i>, <i>P. nasutus</i>, <i>P. pambertonii</i>, <i>P. schmidlyi</i>, <i>P. slevini</i>, <i>Peropteryx macrotis</i>, <i>Phocoena sinus</i>, <i>Phyllostomus discolor</i>, <i>Physeter macrocephalus</i>, <i>Piper hispidum</i>, <i>P. lapathifolium</i>, <i>Procyon insularis</i>, <i>Pseudoca crassidens</i>, <i>Pteronura brasiliensis</i>, <i>Pteropteryx macrotis</i>, <i>Reithrodontomys creper</i>, <i>R. hirsutus</i>, <i>R. zacatecae</i>, <i>Rhinolophus maclaudi</i>, <i>R. macrotis</i>, <i>R. marsalli</i>, <i>R. paradoxolophus</i>, <i>R. philipensis</i>, <i>R. rex</i>, <i>Rhogeessa tumida</i>, <i>R. mira</i>, <i>Sciurus alleni</i>, <i>S. arizonensis</i>, <i>S. yucatanensis</i>, <i>Sigmodon arizonae</i>, <i>S. toltecus</i>, <i>S. fulviventer</i>, <i>Solanum aphodendron</i>, <i>S. nigricans</i>, <i>S. schlechtendalianum</i>, <i>Sorex arizonae</i>, <i>S. ornatus</i>, <i>Spermophilus atricapillus</i>, <i>S. beecheyi</i>, <i>Spilogale angustifrons</i>, <i>Stenella attenuate</i>, <i>S. clymene</i>, <i>S. longirostris</i>, <i>Steno bredanensis</i>, <i>Sylvilagus bachmani</i>, <i>S. brasiliensis</i>, <i>S. nuttallii</i>, <i>Tamaulipasaurus morenoi</i>, <i>Tamias bulleri</i>, <i>Trachops cirrhosus</i>, <i>Tylomys tumbalensis</i>, <i>T. watsoni</i>, <i>Vampyressa thyone</i>, <i>Zygoeomys trichopus</i>,</p>	156



# Una nueva especie de ratón orejón del género *Phyllotis* Waterhouse, 1837 (Rodentia: Cricetidae) del norte del Perú

Víctor Pacheco<sup>1,2\*</sup>, Edgardo M. Rengifo<sup>1</sup>, and Dan Vivas<sup>2</sup>

**Introduction:** Leaf-eared mice, *Phyllotis* comprise a highly species-rich genus distributed in the Andes of South America from sea level to 5,500 m. This genus includes 15 species in three groups: *andium/amicus*, *osilae*, and *darwini* groups (*sensu* Steppan *et al.* 2007). We describe a new species of rodent of the genus *Phyllotis* from the northern Peruvian Andes, which has been mentioned in the literature as *Phyllotis* sp. nov. 1 or *Phyllotis* sp. and placed, in the context of a molecular phylogeny of *Phyllotis*, as member of the *P. andium/amicus* group (Steppan *et al.* 2007). We also report the standard karyotype of this species and comment on its natural history. We further identify an area of endemism in the northwestern Andes of Peru, where the new species and other sigmodontines coincide in patterns of distribution.

**Methodology:** The new species was in detail compared with other species of *Phyllotis*, mainly those of the *andium/amicus* group. Four external and 20 cranial and dental measurements from adult specimens were employed in descriptive statistics. Sexual dimorphism was evaluated in *Phyllotis* nov. sp. and *P. andium* using the *t* test. Then, to compare the new species with *P. andium*, all cranial and dental measurements were used in principal component analyses (PCA) of the covariance matrix of log-transformed measurements. Chromosome preparations were obtained from bone marrow, following Ford and Hamerton (1956).

**Results:** *Phyllotis* nov. sp. is distinguished from all other congeneric species by the combination of a relatively short tail and distinctive cranial morphology, including an comparatively long incisive foramen, a long palate that extends posteriorly beyond M3, mesopterygoid fossa without medial process, squamosal ridge relatively pronounced, ectotympanic large and easily visible from dorsal view, and capsular process inconspicuous or absent. The biplots of PCA show two clearly separated groups, one shaped by specimens of the new species and the other by *P. andium*; the new species is located mainly on the positive side of the first axis whereas *P. andium* on the negative side. The diploid number (2n) is 48 and the autosomal fundamental number (FN) is 72.

**Discussion and conclusions:** The new species of *Phyllotis* is endemic to the Puna ecoregion of northern Peru. This discovery supports the hypothesis of a generalized biogeographical subdivision in the Puna of northwestern Peru where the ranges of several sigmodontine species coincide in an area limited by the Río Santa, the Río Marañón, and the Huancabamba depression. Based on the presence of numerous acrocentric chromosomes and the available molecular data we propose a restricted *andium* group to include *P. andium*, *P. definitus*, and the new species. We also summarize available data on natural history, habitat preferences, reproduction, and the systematic position of this species. The species may be threatened due to its restricted distribution, the relatively high anthropic activity in the region, and its absence in any protected area.

**Key words:** Andes, Biogeography, Muroidea, Phyllotini, Puna, Sigmodontinae, Taxonomy.

<sup>1</sup>Departamento de Mastozoología, Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Arenales 1256, Lima 14, Lima, Perú. E-mail: vpachecot@unmsm.edu.pe (VP), edgar\_mrv@outlook.com (EMR)

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Biológicas "Antonio Raimondi", Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Arenales 1256, Lima, Perú. Lima 14. Phone: 511-988078076. E-mail: jhoram\_vl@hotmail.com (DV)

\*Corresponding author

## Resumen

Se describe una nueva especie del roedor del género *Phyllotis* basado en morfología craneal y externa, datos morfométricos y citogenéticos y en secuencias moleculares del citocromo *b*. Este taxón fue comparado con todas las especies del género *Phyllotis* del norte de los Andes, especialmente con *Phyllotis andium*, con quien está más cercanamente relacionado basado en datos moleculares. La nueva especie es fácilmente distinguida de especies congénéricas esencialmente por la combinación de la cola relativa corta y una morfología craneal distintiva, que incluye un foramen incisivo que se extiende posteriormente hasta aproximadamente la mitad del anterocono del M1, paladar largo que se extiende posteriormente por detrás del M3 a una distancia aproximada a la mitad del largo del M3, fosa mesopterigoidea sin proceso medial, cresta temporal relativamente pronunciada, ectotimpánico grande y bien conspicuo desde una vista dorsal y proceso capsular inconspicuo o ausente. Los diagramas de los Análisis de Componentes Principales muestran dos grupos claramente separados, uno formado por especímenes de la nueva especie y la otra por especímenes de *P. andium*; la nueva especie está localizada principalmente en el lado positivo del primer eje mientras *P. andium* en el lado negativo. El número diploide (2n) es 48 y el número fundamental (FN) es 72; los autosómicos consisten de 13 pares metacéntricos y 10 pares acrocéntricos; el cromosoma X es submetacéntrico y el Y es un pequeño acrocéntrico. Esta especie nueva es endémica de la ecorregión Puna del norte del Perú; y su descubrimiento apoya la hipótesis de una subdivisión biogeográfica generalizada en la Puna del noroccidente del Perú. También presentamos datos sobre la historia natural, preferencias de hábitat y reproducción, y la posición sistemática de esta especie. Esta especie nueva podría estar ya amenazada si se considera que su rango de distribución es restringido, la alta actividad antrópica en la región y su ausencia en áreas protegidas.

**Palabras clave:** Andes, Biogeografía, Muroidea, Phyllotini, Puna, Sigmodontinae, Taxonomía.

## Introduction

Leaf-eared mice, *Phyllotis* Waterhouse (1837) comprise a highly species-rich genus distributed from northern Ecuador, throughout the Andes to the Strait of Magellan in southern Chile and Argentina (Tirira 2007; Pardiñas *et al.* 2009), from sea level to 5,500 m (Hershkovitz 1962). This genus belongs to the tribe Phyllotini Vorontsov 1959 (Salazar-Bravo *et al.* 2013) and includes 15 valid species (Musser and Carleton 2005; Jayat *et al.* 2007; Steppan *et al.* 2007; Ferro *et al.* 2010). These rodents inhabit Andean highlands, deserts, grasslands, scrublands and Yungas (Pearson 1958; Hershkovitz 1962; Steppan 1998; Kramer *et al.* 1999; Steppan *et al.* 2007; Ferro *et al.* 2010). Compared to other sigmodontine rodents, *Phyllotis* is fairly well known in morphology (Pearson 1958; Hershkovitz 1962; Braun 1993; Steppan 1995), cytogenetics (Pearson 1972; Pearson and Patton 1976; Walker *et al.* 1984), molecular systematics (Steppan 1998; Steppan *et al.* 2007; Ferro *et al.* 2010), and ecology and natural history (Pearson and Ralph 1978; Williams 1990; Arana *et al.* 2002; Crespin and Lima 2006; López-Cortés *et al.* 2007), but nevertheless, new species or range extensions continue to be reported (Pacheco *et al.* 2009; Ferro *et al.* 2010).

Recently, Pacheco *et al.* (2009) recognized eight described species of *Phyllotis* for Peru (*P. amicus*, *P. andium*, *P. definitus*, *P. gerbillus*, *P. limatus*, *P. magister*, *P. osilae*, and *P. xanthopygus*). The first four are distributed in northern Peru: *P. amicus* reported at lower and middle elevations on the western slope of the Andes, *P. andium* present at middle and high elevations, *P. definitus* restricted to the mountain region of Ancash department, and *P. gerbillus* restricted to the deserts of Piura and Lambayeque departments. Recent mammalian surveys in the highlands of the northern Peruvian Andes, from Cajamarca to Ancash departments, have revealed the existence of a new species of *Phyllotis*, unequivocally different from other species and sympatric with *P. andium*. This taxon has been mentioned in the literature as *Phyllotis* sp. nov. 1 (Steppan *et al.* 2007) or *Phyllotis* sp. (Pacheco *et al.* 2009; Ferro *et al.* 2010). Steppan *et al.* (2007), in the context of a molecular phylogeny of the genus *Phyllotis* recognized three clades within *Phyllotis*: the *andium/amicus*, the *osilae*, and the *darwini* groups. They also found that *Phyllotis* sp. nov. 1 (represented by the specimens MUSM 17247 [VPT 2318] and MUSM 17248 [VPT 2324]) is a member of the *andium/amicus* group, and more closely related to *P. andium*, *P. amicus*, and *P. gerbillus* based on analyses of sequences of the cytochrome *b* gene, or related to *P. andium* based on sequences of RAG 1. At that time, the karyotype and natural history of this new taxon were unknown.

In this paper we describe this species and provide detailed taxonomic comparisons with the members of the *P. andium/amicus* group (*sensu* Steppan *et al.* 2007), and as well, other species that are distributed nearby and might potentially occur sympatrically with it. We report the karyotype of this species and provide comments on natural history. We further identify an area of endemism in the northwestern Andes of Peru, where the new species and other sigmodontines coincide in patterns of distribution.

## Material and Methods

The specimens were captured with snap traps (Museum Special mousetraps) and Sherman live traps baited with a mixture of oats, peanut butter, raisins, honey and seeds (Pacheco *et al.* 2007). They were measured following the protocols established in Pacheco *et al.* (2007) and prepared either as skin and skeleton, or fixed in 10 percent formalin solution and preserved in ethanol 70 percent. Specimens were deposited at Departamento de Mastozoología, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MUSM). Terminology of external, cranial, and postcranial morphology follows Hershkovitz (1962), Carleton (1980), Voss (1988), Carleton and Musser (1989), Voss (1993), Voss and Carleton (1993), Steppan (1995), Abdala and Diaz (2000), and Pacheco (2003). Description of fur coloration follows Smithe (1975). For the nomenclature of tooth morphology, we follow Reig (1980) and Hershkovitz (1994), but see also Carleton and Musser (1989). Descriptions of right upper and right lower molar rows were used.

Four external measurements (in mm): TL, total length; T, length of tail; F, length of hind foot (nail included); E, length of ear; and W, weight (in grams) were recorded from the specimen labels. Twenty cranial and dental measurements were taken with digital calipers to the nearest 0.01 mm following the definitions of Myers *et al.* (1990): CIL, Condylar-incisive length; ZB, Zygomatic breadth; BB, Braincase breadth; IOC, Interorbital constriction; RL, Rostral length; NL, Nasal length; RW, Rostral width; RW2, Mid-rostrum width; OL, Orbital length; DL, Diastema length; MTRL, Maxillary toothrow length;

IFL, Incisive foramen length; AW, Alveolar width; OCW, Occipital condyle width; MB, Mastoid breadth; BOL, Basioccipital length; MFL, Mesopterygoid fossa length; MFW, Mesopterygoid fossa width; ZP, Zygomatic plate depth; and CD, Cranial depth. All analyses were restricted to specimens in age-classes III, IV and V, considered adults, following Voss (1991).

Sexual dimorphism was evaluated in *Phyllotis* nov. sp. and *P. andium* using the *t* test. Then, to compare the new species with *P. andium*, all cranial and dental measurements from adult specimens were used in principal component analyses (PCA) of the covariance matrix of log-transformed measurements.

Specimens examined. We examined 126 specimens of the genus *Phyllotis* (Appendix 1) belonging to the following museum collections: Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú (MUSM). Museum of Vertebrate Zoology, University of California- Berkeley, California, USA (MVZ).

Three males (MUSM 24767, 24758, 24762) and two females (MUSM 24773, 24763) of *Phyllotis* nov. sp. from La Libertad and Ancash Departments were karyotyped. Chromosome preparations were obtained from bone marrow, following Ford and Hamerton (1956) with modifications for rodents. Metaphases were stained with the Giemsa standard method. We determined the chromosome morphology and autosomal fundamental numbers (FN) following the nomenclature criteria used by Levan *et al.* (1964) and Patton (1967) respectively.

## Results

### *Phyllotis pearsoni*, new species

Pearson's Leaf-eared Mouse

*Phyllotis* sp. nov. 1: Steppan *et al.* 2007:799.

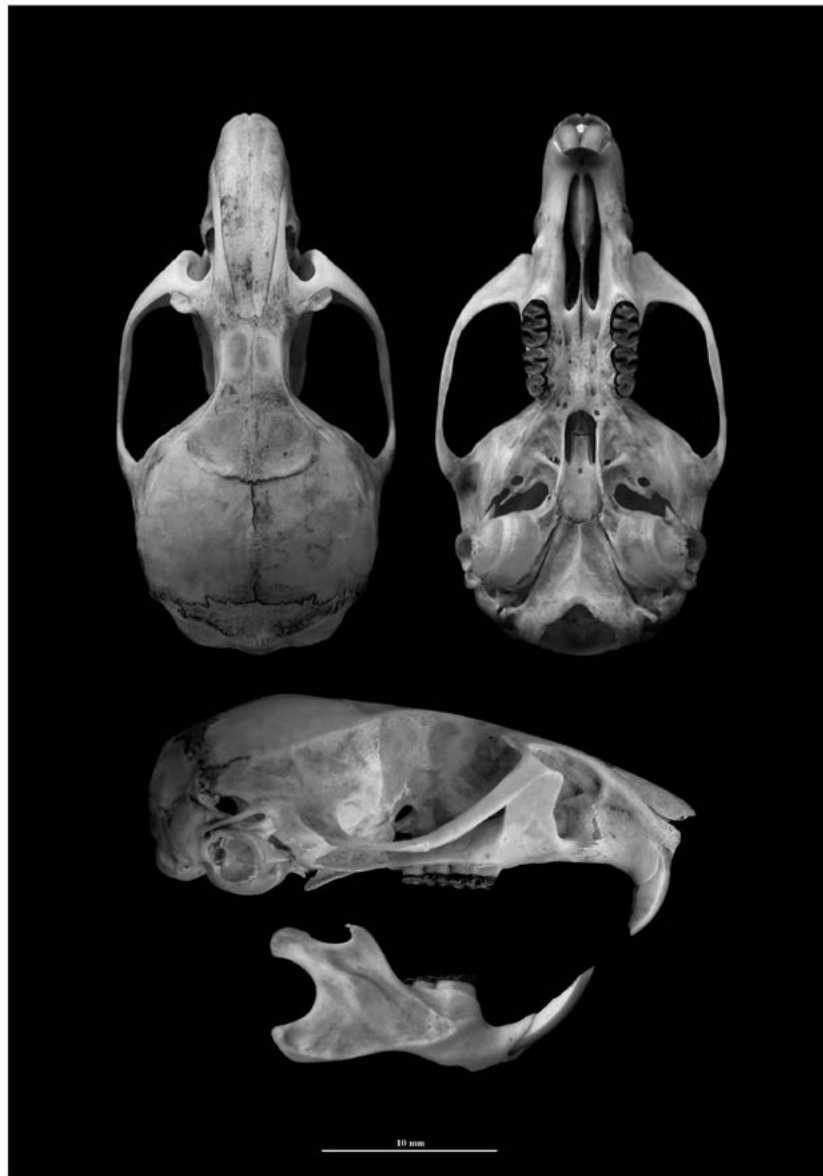
*Phyllotis* sp.: Pacheco *et al.* 2009:10.

**Holotype** (Fig. 1). The holotype is an adult female specimen deposited at the Departamento de Mastozoología, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MUSM 17431), collected by Víctor Pacheco (original field number VPT 2397) on 01 May 2003, and prepared as skin and skull, with carcass preserved in ethanol.

**TYPE LOCALITY** (Fig. 2). Campamento Callacuyán, Laguna Negra, 4,028 m, Quiruvilca District, Santiago de Chuco Province, La Libertad Department, Peru, at approximately -7° 57' 4.5 S, -78° 14' 14.6 W.

**Paratype.** Paratypes include seven adult specimens (MUSM 17429, 17430, 17432, 17436--17439). Selected measurements of the holotype and paratype specimens are provided in Table 1.

**Etymology.** *Phyllotis pearsoni* is named in honor of Oliver P. Pearson, the first mammalogist to carry out an exhaustive review of the genus *Phyllotis* in 1958 with his work "A taxonomic revision of the rodent genus *Phyllotis*", which provided the principal base for future studies; for his generosity to the senior author who received his first Sherman traps from him, and for supporting him during a visit to the MVZ collection; and last but not least for being an inspiration to the authors and numerous students of mammals.



**Figure 1.** Dorsal, ventral and lateral views of cranium and mandible of *Phyllotis pearsoni* nov. sp. (MUSM 17431, holotype). Scale is 10 mm.

**Distribution.** *Phyllotis pearsoni* occurs in the Puna of northern Peru, from the District of Huasmín, south of Department Cajamarca, to the District of Pallasca, north of Department Ancash (Fig. 2). The elevational range is from 3572 to 4270 m.

**Diagnosis** (Figs. 1, 3). The new species is a medium-size Leaf-eared Mouse (TL = 203 to 249 mm) that can be distinguished from other species of *Phyllotis* by the following combination of characters: tail relatively short (41 to 49% of total length); anterior margin of nasals broad and spatulate, extending slightly beyond the face of the upper incisors; posteriorly, each nasal tapers to a narrow point posterior to the premaxillae and the maxilla-frontal-lacrimal joint; zygomatic plate vertical and moderately broad with the anterior margin concave; interorbital region narrow with parallel sides and sharp edges; incisive foramina long, extending posteriorly between M1 to about half the anterocone; palate long, extending posteriorly beyond M3 by a distance of about half the length of M3 or little longer; mesopterygoid fossa U-shaped, without a medial process; squamosal

ridge comparatively pronounced; ectotympanic bone large and well visible from dorsal view; M1 procingulum undivided and half-moon shaped; m1 procingulum with an anteromedian flexid; and capsular process of the lower incisors indistinct or absent.

**Description** (Figs. 1, 3). *Phyllotis pearsoni* exhibit long fur, 17.0 mm in average; guard hairs reach 23.0 mm and the pelage is soft with silky texture. The dorsum is grayish brown, the sides are somewhat more yellowish, both moderately contrasting with the venter. The hairs of dorsal pelage are slate color at the base (color 83 dark neutral grey)

	Holotype 17431 (III, f)	Paratype 17429 (II, m)	Paratype 17430 (III, m)	Paratype 17432 (II, f)	Paratype 17436 (IV, m)	Paratype 17437 (III, m)	Paratype 17438 (IV, m)	Paratype 17439 (V, m)
TL	243.0	230.0	-	214.0	240.0	230.0	233.0	256.0
T	113.0	108.0	-	101.0	114.0	110.0	109.0	122.0
F	26.0	27.5	-	26.0	27.0	26.0	27.0	28.0
E	23.0	22.5	-	23.0	25.0	29.0	22.5	22.5
W	59.0	47.0	-	48.0	55.0	50.0	55.5	55.0
CIL	29.18	27.93	28.58	27.09	29.34	28.35	28.82	29.37
ZB	16.36	16.02	16.07	15.48	16.43	16.23	16.58	16.50
BB	13.84	13.83	13.75	13.97	14.31	14.10	14.12	14.06
IOC	4.10	4.09	4.08	4.02	4.04	4.31	3.95	4.01
RL	10.10	9.67	9.95	9.75	10.53	10.63	10.02	10.45
NL	12.26	12.29	12.93	12.02	12.54	12.93	12.07	12.90
RW	5.73	5.50	5.68	5.13	5.88	5.71	5.64	5.78
RW2	4.83	4.52	4.56	4.14	4.70	4.55	4.34	4.36
OL	11.09	10.56	10.48	10.38	11.26	11.02	10.61	10.96
DL	8.09	7.80	8.12	7.59	8.34	8.25	7.96	8.67
MTRL	5.59	5.41	5.31	5.13	5.69	5.39	5.39	5.06
IFL	7.52	7.00	7.17	6.63	7.65	7.64	7.45	7.75
AW	6.21	6.18	5.82	5.90	6.08	5.99	6.10	6.02
OCW	6.80	7.24	6.85	6.66	7.13	7.09	6.88	7.12
MB	13.17	13.03	13.07	13.14	13.33	13.56	13.33	13.12
BOL	2.36	2.34	2.17	2.21	2.34	2.26	2.28	2.29
BFL	4.12	3.95	3.56	3.23	3.83	3.80	4.04	3.73
MFL	1.81	1.44	1.75	1.56	1.73	1.76	1.73	1.40
ZP	3.37	3.29	3.21	2.89	3.11	3.18	2.95	3.08
CD	11.59	11.48	11.79	11.02	11.45	11.46	11.82	11.42

**Table 1.** Measurements of the type series of *Phyllotis pearsoni* nov. sp. from Quiruvilca District, Santiago de Chuco Province, La Libertad Department, Peru. Number in column heading is MUSM catalog number. Age and sex in parentheses, f = female, m = male.

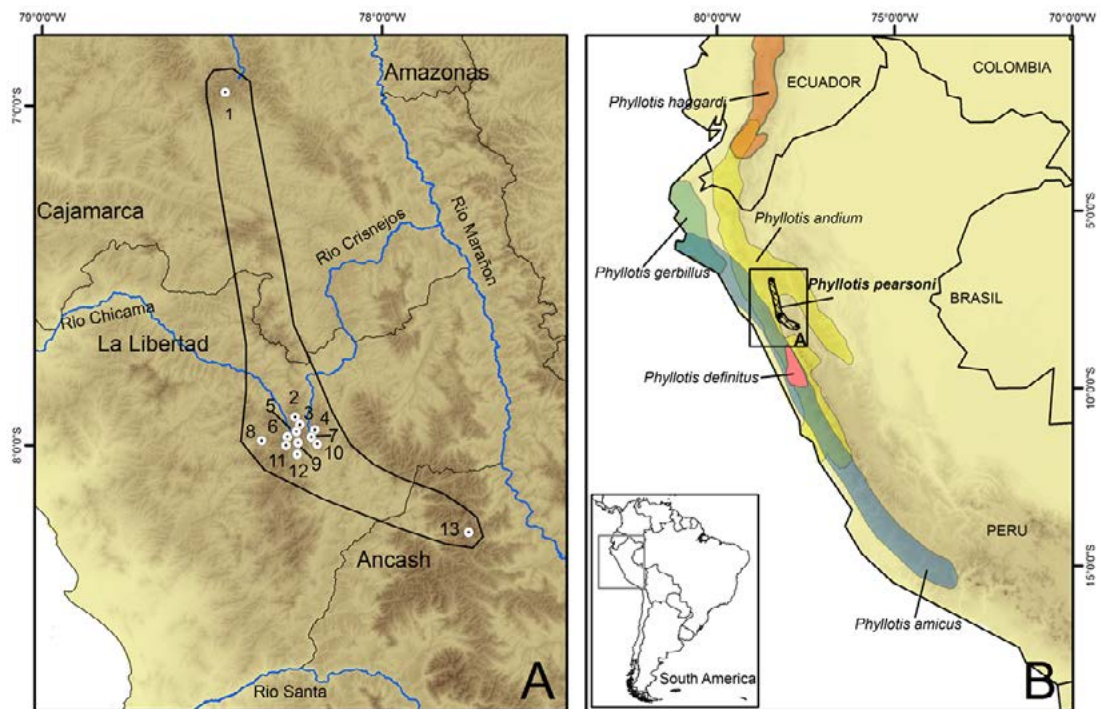
and tips brownish (color 26 clay in juvenile individuals or 39 cinnamon in old adult individuals). The hairs on ventral pelage are slate at the base (color 83 dark neutral grey) and tips whitish or white-yellowish. The hairs on the chin are dark gray-based with whitish tips. A pectoral streak is weakly visible or absent. Ears are large with a fine internal dark brown fur (38 tawny or 40 cinnamon-rufous) and a distinct antitragus. A small pale brown auricular patch behind the ears is present. Genal, superciliary, submental, interramal, and mystacial vibrissae are present; mystacial and superciliary

vibrissae are long, but not extending posteriorly behind pinnae when laid back against head. The dorsal surface of manus is covered with fine white hairs; unguis covers the claws, and the margins of the ventral surface of claws are closed at base. The digit I of manus is distinctly shorter than digit V, and this is shorter than the digit II. The hindfeet are slender and moderately long with metatarsals and digits white, and heels furred; the claws are covered by very long unguis tufts. Six small plantar pads are present. The hypothenar is smaller than the thenar and separated from it by a gap. The plantar surface separating pads is squamated.

Digit I is very short, the claw reaches half the length of phalanx 1 of digit II. The claw of digit V extends to the interphalangeal joint of digit IV. The tail is comparatively short, shorter than body and head length or subequal (41 to 49 % of total length), and bicolor (dark dorsally and neutral gray ventrally); dorsal and ventral sides are furred, with fur covering indistinct scales and the hairs individually extending more than 3 scale rows.

A distinct pencil tuft on the tip of the tail is absent. Four pairs of mammae are present in pectoral, thoracic, abdominal and inguinal position (sensu Pacheco 2003).

The skull of *Phyllotis pearsoni* is comparatively large (Fig. 1). The rostrum is robust and broad (in dorsal view) and moderately deep at level of the zygomatic plate (in lateral view). The nasals are long and spatulate, projecting anteriorly slightly beyond the



**Figure 2.** Map showing: A) the collecting localities of *Phyllotis pearsoni* nov. sp. in Peru, B) polygons of species distribution of *Phyllotis* present in northern Peru.

premaxillae and the anterior border of the incisors, and tapering posteriorly to a narrow point posterior to the premaxillae and the maxillary-frontal-lacrimal suture. The anterior margin of the premaxillae is short and narrow and extends beyond the incisors. The premaxillae form a pronounced ridge dorsal to the nasolacrimal foramen and just over the maxillae. The zygomatic plate is broad with the anterior margin smoothly concave, and the zygomatic notch is deep with the zygomatic spine slightly protruding. The superficial masseteric scar is small but visible and placed slightly posterior to the ventral

root of the zygomatic plate. The infraorbital foramen is narrow, wider dorsally (in frontal view). The antorbital bridge is very high and lies just below the dorsal surface of the rostrum, and a large trapezoidal or squarish lacrimal attaches to it. The zygomatic arch in dorsal view is robust, with parallel sides that are weakly convergent anteriorly. The zygomatic process of the maxillae is narrow and barely wider than the antorbital bridge.

The jugal is long and slender. The interorbital region is narrow, with parallel and gently squared margins, with the supraorbital foramina located slightly below. The braincase is rounded, the fronto-parietal suture is slightly serrated and U-shaped; the squamosal-parietal suture is smooth with a lateral parietal process. The interparietal is small and antero-posteriorly short, with margins exhibiting indented sutures. The palatal region is long (*sensu* Hershkovitz 1962) and slightly grooved; it extends behind the posterior plane of M3 by a distance of about half the length of M3 or a little more; and the posterolateral palatal pits are small and placed anterior to the mesopterygoid fossa and behind M3.



**Figure 3.** An external view of *Phyllotis pearsoni* nov. sp. (MUSM 24762); a plantar view of the hind foot is also inserted (MUSM 24765). Not at scale. Photographs by Víctor Pacheco.

The diastema (in lateral view) is mainly flat. The incisive foramina are long and narrow with parallel margins. The premaxillary portion of the septum separating right and left foramina is broad and extends half the length of the foramina, while the maxillary portion of septum is long and thin. The maxillary base of the molars is broad and sub-rectangular, and clearly visible from dorsal view (*sensu* Pacheco 2003). The mesopterygoid fossa is narrow and U-shaped. The sphenopalatine vacuities are large and wide, exposing the presphenoid. The parapterygoid fossa is triangular and wide, with inconspicuous vacuities. The posterior opening of the alisphenoid canal is large with a distinct groove for the infraorbital artery. The middle lacerate foramen is very open, extending anteriorly beyond the level of the bony Eustachian tube; the alisphenoid extends from anterior edge of tympanic bullae to the sphenopalatine foramen, and the alar fissure is shallow.

The alisphenoid strut is absent. A small anterior opening of alisphenoid canal and a long foramen oval are present. The ethmoid foramen is small and located dorsal to M2.

The ethmoturbinals are of moderate size. The optic and the orbitosphenoid foramina are large and posterior to M3. The carotid circulation corresponds to the “primitive”



condition (*sensu* Voss 1988) with a large stapedial foramen, squamosal-alisphenoid groove and a conspicuous sphenofrontal foramen. The internal carotid is moderately large and bordered by the basioccipital bone, the ectotympanic portion of the auditory bullae, and the petrosal. The ectotympanic bullae are globose. The tegmen tympani overlaps the posterior suspensory process of the squamosal and a sinus groove is present.

The ectotympanic ring is closed, and the dorsal margin of the ectotympanic extends posteriorly to contact the petrosal (*sensu* Pacheco 2003). The ectotympanic is also large and easily visible from dorsal view. The bony Eustachian tubes are long and extend to the posterior margin of the parapterygoid fossae. The anterior process (stapedial spine) is long and slender, but does not reach the posterior margin of the alisphenoid bone.

The malleus lamina is square with a long and thin manubrium; the orbicular apophysis is large and digit-like; the processus brevis of the incus is narrow with knob-like tip.

The postglenoid foramen is smaller than the subsquamosal fenestra, and the two are separated by a long and narrow hamular process that reaches the mastoid bone. The lambdoid ridge is absent. The basioccipital is sub triangular and divided by a shallow medial ridge. The mastoid (periotic capsule of petrosal) is square with a moderately large fenestra. The occipital condyles are not conspicuous in dorsal view; the paraoccipital processes are small and located posterior to the hypoglossal foramen; and the foramen magnum is rounded. The hyoid apparatus is composed of an arched basihyal with an entoglossal process weakly developed, a short thyrohyal, and a ceratohyal with free and spatulated tip.

The upper incisors are large and deep with moderately opisthodont orientation (*sensu* Hershkovitz 1962), lacking incisor grooves, and with rounded or blunt tips, the wear surface facing posteriorly. The tooth topography conforms to the tetralophodont dental pattern, with slightly hypsodont crown and cusp arrangement on M1 and m1 respectively slightly alternate and alternate. The toothrows are parallel. The anterior margin of M1 is just ventral to the posterior margin of the zygomatic plate; the procingulum is undivided and rounded, with a half-moon shape; the paraflexus and metaflexus are wider than protoflexus and mesoflexus; the paracone and metacone are slightly narrower than protocone and hypocone. M2 presents as an "S" shape, the hypoflexus is slightly deep projecting perpendicularly to the tooth and narrower than mesoflexus. M3 is 2/3 or 3/4 the size of M2, with a shallow hypoflexus and a distinct lake left by a worn metaflexus.

The procingulum of m1 exhibits an anteromedian flexid and an anterior fossetid in unworn molars. In m2, the protoflexid is weakly developed or absent, the hypoflexid and mesoflexid are distinct, and a narrow and oblique posteroflexid is observed in unworn molars. The m3 is smaller than m2 but the hypoflexid and mesoflexid are conspicuous.

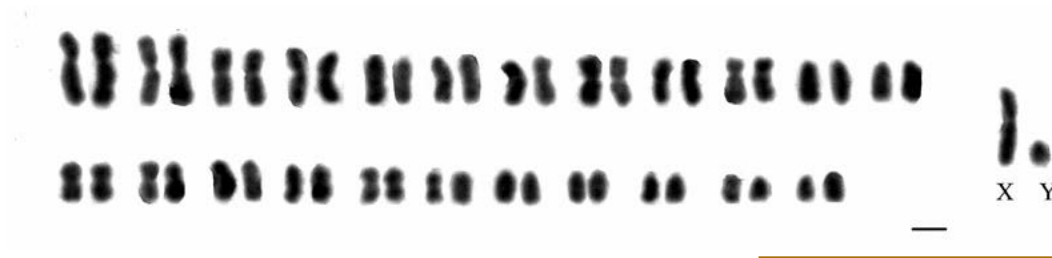
The mandible has a slightly concave or sigmoid ventral margin. The superior and inferior masseteric crests converge in front of the anterior margin of m1; the mental foramen is high and located on the dorsal surface of diastema; the capsular process of the lower incisor alveolus is indistinct. The coronoid process is small and level with the condylar process, and the sigmoid notch between them is shallow and horizontal; the condylar process is robust, dorsal, and posterior to the angular process with a deep angular notch

*Phyllotis pearsoni* has seven cervical, thirteen thoracic, six lumbar, four sacral and twenty-nine caudal vertebrae. The humerus has a large entepicondylar foramen and a

large distinct deltoid crest; a large supratrochlear foramen is present. The calcaneum is short with a gap between the proximal edge of the trochlear process and the posterior articulation facet. The tibia and fibula are fused for more than 40 percent of the length of the tibia, and the tibia-femur ratio is 80 percent. The three middle metatarsals are longer than lateral ones (I-V). Metatarsal III is barely longer than IV and II, the metatarsal V is longer than I. The peroneal process of the fifth metatarsal does not reach the proximal edge of cuboid bone.

The morphology of the stomach conforms to the unilocular-hemiglandular pattern (Carleton 1973), in which the bordering fold crosses the lesser curvature at the apex of the incisura angularis, then recurves sharply and passes to the left of the esophageal orifice. The corpus contains some glandular epithelium, similar to the figure of *Thomasomys paramorum* in Carleton (1973: Fig 4a). The gall bladder is present.

**Karyotype.** *Phyllotis pearsoni* has a diploid number ( $2n$ ) = 48 and an autosomal fundamental number (FN) = 72. The autosomal chromosome complement consists of two groups, the first comprises 13 pairs of metacentrics and the second by 10 pairs of acrocentric chromosomes. The X chromosome is submetacentric and the Y chromosome is a small acrocentric (Fig. 4).



**Figure 4.** Standard Giemsa-stained karyotype of *Phyllotis pearsoni* nov. sp. ( $2n$  = 48, FN = 72) from a male specimen (MUSM 24767), Río Caballo Moro, La Libertad Department. Scale bar = 5  $\mu$ m.

**Comparisons.** Stepan *et al.* (2007) recognized the *andium/amicus*, the *osilae*, and the *darwini* groups within the genus *Phyllotis*. Morphologically, *P. pearsoni* is readily separated from members of the *osilae* and *darwini* groups by the short tail (short or subequal to head and body length) versus longer tail (longer than head and body length), and by the robust rostrum. In addition, compared to the *osilae* group, *P. pearsoni* exhibit a weak pectoral streak, and the posteropalatal pits placed anterior to the mesopterygoid fossae versus a clear pectoral streak and posteropalatal pits located at both sides of the mesopterygoid fossae. *P. pearsoni* mainly requires further comparisons with the members of the *andium/amicus* group, to which it belongs.

*Phyllotis pearsoni* is similar to *P. andium* in fur coloration but is a distinctly larger mouse with proportionally shorter tail (Fig. 5, Table 2). In *P. pearsoni*, the guard hairs in the dorsal pelage are longer (17 mm versus 10 mm), and the hindfoot is relatively shorter. The cranium of *P. pearsoni* is larger than that of *P. andium*; the rostrum is also more robust, and the nasals are wider. Other differences in a comparison of *P. pearsoni* with *P. andium* include the following: broader zygomatic plate, deeper zygomatic notch and more distinct zygomatic spine, more robust zygomatic arch (in dorsal view), narrower interorbital region (Fig. 6A), U-shaped mesopterygoid fossa versus squarish in *P. andium*, broader presphenoid, and more open middle lacerate foramen (Fig. 6B). The features in dentition are very similar, but in *P. pearsoni* the toothrow is longer (Table 2), the M1

procingulum is broader, and the M1 procingulum is half-moon shaped versus slightly ovoid in *P. andium* (Fig. 7A). The procingulum of m1 of *P. pearsoni* exhibits a small lingual flexid which is absent in *P. andium* (Fig. 7B). Also, an anterior fossetid in unworn m1 is more frequent in *P. pearsoni*. The mandible of *P. pearsoni* is larger and the capsular process of the lower incisor alveolus is inconspicuous or absent versus moderate or conspicuous in *P. andium*.

*Phyllotis pearsoni* is distinctly much larger compared to *P. amicus* (Table 2). Also, the ears, tail, and hindfeet of *P. pearsoni* are proportionally shorter in relation to head and body length than those of *P. amicus*, and the dorsal and ventral pelage of *P. pearsoni* is distinctly less strongly countershaded. The superciliary vibrissae in *P. pearsoni* extend only to the pinnae, while those of *P. amicus* are very long, extending posteriorly behind pinnae when laid back along the body. *P. pearsoni* lacks a pencil at the tip of the tail, a feature that is present in *P. amicus*. Cranially, *P. pearsoni* is much larger, the rostrum is more robust, and the toothrow is longer; the tympanic bullae, however, are proportionally smaller, and the interorbital region is narrower.

*Phyllotis pearsoni* is slightly smaller than *Phyllotis definitus* (Table 2). In *P. pearsoni* the dorsal pelage is grayish and the ventral pelage is whitish versus the cinnamon brown dorsal pelage and grayish ventral coloration of *P. definitus*. The tail in *P. pearsoni* is clearly more bicolor. The cranium of *P. pearsoni* is slightly smaller with a narrower rostrum, and

**Table 2.** Average measurements of *Phyllotis pearsoni* nov. sp., *P. andium*, *P. amicus*, *P. gerbillus*, *P. definitus*, and *P. haggardi* listed in Appendix 1. Weight is given in grams and measurements in millimeters (see abbreviations in the text). Mean and Standard deviation (above), observed range and sample size in parenthesis (below).

Variable	<i>P. pearsoni</i>	<i>P. andium</i>	<i>P. amicus</i>	<i>P. gerbillus</i>	<i>P. definitus</i>	<i>P. haggardi</i>
TL	228.5 ± 12.50 203.0-249.0 (22)	231.5 ± 12.92 201.0-254.5 (36)	197.2 ± 9.29 189.0-208.0 (4)	160.5 ± 5.50 155.0-165.0 (3)	244.5 ± 16.97 222.0-272.0 (8)	171.0 ± 16.97 159.0-183.0 (2)
T	107.3 ± 7.56 92.0-122.0 (22)	120.7 ± 8.36 101.0-136.0 (36)	108.6 ± 13.05 94.0-119.0 (3)	79.5 ± 4.51 75.0-84.0 (3)	121.1 ± 9.92 101.0-136.0 (9)	77.00 ± 9.90 70.0-84.0 (2)
F	26.4 ± 1.56 22.5-30.0 (25)	25.2 ± 1.08 23.0-27.0 (39)	22.5 ± 0.58 22.0-23.0 (4)	19.0 ± 1.15 18.0-20.0 (3)	29.4 ± 0.88 28.0-31.0 (9)	23.0 ± 0 23.0-23.0 (2)
E	23.3 ± 1.26 21.00-25.5 (25)	22.1 ± 1.31 20-25 (39)	22.5 ± 3 19.0-25.0 (4)	15.5 ± 1.53 14.0-17.0 (3)	23.5 ± 1.01 22.0-25.0 (9)	22.0 ± 0 22.0-22.0 (2)
W	51.2 ± 6.35 41.0-68.0 (24)	39.0 ± 8.78 22.5-55.0 (39)	24.5 ± 4.43 18.0-28.0 (4)	15.5 15.5 (1)	63.0 ± 12.91 50.0-89.0 (9)	29.5 ± 0.71 29.0-30.0 (2)
CIL	28.54 ± 0.97 26.28-30.29 (24)	26.18 ± 1.16 23.63-27.79 (41)	23.54 ± 1.64 21.81-25.55 (4)	20.58 ± 0.26 20.37-20.89 (3)	29.74 ± 1.35 28.31-33.02 (9)	24.09 ± 0.38 23.82-24.36 (2)
ZB	16.22 ± 0.57 15.22-17.31 (25)	14.58 ± 0.54 13.55-15.73 (41)	13.21 ± 1.05 12.22-14.29 (4)	12.21 ± 0.41 11.77-12.59 (3)	16.66 ± 0.58 16.21-18.15 (9)	13.66 ± 0.47 13.33-14 (2)
BB	13.78 ± 0.28 13.03-14.24 (25)	12.72 ± 0.35 11.86-13.34 (42)	11.99 ± 0.56 11.5-12.56 (4)	11.05 ± 0.16 10.94-11.23 (3)	14.16 ± 0.33 13.77-14.75 (9)	12.21 ± 0.16 12.1-12.32 (2)
IOC	4.19 ± 0.12 3.85-4.37 (25)	4.25 ± 0.20 3.91-4.95 (42)	4.11 ± 0.08 3.99-4.17 (4)	3.87 ± 0.07 3.79-3.91 (3)	4.5 ± 0.16 4.24 - 4.79 (9)	4.32 ± 0.02 4.3-4.33 (2)
RL	10.16 ± 0.45 9.42-11.35 (25)	9.22 ± 0.52 8.15-10.22 (41)	8.14 ± 0.22 7.92-8.42 (4)	7.51 ± 0.27 7.25-7.78 (3)	10.33 ± 0.57 9.7-11.56 (9)	8.65 ± 0.06 8.61-8.7 (2)

Continuous...

Continuous...

Variable	<i>P. pearsoni</i>	<i>P. andium</i>	<i>P. amicus</i>	<i>P. gerbillus</i>	<i>P. definitus</i>	<i>P. haggardi</i>
NL	12.45 ± 0.39 11.3-13.15 (25)	11.44 ± 0.55 10.35-12.73 (41)	10.30 ± 0.33 10.00-10.62 (4)	8.91 ± 0.10 8.79-8.99 (3)	12.90 ± 0.76 12.23-14.67 (9)	11.11 ± 0.11 11.03-11.18 (2)
RW	5.61 ± 0.32 4.9-6.25 (25)	5.13 ± 0.33 4.61-5.70 (42)	4.52 ± 0.53 3.95-5.02 (4)	3.91 ± 0.07 3.83-3.96 (3)	5.98 ± 0.45 5.50-7.00 (9)	4.74 ± 0.06 4.69-4.78 (2)
RW2	4.62 ± 0.29 3.88-5.19 (25)	4.30 ± 0.21 3.76-4.73 (42)	3.77 ± 0.39 3.37-4.13 (4)	3.27 ± 0.14 3.12-3.39 (3)	5.28 ± 0.22 4.95-5.67 (9)	3.9 ± 0.10 3.83-3.97 (2)
OL	10.84 ± 0.36 10.16-11.73 (25)	9.87 ± 0.43 9.08-10.71 (42)	9.03 ± 0.65 8.33-9.59 (4)	8.40 ± 0.19 8.21-8.58 (3)	11.16 ± 0.36 10.77-12.05 (9)	9.20 ± 0.46 8.87-9.52 (2)
DL	8.15 ± 0.37 7.53-9.05 (25)	7.63 ± 0.49 6.65-8.60 (42)	6.30 ± 0.52 5.63-6.80 (4)	5.67 ± 0.23 5.43-5.88 (3)	8.34 ± 0.44 7.82-9.29 (9)	6.85 ± 0.01 6.84-6.86 (2)
MTRL	5.41 ± 0.22 5.02-5.7 (25)	4.69 ± 0.20 4.34-5.01 (42)	4.12 ± 0.40 3.73-4.47 (4)	3.73 ± 0.13 3.59-3.84 (3)	5.63 ± 0.20 5.28-5.92 (9)	4.28 ± 0.20 4.14-4.42 (2)
IFL	7.21 ± 0.42 6.49-8.27 (25)	6.64 ± 0.44 5.31-7.38 (42)	5.78 ± 0.53 5.27-6.33 (4)	4.98 ± 0.01 4.97-4.99 (3)	7.52 ± 0.51 7.04-8.79 (9)	6.16 ± 0.09 6.09-6.22 (2)
AW	5.98 ± 0.13 5.78-6.27 (25)	5.81 ± 0.19 5.42-6.27 (42)	5.31 ± 0.05 5.24-5.35 (4)	4.81 ± 0.12 4.69-4.93 (3)	6.31 ± 0.14 6.15-6.59 (9)	5.54 ± 0.13 5.44-5.63 (2)
OCW	7.02 ± 0.17 6.62-7.25 (23)	6.59 ± 0.19 6.28-7.04 (39)	5.98 ± 0.16 5.84-6.12 (4)	5.59 ± 0.42 5.29-5.89 (2)	7.31 ± 0.18 7.11-7.60 (9)	6.04 ± 0.31 5.82-6.26 (2)
MB	13.30 ± 0.27 12.78-13.88 (25)	12.11 ± 0.32 11.42-12.81 (41)	11.54 ± 0.36 11.06-11.89 (4)	9.55 ± 0.09 9.47-9.64 (3)	13.74 ± 0.41 13.34-14.68 (9)	11.81 ± 0.13 11.71-11.9 (2)
BOL	2.15 ± 0.13 1.91-2.35 (24)	2.16 ± 0.22 1.81-2.69 (42)	1.79 ± 0.36 1.46-2.11 (4)	1.82 ± 0.14 1.66-1.91 (3)	2.15 ± 0.14 1.92-2.31 (9)	1.91 ± 0.01 1.9-1.91 (2)
MFL	4.69 ± 0.23 4.18-5.17 (25)	3.70 ± 0.25 3.11-4.14 (42)	3.18 ± 0.07 3.09-3.23 (4)	4.58 ± 2.72 2.76-7.71 (3)	3.83 ± 0.32 3.31-4.44 (9)	-
MFW	1.64 ± 0.13 1.36-1.87 (25)	1.35 ± 0.16 1.02-1.64 (41)	1.18 ± 0.13 1.03-1.34 (4)	1.03 ± 0.05 1.00-1.09 (3)	1.15 ± 0.13 0.87-1.28 (9)	0.92 ± 0.01 0.91-0.92 (2)
CD	11.52 ± 0.29 11.01-11.97 (24)	9.19 ± 0.32 8.50-9.99(42)	9.73 ± 0.34 9.25-10.03 (4)	8.36 ± 0.08 18.26-8.41 (3)	11.56 ± 0.44 11.01-12.48 (9)	9.98 ± 0.03 9.96-10.00 (2)
ZP	3.27 ± 0.17 2.96-3.66 (25)	2.98 ± 0.23 2.23-3.36(42)	2.77 ± 0.24 2.54-3.09 (4)	2.38 ± 0.14 2.30-2.54 (3)	3.27 ± 0.18 3.00-3.53 (9)	2.88 ± 0.02 2.86-2.89 (2)

the posteropalatal pits are smaller. Also, the mesopterygoid fossae in *P. pearsoni* is wider and U-shaped versus squarish in *P. definitus*. In *P. pearsoni* the middle lacerate foramen is more open and the procingulum of M1 is larger.

*Phyllotis pearsoni* is much larger than *P. gerbillus* (Table 2). Its pelage is greyer dorsally and whitish ventrally, in contrast to the yellowish dorsal pelage and whitish ventral pelage of *P. gerbillus*. The cranium of *P. pearsoni* is larger with a broader rostrum, but the interorbital region is comparatively narrower. The toothrow is longer than that of *P.*

*gerbillus* (MTRL 5.41 mm versus 3.73 mm on average). The medial palatal process, absent in *P. pearsoni*, is present in *P. gerbillus*, and the middle lacerate foramen of *P. gerbillus* is more open. The capsular process of the lower incisors of *P. pearsoni* is indistinct or absent, and the coronoid process is less pronounced. The M1 is comparatively narrower, and the metaflexid m1 is deeper.



**Figure 5.** Comparisons of dorsal and ventral views of skins of *Phyllotis pearsoni* nov. sp. (left side, MUSM 17431), and *P. andium* (right side, MUSM 24750). *Phyllotis pearsoni* nov. sp. is clearly larger with a relatively shorter tail.

*Phyllotis pearsoni* is larger than *P. haggardi* (Table 2), and the hairs on dorsum are longer (17.0 mm versus 10.0 mm respectively). The tail of *P. pearsoni* is relatively smaller, more strongly bicolored, and lacks the small pencil present in *P. haggardi*. The cranium of *P. pearsoni* is larger with rostrum broader, the palatal bone is shorter and the posteropalatal pits are less large and deep, the mesopterygoid fossae is broader, the primary molar cusps of *P. pearsoni* are not as clearly alternate as they are in *P. haggardi*. The tooththrows in *P. haggardi* converge posteriorly.

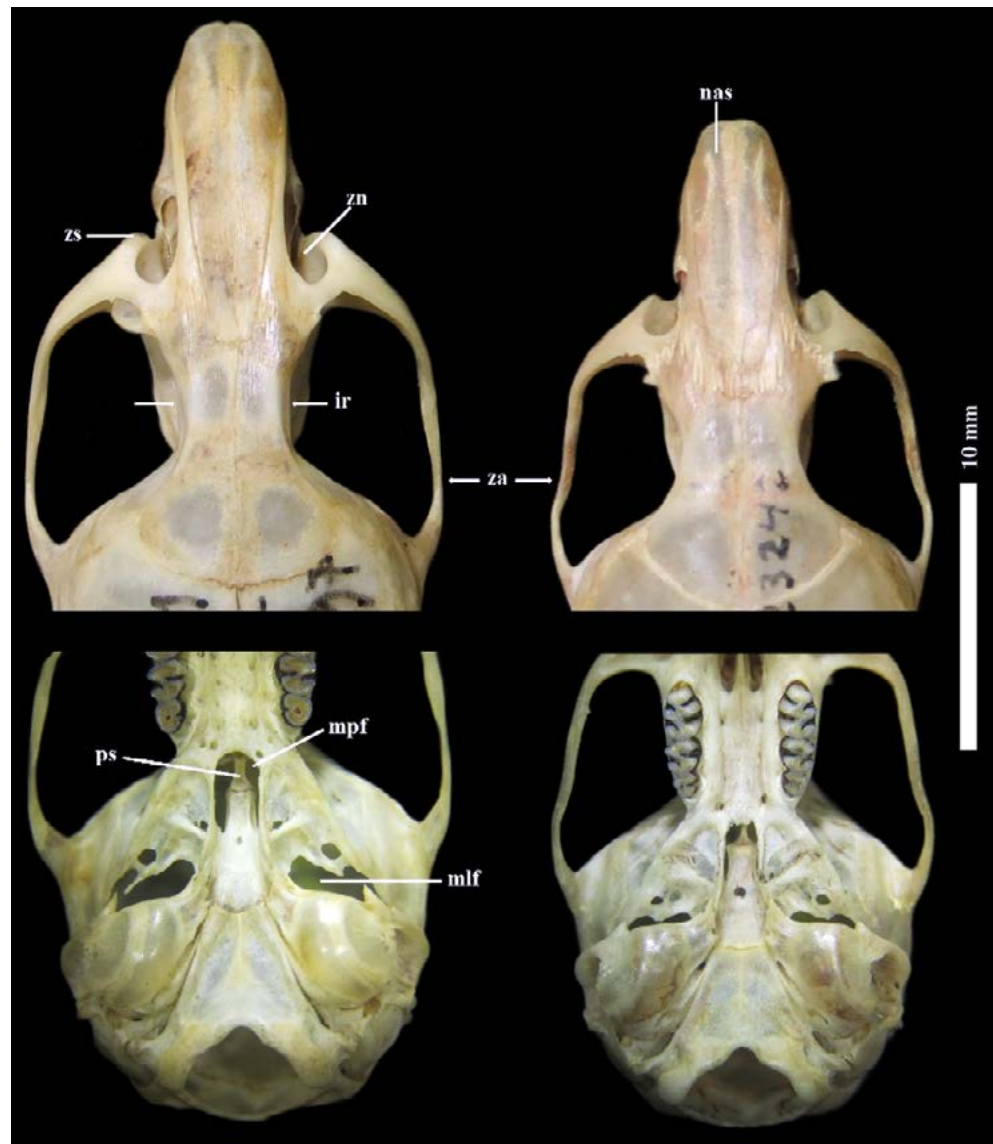
**Morphometric analysis.** The *t* test showed no significant sexual dimorphism in *Phyllotis pearsoni* or *P. andium*, therefore both sexes were pooled for multivariate analysis. A Principal Component analysis of measurements of *P. pearsoni* and *P. andium* based on 20 cranial meristic variables found that the first three components accounted for 79.1 % of total variance (65.4 %, 8.0 % and 5.7% respectively; Table 3). The variables that account for the greatest proportion of variance are CIL, ZB, CD, OL, MFL, RL (data not showed). Plots of PC 1 versus PC 2, and PC 1 versus PC 3 show two clearly separated groups, one shaped by specimens of *P. pearsoni* and the other by specimens of *P. andium*; the new species is located mainly on the positive side of the first axis whereas *P. andium* on the negative side (Fig. 8), probably reflecting the smaller overall size of *P. andium*. A plot of PC 2 versus PC 3 (not included) shows no separation between the two species.

Variable	Principal components		
	First	Second	Third
CIL	0.97	0.12	0.01
ZB	0.96	-0.05	0.00
BB	0.85	-0.39	0.08
IOC	-0.27	0.09	0.81
RL	0.93	0.04	0.05
NL	0.89	0.09	0.07
RW	0.87	0.26	0.00
RW2	0.75	0.16	0.18
OL	0.91	-0.02	-0.06
DL	0.72	0.25	0.17
MTRL	0.89	-0.20	0.10
IFL	0.85	0.30	0.15
AW	0.59	0.52	0.12
OCW	0.79	-0.31	0.04
MB	0.89	-0.26	-0.11
BOL	0.30	0.57	-0.56
MFL	0.91	-0.17	-0.06
MFW	0.70	-0.35	-0.14
CD	0.91	-0.31	-0.09
ZP	0.77	0.35	-0.01
Eigenvalue	13.08	1.60	1.14
Variance %	65.41	8.02	5.68
Acumulated variance	65.41	73.44	79.12

**Table 3.** Factor loadings on the first three axes of a principal component analysis based on 20 log-transformed cranial variables for adult specimens of *Phyllotis andium* (n = 29) and *P. pearsoni* nov. sp. (n = 23).

*Natural History and Habitat.* All specimens of *Phyllotis pearsoni* were trapped in Puna habitats of northern Peru (Fig. 9). Pacheco (2002) defined the Peruvian Puna as the region above 3,500 m covered by grasses and located to the south of the Huancabamba depression and between the western and eastern slopes of the Andes. Zamora-Jimeno (1996) states that the Puna or High Andean grassland is the Andean region from 3800 to 4,200 m elevation, characterized by grassland habitats with low temperatures (< 8 °C isofrigid [see definition in Plant and Soil Sciences eLibrary 2014]) and water stress, summer temperatures higher than 15 °C, and annual precipitation from 250 to 1,000 mm. In this region, grasses of the genera *Calamagrostis*, *Festuca*, *Poa* and others are common. In the Puna, based on a capture of 38 specimens, *P. pearsoni* showed a preference for open grassland microhabitats (63%), followed by grassland with boulders (24%), median size shrubs (10.5%), and wetlands (2.5%).

*Phyllotis pearsoni* was trapped in the same Puna habitat with *Akodon mollis*, *Akodon* sp., *Auliscomys pictus*, *Calomys sorellus*, and *Phyllotis andium*; and was captured with Victor, Museum special and Sherman traps with standard bait consisting of oats, peanut butter, vanilla, honey, raisins, and seeds.



**Figure 6.** Comparisons of skulls between *Phyllotis pearsoni* nov. sp. on the left (MUSM 17431) and *P. andium* on the right (MUSM 23242). A) dorsal view of cranium, B) ventral view of cranium. **ir**: interorbital region, **mlf**: middle lacerate foramen, **mpf**: mesopterygoid fossa, **nas**: nasals, **ps**: presphenoid, **za**: zygomatic arch, **zn**: zygomatic notch, **zs**: zygomatic spine.

*Phyllotis pearsoni* showed a greater reproductive activity in the wet season (December to May) where 84% of the males with reproductive data had morphological evidence of reproductive activity assessed by the presence of scrotal testes, and 61% of females with reproductive data showed some reproductive activity (i.e., perforated vagina, mammary glands developed or lactating). These percentages of reproductive activity decreased to 67% in males and 22% in females during the dry season (June to October).

The fecal content analysis of one individual, evaluated in 10 randomly selected fields, where the percentage was interpreted as a measure of volume (Solari 1997), revealed a high abundance of fruits (70%), including fruit remains (54.7%) and seeds (15.3%), followed by other plant remains (18%), and a small percentage of insect larvae remains (3.3%; Fig. 10), 8.7% were undetermined material. Seeds were identified as a morphospecies

of the family Ericaceae, probably *Gaultheria* sp. (Cervantes, O. K., *pers. comm.*). Similar results interpreted as volume were obtained with the stomach content analysis of two individuals, evaluated in 10 randomly selected fields, which revealed a predominance of plant material (78.5%) that included monocotyledons (33.98%) and dicots (44.47%), the last composed mainly of fruits (43.39%) of the family Ericaceae. Insect remains were found also in low percentages: arthropod-larvae (9.06%) and arthropod-adult (8.74%); and some 3.75% was represented by remains of hairs, sporocarps of mycorrhizal fungi, and undetermined material (Alvarez, J. D. and Cervantes, O. K., *pers. comm.*).



**Figure 7.** Comparisons of upper molar rows (A) and lower molar rows (B) between *Phyllotis pearsoni* nov. sp. on the left (MUSM 17431) and *P. andium* on the right (MUSM 24131). **pro:** procingulum, **amf:** anteromedian flexid.

## Discussion

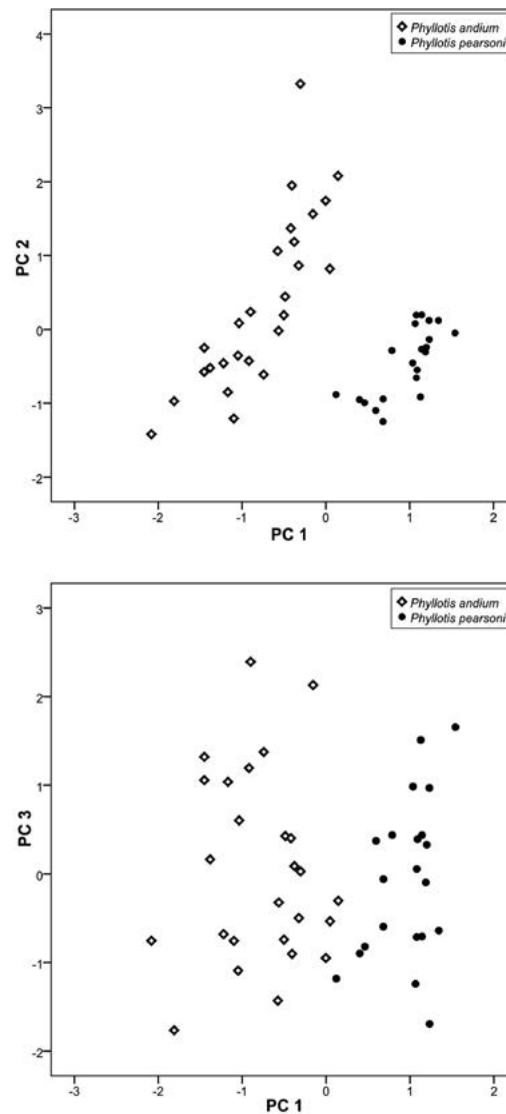
Peru holds a large diversity of mammalian species, ranking fifth worldwide and third in the Neotropics (Pacheco *et al.* 2009); moreover, new species plus distributional and taxonomic changes are constantly being reported. In rodents, for example, *Akodon josemariarguedasi* was recently described (Jiménez *et al.* 2013); *Oecomys paricola* was reported for first time for the country (Hice and Velazco 2012); *Akodon baliolus* is now recognized as full species (Pacheco *et al.* 2011; Coyner *et al.* 2013), as are *A. surdus* (Coyner *et al.* 2013) and *Oxymycterus juliacae* (Pacheco *et al.* 2011). *Rhipidomys latimanus* was also added to the country's fauna (Tribe 1996, Tribe *in press*). At present, the diversity of Peruvian rodents is no less than 168 species, six more than reported by Pacheco *et al.* (2009).

Steppan *et al.* (2007) highlighted the presence of probable cryptic species in *Phyllotis*. Deep topographic features in the Andes that have acted as barriers favor a high level of speciation in sigmodontine rodents (Hershkovitz 1962). With the present description of *P. pearsoni*, the current count for the genus is 16 species; but the actual diversity of the genus is expected to rise as suggested by the recent discoveries in poorly known areas:



*P. anitae* and *P. alisosiensis*, both from Argentina (Jayat *et al.* 2007; Ferro *et al.* 2010, respectively); and *P. pearsoni* (this work).

Steppan *et al.* (2007) based on a molecular analysis of *Phyllotis* species using *cyt b*, found that *P. pearsoni* (reported as *Phyllotis* sp. nov. 1) was closely related to *P. andium*, *P. amicus* and *P. gerbillus*, members of the “*andium/amicus* group,” a monophyletic group with a distributional range restricted to northwestern Peru and southern Ecuador. Other species that occur within the distribution of this group are *P. haggardi* and *P. definitus* (Pearson 1958). Unfortunately, these species were not included in Steppan *et al.* (2007)′s analysis, and consequently it is uncertain whether these species belong to the *andium/amicus* group. A systematic study including *P. haggardi* and *P. definitus* is needed to test the hypothesis that North-Andean *Phyllotis* species are a monophyletic group.



**Figure 8.** Projection of specimen scores for factors 1 and 2 (above) and factors 1 and 3 (below) extracted from principal component analyses, comparing samples of *Phyllotis andium* and *Phyllotis pearsoni* nov. sp. See Table 3 for variable correlations and explanation of percent variance.

*Phyllotis pearsoni* is an endemic Peruvian species (Pacheco *et al.* 2009) that occurs only on the western Andes in Northern Peru. Based on present records we hypothesize that the distributional limits of this species are the Río Santa to the south, Río Marañón to the east, and the Huancabamba depression to the north. These geographic features are barriers to bird species (Vuilleumier 1969; Parker *et al.* 1985; Schulenberg *et al.* 2007,

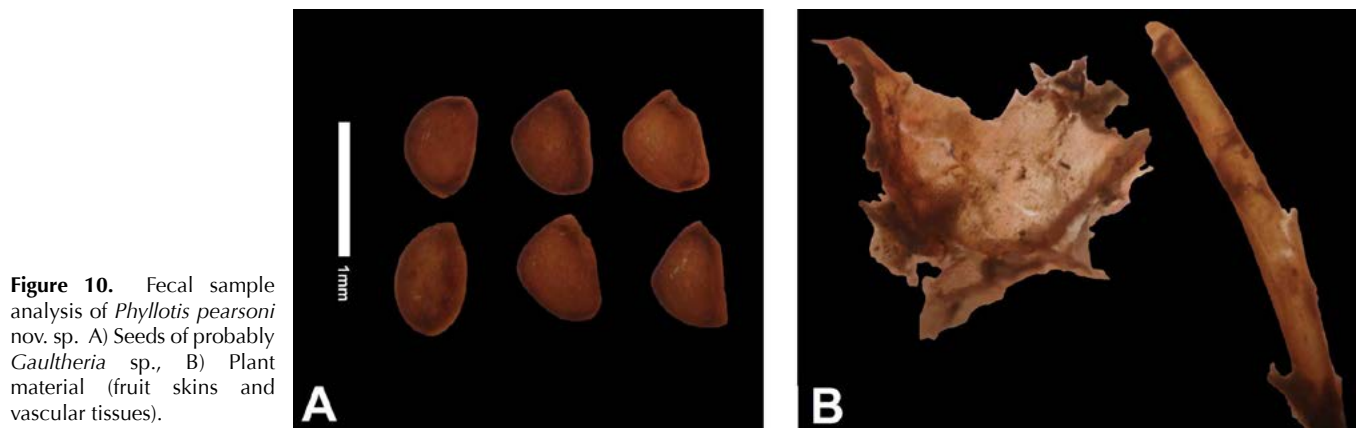
amphibians and reptiles (Duellman 1979; Cannatella 1982; Cadle 1991; Duellman and Wild 1993), and other mammals (Patterson *et al.* 1992, Pacheco 2002); and are also likely geographic barriers for *P. pearsoni*. Other species are known to have ranges similar to *P. pearsoni* including the akodontines *Akodon* nov. sp. (Pacheco *et al.* 2009) and *Akodon mollis* (Jiménez *et al.* 2013), and the thomatomyines *Thomasomys praetor* and *T. pyrhoneotus* (Pacheco in press). The concordance of these ranges of species from different tribes suggest that the western Andean Cordillera in Northern Peru might represent a center of endemism for rodents and likely other taxa.



**Figure 9.** Puna habitat in the Quiruvilca region, La Libertad Department, Peru, where *Phyllotis pearsoni* nov. sp. was collected. Photograph by V. Pacheco.

*Phyllotis pearsoni* and *P. andium* are closely related and sympatric species, but they are distinct in morphology, karyotype, and DNA sequences. Steppan *et al.* (2007: 813) found six apomorphic changes: four unique synapomorphies for *P. pearsoni*, and two for *P. andium*; morphological and karyotype data were presented here. Studies on the habitat preferences and ecological topics that may explain the causes of speciation are scarce (Arana *et al.* 2002; Cerro 2005). *P. pearsoni* has been recorded only in the Puna habitats of northern Peru above 3,500 m; in contrast, *P. andium* has been recorded in more diverse habitats including coastal desert, Paramo, shrubby and Puna habitats (Pacheco *et al.* 2009), with preference for shrubby habitats (Pearson 1972; Cerro 2005), from approximately 200 m to 4,800 m (Hershkovitz 1962). It thus appears that *P. andium* is a more generalist species than *P. pearsoni*. *P. gerbillus* (0 m to 120 m) and *P. amicus* (85 m to 3,200 m), other members of the *andium/amicus* group, also have a much lower elevational range. Based on Steppan *et al.* (2007: 808, Fig. 2) it is then possible that highland species like *P. pearsoni* derived from lowland and probably more generalist species. Ecological and natural history studies are needed to test whether lowland species are more generalists than highland species.

The karyotype of *P. pearsoni* ( $2n = 48$ ,  $FN = 72$ ) is more similar to the karyotype of *P. andium* ( $2n = 64$ ,  $FN = 72$ ; Pearson 1972), sharing the presence of numerous acrocentric chromosomes, a feature that appears to reinforce the close relationship of these species suggested by their DNA sequences (Steppan *et al.* 2007). *P. definitus* was not included in that study because of lack of tissues. However, we hypothesize that *P. definitus* ( $2n = 54$ ,  $FN = 72$ ) might be closely related to *P. andium* and *P. pearsoni* based on the presence of acrocentric chromosomes. Together these species form a group that we propose to call the *andium* group, in a more restricted sense than the *andium/amicus* or *andium/gerbillus* group (*sensu* Steppan *et al.* 2007). The restricted *andium* clade is found to be related to the clade of *P. gerbillus* and *P. amicus* in a phylogeny based on cytochrome *b*, but not with RAG-1 sequences (Steppan *et al.* 2007). Banding techniques are needed to properly assess the close relationship of the species that share acrocentric chromosomes



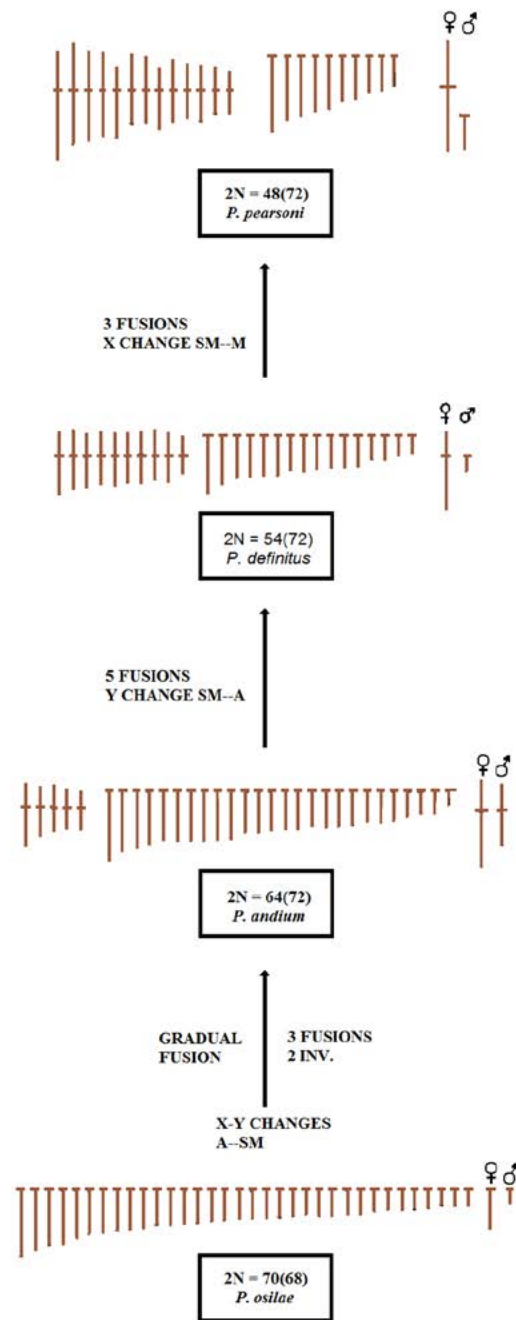
**Figure 10.** Fecal sample analysis of *Phyllotis pearsoni* nov. sp. A) Seeds of probably *Gaultheria* sp., B) Plant material (fruit skins and vascular tissues).

Although sharing numerous acrocentric chromosomes is not a proof of relationship *per se*, several works within Phyllotini show that its diversity in chromosomal complement is derived from the ancestral karyotype of *P. osilae* (Kramer *et al.* 1999) through a reduction in diploid number and increase in fundamental number (Spotorno *et al.* 2001). Within the *andium* group, we suggest that the chromosomal complement of *P. pearsoni* has resulted from three autosomic fusions (Robertsonian translocations) and a reduction of the Y chromosome from the karyotype of *P. definitus* (Fig. 11), a common process that favors reproductive isolation and speciation (Walker *et al.* 1984). The derivation of the chromosomal complement of *P. pearsoni* from *P. andium* or *P. osilae* is less parsimonious because it would require eight and thirteen autosomic fusions respectively. The karyotype of *P. pearsoni* then suggests that it is more related to *P. definitus* than to other members of the *andium* group. Our report of the karyotype of *P. pearsoni* supports Pearson's hypothesis (1972) that the evolution of *Phyllotis* has been accompanied by a series of Robertsonian translocations, a process similar to the chromosome evolution found in akodontine rodents (Fernández-Donoso *et al.* 2001)

The stomach morphology of *Phyllotis pearsoni* is very similar to that of other species of *Phyllotis* as illustrated for *P. osilae* by Dorst (1972: Fig. 1), who remarked that that species is also similar to another phyllotine, *Auliscomys pictus*. These rodents differ then slightly from the phyllotine *Graomys griseoflavus* (Carleton 1973: Fig. 2C) in the extension of the glandular stomach toward the corpus. Unfortunately, stomach morphologies of few

phyllostines have been analyzed; however the reported variation in this organ suggest that there is likely phylogenetic signal and should be further studied.

Although our diet analysis is preliminary, *Phyllotis pearsoni* appears to be an herbivorous rodent that prefers to feed on fruit items, unlike *Phyllotis andium* that consumes mainly grasses (Pizzimenti and De Salle 1980; Cerro 2005). Thus these sympatric species may not overlap in their diets. Pizzimenti and De Salle (1980) suggested that larger species are more herbivorous than smaller species, which are more insectivorous. The herbivorous diet of the comparatively large species *P. pearsoni* agrees with this prediction.



**Figure 11.** Hypothetical chromosome evolution in the species member of the *Phyllotis andium* group.

The localities where *P. pearsoni* has been registered are not in any protected area. The closest protected area of significant size is the Huascarán National Park in the Cordillera

Blanca, department of Ancash, but no record of this species exists from that Park, and according to the range we project for *P. pearsoni*, it likely does not occur there. The Coto de Caza Sunchubamba, a protective area of lower category of 59,735 ha created to favor hunting of white tail deer and foxes, is located in Cajamarca Department and has an elevational range from 950 a 4,200 m (Sumaqueru 2013). It is likely that *P. pearsoni* is present in the upper limit of CC Sunchubamba, but no diversity assessment is available. The Calipuy National Reserve, a relatively small protected area of 64,000 ha in La Libertad Department with an elevational range of 800 to 3,900 m, is characterized by shrubby steppe and cactacea habitats that appear unsuitable for the species (Wikipedia 2013a). However, Calipuy National Sanctuary (see Wikipedia 2013b), also in La Libertad Department between 3,600 and 4,300 m, has appropriate Puna and Paramo habitats, but encompasses too small a protected area (4,500 ha) to insure the continuity of this species. The species may be threatened given its restricted distribution, the relatively high anthropic activity in the region, and its absence in any protected area. We also suggest that Calipuy National Sanctuary be increased in size and that an inventory assessment be undertaken to confirm that *P. pearsoni* is present.

## Acknowledgements

We thank H. Quintana, A. Vásquez, and L. M. Villalobos for field assistance, and to M. Del Alcázar for a bone marrow preparation in the field. We acknowledge also to J. L. Patton (The Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley) for kindly supporting ER to visit the Museum of Vertebrate Zoology collection for supplemental comparisons of *Phyllotis* species. Our thanks also to O. K. Cervantes and J. D. Alvarez for the stomach content and fecal analyses. Finally, we thank the associate editor and three anonymous reviewers for providing valuable inputs, suggestions, and grammar corrections that helped to improve this work.

## References

- ABDALA, F., AND M. M. DÍAZ.** 2000. Anatomía craneana de *Akodon albiventer* (Rodentia, Muridae, Sigmodontinae). *Iheringia, Série Zoologia* 88:33–50.
- ARANA, M., O. RAMÍREZ, S. SANTA MARÍA, C. KUNIMOTO, R. VELARDE, C. DE LA CRUZ, AND M. RUIZ.** 2002. Densidad poblacional y Reproducción de dos Ratones orejudos del Perú. *Revista Chilena de Historia Natural* 75:751–756.
- BRAUN, J. K.** 1993. Systematic relationships of the tribe Phyllotini (Muridae: Sigmodontinae) of South America. Special Publication Oklahoma Museum of natural, History, Norman 1–50.
- CADLE, J. E.** 1991. Systematics of lizards of the genus *Stenocercus* (Iguania: Tropiduridae) from northern Peru: new species and comments on relationships and distribution patterns. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 143:1–96.
- CANNATELLA, D. C.** 1982. Leaf-frogs of the *Phyllomedusa perinesos* group (Anura: Hylidae). *Copeia* 1982:501–513.
- CARLETON, M. D.** 1973. A survey of gross stomach morphology in New World Cricetinae (Rodentia, Muroidea) with comments on functional interpretations. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan* 146:1–43.

- CARLETON, M. D.** 1980. Phylogenetic Relationships in Neotomine-Peromyscine Rodents (Muridea) and a Reappraisal of the Dichotomy within New World Cricetinae. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan* 157:1–146.
- CARLETON, M. D., AND G. G. MUSSER.** 1989. Systematic studies of Oryzomyine rodents (Muridae, Sigmodontinae): a synopsis of *Microryzomys*. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 191:1–83.
- CERRO R.** 2005. Ecología poblacional comparada entre un roedor nativo y uno introducido en dos microhábitats en las Lomas de Lachay. Tesis para optar el Título de Licenciado en Ciencias con mención en Biología. Facultad de Ciencias y Filosofía. Universidad peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.
- COYNER, B. S., J. K. BRAUN, M. A. MARES, AND R. A. VAN DEN BUSSCHE.** 2013. Taxonomic validity of species groups in the genus *Akodon* (Rodentia, Cricetidae). *Zoologica Scripta* 42:335–350.
- CRESPIN, L. AND M. LIMA.** 2006. Supervivencia adulta y dinámica poblacional del lauchón orejudo *Phyllotis darwini* en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 79:295–308.
- DORST, J.** 1972. Morphologie de l'estomac et regime alimentaire de quelques rongeurs des hautes andes du perou. *Mammalia* 36:647–656.
- DUELLMAN, W. E.** 1979. The herpetofauna of the Andes: patterns of distribution, origin, differentiation, and present communities. *Monograph of the University of Kansas Museum of Natural History* 7: 371–459.
- DUELLMAN, W. E., AND E. R. WILD.** 1993. Anuran amphibians from the Cordillera de Huancabamba, northern Peru: systematics, ecology, and biogeography. *Occasional Papers of the Museum of Natural History University of Kansas* 157:1–53.
- FERNÁNDEZ-DONOSO, R., S. BERRIOS, J. PAGE, M. S. MERANI, M. S. LIZARRALDE, L. VIDAL-RIOJA, AND N. BIANCHI.** 2001. Robertsonian chromosome polymorphism of *Akodon molinae* (Rodentia: Sigmodontinae): analysis of trivalents in meiotic prophase. *Revista Chilena de Historia Natural* 74:107–119.
- FERRO, L. I., J. J. MARTÍNEZ, AND R. M. BARQUEZ.** 2010. A new species of *Phyllotis* (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontidae) from Tucumán province, Argentina. *Mammalian Biology* 75:523–537.
- FORD, C.E., AND J. L. HAMERTON.** 1956. A colchicine, hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. *Stain Technology* 31:247–251.
- HERSHKOVITZ, P.** 1962. Evolution of Neotropical cricetine rodents (Muridae) with special reference to the phyllotine group. *Fieldiana: Zoology* 46:1–524.
- HERSHKOVITZ, P.** 1994. The Description of a New Species of South American Hociúdo, or Long-Nose Mouse. Genus *Oxymycterus* (Sigmodontinae, Muroidea), with a critical review of the generic content. *Fieldiana, Zoology, new series* 79:1–43.
- HICE, C. L., AND P. M. VELAZCO.** 2012. The Non-volant Mammals of the Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Peru. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University* 60:1–135.
- JAYAT, J. P., G. D'ELÍA, U. F. J. PARDIÑAS, AND J. G. NAMEN.** 2007. A new species of *Phyllotis* (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae) from the upper montane forest of the Yungas of northwestern Argentina. Pp. 775–798 in *The Quintessential Naturalist: Honoring*

- the Life and Legacy of Oliver P. Pearson (Kelt, D. A., E. Lessa, J. A. Salazar-Bravo, and J. L. Patton, eds.). University of California Publications, Zoology Volume 134:1-981.
- JIMÉNEZ, C. F., V. PACHECO, AND D. VIVAS.** 2013. An introduction to the systematics of *Akodon orophilus* Osgood, 1913 (Rodentia: Cricetidae) with the description of a new species. *Zootaxa* 3669:223–242.
- KRAMER K. M., J. A. MONJEAU, E. C. BIRNEY, AND R. S. SIKES.** 1999. *Phyllotis xanthopygus*. *Mammalian Species*. 617:1–7.
- LEVAN, A., K. FREDGA, AND A. A. SANDBERG.** 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52:201–220.
- LÓPEZ-CORTÉS, F., CORTÉS A., E. MIRANDA, AND J. R. RAU.** 2007. Dietas de *Abrothrix andinus*, *Phyllotis xanthopygus* (Rodentia) y *Lepus europaeus* (Lagomorpha) en un ambiente altoandino de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80:3–12.
- MUSSER, G. M., AND M. D. CARLETON.** 2005. Superfamily Muroidea. Pp 894–1531 in *Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference* Third ed. (Wilson, D. E., and D. M. Reeder. eds.). Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- MYERS, P., J. L. PATTON, AND M. F. SMITH.** 1990. A review of the *boliviensis* group of *Akodon* (Muridae: Sigmodontinae) with emphasis on Peru and Bolivia. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology University of Michigan* 177:1–89.
- PACHECO, V.** 2002. Mamíferos del Perú. Pp. 503–550 in *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales* (Ceballos, G., and J. Simonetti. eds). CONABIO-UNAM. Ciudad de México, Mexico.
- PACHECO, V.** 2003. Phylogenetic analyses of the Thomasomyini (Muroidea: Sigmodontinae) based on morphological data. Ph D. dissertation. The City University New York. New York, USA.
- PACHECO V.** In Press. Genus *Thomasomys* Coues, 1884. In *Mammals of South America*. Volume 2, Rodents (Patton, J. L., U. F. J. Pardiñas, and G. D’Elía, eds.). The University of Chicago Press. Chicago, USA.
- PACHECO V., G. MÁRQUEZ, E. SALAS, AND O. CENTTY.** 2011. Diversidad de mamíferos en la cuenca media del río Tambopata, Puno, Perú. *Revista Peruana de Biología* 18:231–244.
- PACHECO, V., R. CADENILLAS, E. SALAS, C. TELLO, AND H. ZEBALLOS.** 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú, *Revista Peruana de Biología* 16:5–32.
- PARDIÑAS, U. F. J., D. E. UDRIZAR SAUTHIER, AND P. TETA.** 2009. Roedores del extremo sudoriental Continental de Argentina. *Mastozoología Neotropical* 16:471–473.
- PARKER III, T. A., T. S. SCHULENBERG, G. R. GRAVES, AND M. J. BRAUN.** 1985. The avifauna of the Huancabamba region, northern Peru. *Ornithological Monographs* 36:169–197.
- PATTERSON, B. D., V. PACHECO, AND M. V. ASHLEY.** 1992. On the origins of the western slope region of endemism: systematics of fig-eating bats, genus *Artibeus*. Pp. 189–205 in *Biogeografía, Ecología y conservación del bosque montano en el Perú* (Young, K. R., and N. Valencia, eds.). *Memorias del museo de Historia Natural volumen 21*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

- PEARSON, O. P.** 1958. A taxonomic revision of the rodent genus *Phyllotis*. University of California, Publications in Zoology 56:391–477.
- PEARSON, O. P.** 1972. New information on ranges and relationships within the rodent genus *Phyllotis* in Peru and Ecuador. *Journal of Mammalogy* 53:677–686.
- PEARSON, O. P., AND J. L. PATTON.** 1976. Relationships among South American phyllotine rodents based on chromosome analysis. *Journal of Mammalogy* 57:339–350.
- PEARSON, O. P., AND C. P. RALPH.** 1978. The diversity and abundance of vertebrates along an altitudinal gradient in Peru. *Memorias del Museo de Historia Natural “Javier Prado”* 18:1–97.
- PIZZIMENTI, J. J., AND R. DE SALLE.** 1980. Dietary and morphometric variation in some Peruvian rodent communities: the effect of feeding strategy on evolution. *Biological Journal of the Linnean Society* 13:263–285.
- PLANT & SOIL SCIENCES eLIBRARY.** 2014. Soil Genesis and Development, Lesson 6 - Global Soil Resources and Distribution [Access date 1 May 2014] <<http://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=1130447033&topicorder=12&maxto=12&minto=1>>
- REIG, O. A.** 1980. A new fossil genus of South American cricetid rodents allied to *Wiedomys* with an assessment of the Sigmodontinae. *Journal of Zoology* 192:257–281.
- SALAZAR-BRAVO, J., U. F. J. PARDIÑAS, AND G. D’ELÍA.** 2013. A phylogenetic appraisal of Sigmodontinae (Rodentia, Cricetidae) with emphasis on phyllotine genera: systematics and biogeography. *Zoologica Scripta* 42:250–261.
- SCHULENBERG, T. S., D. F. STOTZ, D. F. LANE, J. P. O’NEILL, J. P., AND T. A. PARKER III.** 2007. *Birds of Peru*. Princeton University Press. New Jersey, USA.
- SMITHE, F. B.** 1975. *Naturalist’s color guide*. American Museum of Natural History. New York. USA.
- SOLARI, S.** 2007. Trophic relationships within a Highland rodent assemblage from Manu National Park, Cusco, Peru. Pp. 225-240 in *The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson* (Kelt, D. A., E. Lessa, J. A. Salazar-Bravo and J. L. Patton, eds.). University of California Publications, Zoology Volume 134:1-981.
- SPOTORNO, A., L. WALKER, S. FLORES, M. YEVENES, AND M. J. ZULETA.** 2001. Evolución de los filotinos (Rodentia, Muridae) en los Andes del Sur. *Revista Chilena de Historia Natural* 74:151–166.
- STEBBINS, S. J.** 1995. Revision of the tribe Phyllotini (Rodentia: Sigmodontinae), with a phylogenetic hypothesis for the Sigmodontinae. *Fieldiana: Zoology, new series* 80:1–112.
- STEBBINS, S. J.** 1998. Phylogenetic relationships and species limits within *Phyllotis* (Rodentia: Sigmodontinae): concordance between mtDNA sequence and morphology. *Journal of Mammalogy* 79:573–593.
- STEBBINS, S. J., O. RAMIREZ, J. BANBURY, D. HUCHON, V. PACHECO, L. I. WALKER, AND A. E. SPOTORNO.** 2007. A molecular reappraisal of the systematics of the leaf-eared mice *Phyllotis* and their relatives. Pp. 799–826 in *The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson* (Kelt, D. A., E. Lessa, J. A.



- Salazar-Bravo, and J. L. Patton, eds.). University of California Publications, Zoology Volume 134:1-981.
- SUMAQPERU.** 2013. Coto de Caza Sunchubamba [Access date November 2013] <[http://wiki.sumaqperu.com/es/Coto\\_de\\_Caza\\_Sunchubamba](http://wiki.sumaqperu.com/es/Coto_de_Caza_Sunchubamba)>
- TRIBE, C. J.** 1996. The Neotropical rodent genus *Rhipidomys* (Cricetidae; Sigmodontinae) - a taxonomic revision. Ph. D. dissertation, University College London. London, United Kingdom.
- TRIBE, C. J.** In press. Genus *Rhipidomys* Tschudi, 1845. In Mammals of South America. Volume 2, Rodents (Patton, J. L., U. F. J. Pardiñas, and G. D'Elía, eds.) The University of Chicago Press. Chicago, USA.
- VOSS, R. S.** 1988. Systematics and ecology of Ichthyomyine rodents (Muroidea): patterns of morphological evolution in a small adaptative radiation. Bulletin of the American Museum of Natural History 188:259–493.
- VOSS R. S.** 1991. An introduction to the Neotropical Muroid Rodent genus *Zygodontomys*. Bulletin of the American Museum of Natural History 210:1-113
- VOSS, R. S.** 1993. A revision of the Brazilian muroid rodent genus *Delomys* with remarks on “Thomasomyine” characters. American Museum Novitates 3073:1–44.
- VOSS, R. S., AND M. D. CARLETON.** 1993. A new genus for *Hesperomys molitor* Winge and *Holochilus magnus* Hershkovitz (Mammalia, Muridae) with an Analysis of its Phylogenetic Relationships. American Museum Novitates 3085:1–39.
- VUILLEUMIER, F.** 1969. Pleistocene speciation in birds living in the high Andes. Nature 223:1179–1180.
- WALKER, L. I., A. E. SPOTORNO, AND J. ARRAU.** 1984. Cytogenetic and Reproductive Studies of two nominal Subspecies of *Phyllotis darwini* and their experimental Hybrids. Journal of Mammalogy 65:220–230.
- WILLIAMS, M.** 1990. Notas sobre reproducción de *Phyllotis amicus* Thomas (Rodentia: Cricetidae) en el campo y laboratorio. Biota (Perú) 96:9–17.
- WIKIPEDIA.** 2013a. Reserva nacional de Calipuy [Access date November 2013] <[http://es.wikipedia.org/wiki/Reserva\\_nacional\\_de\\_Calipuy](http://es.wikipedia.org/wiki/Reserva_nacional_de_Calipuy)>.
- WIKIPEDIA.** 2013b. Santuario nacional de Calipuy [Access date November 2013] <[http://es.wikipedia.org/wiki/Santuario\\_nacional\\_de\\_Calipuy](http://es.wikipedia.org/wiki/Santuario_nacional_de_Calipuy)>.
- ZAMORA-JIMENO, C.** 1996. Las regiones ecológicas del Perú. Pp. 137–141 in Diversidad Biológica del Perú, Zonas prioritarias para su conservación (Rodríguez L. O., ed.). FANPE- GTZ, INRENA. Lima, Peru.

---

*Sometido: 2 de enero de 2014*

*Revisado: 17 de mayo de 2014*

*Aceptado: 16 de junio de 2014*

*Editor asociado: Robert Owen*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

## Appendix I

The following list includes all specimens examined in this study, with their respective localities and acronyms. Specimens in brackets were used in the distribution map, and those with an asterisk in the morphometric analysis. See Materials and Methods for abbreviations:

*Phyllotis amicus* ( $n = 12$ ). PERU: Cajamarca; El Arenal, 1 km S and 6 km W Pomahuaca -6° 7' 44" S, -79° 3' 25.992" W (MVZ 135721\*, 135722\*); Ancash: 29 km S (by road), Casma -9° 42' 23.47" S, -78° 16' 25.21" W (MVZ 139262\*, 139263\*); Huaylas, Huallanca, Huallanca -8° 49' 8.47" S, -77° 51' 45.25" W (MUSM 2439 - 2442); Huarney, Lomas de Lupin -10° 22' 0.12" S, -77° 55' 59.88" W (MUSM 2448); La Libertad: Valle del Moche (MUSM 2443); Camino a Otuzco (MUSM 2449); Lima: Cerro San Gerónimo (MUSM 2438).

*Phyllotis andium* ( $n = 48$ ). PERU: Ancash: Pallasca, Conchuco, Buena Vista -8° 16' 55.06" S, -77° 51' 6.16" W (MUSM 4531\*, 4532\*, 4579\*); Pallasca, Conchucos, Laguna Llamacocha -8° 14' 55.32" S, -77° 49' 1.02" W (MUSM 23230\*, 23231\*); Pallasca, Conchucos, Quebrada Chalhuacocha, Laguna Magullo Chico -8° 15' 13.61" S, -77° 48' 0.04" W (MUSM 23234\*, 23235\*); Pallasca, Conchucos, Quebrada Toldobamba -8° 14' 39.01" S, -77° 49' 49.26" W (MUSM 23236\*); Pallasca, Quebrada Toldobamba, Vivero Cumbal -8° 15' 9.76" S, -77° 49' 43.5" W (MUSM 23238\*, 23239\*, 23240\*, 23241\*, 23242\*, 23243); La Libertad: Daniel A. Carrión, Huamachuco, La Arena -7° 52' 30.14" S, -78° 8' 28.75" W (MUSM 24127\*, 24128\*, 24129\*, 24130\*, 24131, 24132, 24133, 24134\*, 24159, 24160\*, 24161\*, 24162\*, 24163\*, 24164\*, 24165\*, 24166); Otuzco, Usquil, Coina (cuenca del Río Perejil, ca. Hostería El Sol) -7° 48' 12.67" S, -78° 22' 4.26" W (MUSM 24900\*); Sánchez Carrión, Sanagorán, Sanagorán, Río Chuyuhual -7° 47' 7.91" S, -78° 8' 55.39" W (MUSM 24750\*, 24751\*, 24752\*, 24753\*, 24754\*); Santiago de Chuco, Mollepata, Río Pampas -8° 12' 10.44" S, -77° 56' 58.13" W (MUSM 23244, 23245, 23246\*); Santiago de Chuco, Mollepata, Río Pampas, Tablachaca -8° 12' 10.51" S, -77° 56' 58.24" W (MUSM 23247\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Quebrada Negra -7° 56' 17.52" S, -78° 12' 58.64" W (MUSM 23186); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, Río Caballo Moro -8° 2' 25.19" S, -78° 13' 52.61" W (MUSM 24742\*, 24743\*, 24744\*, 24745\*, 24746\*, 24747\*, 24748\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, Río Perejil, San Pedro -7° 55' 22.91" S, -78° 16' 37.99" W (MUSM 24749\*, 24902\*).

*Phyllotis gerbillus* ( $n = 4$ ). PERU: PIURA: Sechura, Médano Tres Brazos, a 10.2 Km E de Sechura -5° 33' 36.468" S, -80° 43' 43.14" W (MUSM 20936\*); Sechura, Cerro Illescas (MUSM 2479\*, 2480\*); Paita, Colán, ca. Colán (MUSM 2481\*).

*Phyllotis definitus* ( $n = 10$ ). PERU: Ancash: Tinco, 2 km S and 15 Km W Huaraz -9° 33' 0" S, -77° 40' 0" W (MVZ 135791\*, 135792\*, 135793\*); 1 km N and 12 km E Pariacoto -9°

30' 27.47" S, -77° 46' 26.54" W (MVZ 135794\*, 135795, 135797\*, 135802\*, 135803\*, 135805\*, 135806\*).

*Phyllotis haggardi* (n = 2). ECUADOR: Pichincha, 22 km NNE Quito, (1 km NW Equator Monument) -0° 1' 59.45" S, -78° 25' 27.73" W (MVZ 139575\*); Pichincha, 26 km NNE Quito -0° 0' 30.08" N, -78° 24' 38.23" W (MVZ 140054\*).

*Phyllotis pearsoni* (n = 52). PERU: Ancash: Pallasca, Conchucos, Quebrada Chalhuacocha, Laguna Labrascocha [13] -8° 15' 20.66" S, -77° 44' 40.81" W (MUSM 23232); La Libertad: Santiago de Chuco, Quiruvilca, Campamento Callacuyán, Laguna Misha [5] -7° 57' 32.87" S, -78° 15' 8.17" W (MUSM 17429, 17430); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Campamento Callacuyán, Laguna Negra [3] -7° 56' 20.47" S, -78° 14' 31.74" W (MUSM 17431 -Holotype); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Laguna del Toro (MUSM 17247, 17248); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Campamento Callacuyán, Quebrada Alto La Flor [10] -7° 59' 45.20" S, -78° 11' 27.31" W (MUSM 17432); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Campamento Callacuyán -7° 56' 20.47" S, -78° 14' 31.74" W (MUSM 17436, 17437, 17438); Santiago de Chuco, Quiruvilca, arriba de Laguna Negra -7° 57' 4.536" S, -78° 14' 14.67" W (MUSM 17339); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, Callacuyán -7° 57' 40.61" S, -78° 15' 35.32" W (MUSM 24755\*, 24756\*, 24757, 24758\*, 24905, 24906\*, 24907, 24908); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, Shulcahuanga -7° 56' 29.90" S, -78° 15' 8.38" W (MUSM 24759, 24760\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, depresión camino a laguna Las Vizcachas -7° 55' 16.43" S, -78° 14' 58.38" W (MUSM 24762\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Las Vizcachas -7° 54' 54.47" S, -78° 14' 59.14" W (MUSM 24763\*, 24764\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, quebrada Pampa Huacha -7° 58' 30.72" S, -78° 16' 46.236" W (MUSM 24765\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, quebrada San Francisco [11] -8° 0' 0.83" S, -78° 16' 59.56" W (MUSM 24767\*, 24768\*, 24769\*, 24770, 24914\*, 24915, 24916\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, Río Negro -7° 55' 10.38" S, -78° 15' 16.13" W (MUSM 24771, 24772\*, 24773); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Cruce entre el Río Grande y el Río Moche [8] -7° 59' 8.45" S, 7-8° 21' 13.21" W (MUSM 24903\*, 24904); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, quebrada Alto La Flor [7] -7° 58' 33.89" S, -78° 12' 29.81" W (MUSM 24909\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, quebrada Pampa Huacha [6] -7° 58' 29.21" S, -78° 16' 45.41" W (MUSM 24910\*, 24911\*, 24912\*, 24913\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, quebrada Vira Vira [4] -7° 57' 32.87" S, -78° 15' 8.17" W (MUSM 24917); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, Río Caballo Moro [9] -7° 59' 31.06" S, -78° 14' 48.16" W (MUSM 24918\*); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, Río Cashanga [12] -8° 1' 32.88" S, -78° 15' 0.47" W (MUSM 24923); Santiago de Chuco, Quiruvilca, Lagunas Norte, Río Negro [2] -7° 54' 59.87" S, -78° 15' 20.63" W (MUSM 24924\*, 24925, 24926); Cajamarca: Encañada, Combayo [1] -6° 57' 39.492" S, -78° 27' 39.78" W (MUSM 26517, 26518, 26519, 26520).



# Annual age structure and reproduction in the Caatinga red-nosed mouse, *Wiedomys pyrrhorhinos* (Rodentia, Sigmodontinae)

Gisela Sobral<sup>1</sup> and João Alves de Oliveira<sup>1</sup>

**Introduction:** We analyzed the variation in the age structure, sex ratio, proportion of reproductive individuals, age and size at sexual maturity, and litter size in a population of the sigmodont rodent *Wiedomys pyrrhorhinos*. We compared the observed distributions with the monthly rainfall for the same period, to identify the reproductive period and to assess the effects of the rains on the age structure of the population during the ensuing months. We further compared our results with age structure patterns recovered from other documented rodent outbreaks to identify possible causes of a presumptive population outbreak represented by this series.

**Methodology:** Museum samples had been obtained between July 1953 and February 1955 from 40 sites in Caruaru, Pernambuco, Brazil (Fig. 1, Appendix). Records from a total of 2,280 individuals, 1,834 of which represented by their skulls, were analyzed. Skulls were sorted into seven age classes based on molar eruption and wear (Fig. 3). Monthly rainfall during the entire collecting period (Fig. 2) was analyzed for putative correlations with monthly frequencies of specimens (Figs. 4 and 5) and of indicators of reproductive condition, tabulated for each sex and age class.

**Results:** Monthly frequency distributions of age classes presented separated and consecutive modal peaks, conforming to an age structured population (Fig. 6). Monthly proportions of pregnant females were highly correlated with the amount of rainfall of the same and of the previous month (Fig. 7), although records of pregnant females were obtained every month between July 1953 and December 1954. Pregnant females were found from age class 2 on. From January to April, 1954, reproductive females belonged to age classes 5 to 7. From May to September a wide range of age classes was documented among pregnant females, and from October to December only those of age classes 2 to 4 were recorded (Fig. 8). Litter size varied throughout the year, with larger averages and ranges at mid-wet season (June-August) (Fig. 10) and was highly correlated with female weight, female length and with the amount of rainfall of the previous 30 days. Higher means in litter size were also in phase with higher proportions of pregnant females and with the age class 1 peak.

**Discussion and Conclusion:** The population peak occurred four to six months after the rainfall peak (September – November) and was primarily comprised of young adults. After this period, the pregnancy rates were very low, ceasing completely by January, 1955, when most of the individuals belong to older age classes. This shift in age structure from younger to older individuals during population decline indicated that the samples documented an outbreak episode in 1954. This episode was possibly related to the unusual rainfall in November 1953, apparently sufficient to support two closely-spaced breeding seasons, with the second amplifying the effect of the first.

**Key words:** bionomy, Brazil, breeding season, life history, litter size, outbreak, Pernambuco, population dynamics, pregnancy rate, ratada

<sup>1</sup>Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

## Resumen

Hemos analizado la variación en la estructura etaria, proporción sexual, proporción de individuos reproductivos, edad y grado en la madurez sexual, y el tamaño de la prole en una población del roedor sigmodontino *Wiedomys pyrrhorhinos*, con base en una gran serie de individuos obtenida entre julio de 1953 y febrero de 1955 en Caruaru, Pernambuco, Brasil. Se registraron 2,280 individuos, de los cuales 1,834 están representados por cráneos, los que fueron analizados. Los cráneos fueron agrupados en siete clases de edad basadas en la erupción y desgaste molar. Las proporciones mensuales de hembras grávidas tuvieron una alta correlación con la cantidad de lluvia del mismo mes y del mes anterior, a pesar de que la variación han sido encontradas también durante la estación seca. El tamaño de la prole varió a lo largo del año, con valores más altos durante mediados de la estación húmeda (junio), y este fue altamente correlacionado al peso, el largo del cuerpo de la hembra y con la lluvia de los 30 días anteriores. Distribuciones de frecuencias mensuales de clases de edad presentaron máximos modales consecutivos y separados, ajustándose a una población estructurada de manera etaria. El máximo poblacional ocurrió de 4 a 6 meses después del máximo de lluvias (septiembre-noviembre) y estaba compuesto primariamente por jóvenes adultos. A partir de ese período, sin embargo, las tasas de gravidez fueron muy bajas, cesando completamente en enero, cuando la mayoría de los individuos pertenecía a clases etarias más viejas. Ese cambio en la estructura etaria, de los más jóvenes a individuos más viejos durante el descenso poblacional, indicó que la muestra disponible sufrió un surto poblacional en 1954. Este episodio fue posiblemente relacionado a un aumento poco común en las lluvias en noviembre de 1953, aparentemente suficiente para soportar dos estaciones reproductivas enmendadas.

**Palabras clave:** bionomía, Brasil, estación reproductiva, historia de vida, tamaño de camada, brote poblacional, Pernambuco, dinámica poblacional, tasa de preñez, ratada.

## Introduction

Patterns of growth rate, age and size at maturity, reproductive investment, litter size, mortality and life span comprise life history traits of a species (MacArthur and Wilson 1967; Roff 1992; Stearns 1992; Dobson and Oli 2007). The evolution of life histories involves trade-offs among these traits (Stearns 1989), which, among other factors, vary across age, size and sex classes (Deevey 1947; Caughley 1966; Goodman 1971; Caswell 2001). Such trade-offs evolve in response to ecological problems, comprising life strategies (Stearns 1976) that ultimately affect population growth and structure by determining different patterns of birth and death of individuals (Cole 1954; Ricklefs 2003).

Small mammals have unique traits in their life history strategies, such as short life span, short gestation time, early reproduction and weaning, and large litter sizes, with altricial young (Gaillard *et al.* 1989; Read and Harvey 1989), allowing quick responses to environmental variation. Therefore, small mammals, and particularly rodents, are often used as models to evaluate the correlation between extrinsic factors and population dynamics (Easterling *et al.* 2000; Wolff and Sherman 2007).

In tropical and arid zones, population fluctuations of small mammals are often related to climate forces, typically rainfall (Lima *et al.* 1999a; Lima *et al.* 1999b; Letnic *et al.* 2005). In the tropics temperatures do not vary notably, and the strongly seasonal pattern of rainfall makes it the most important climatic variable (Nimer 1979), influencing, to a large extent, diverse aspects of the biology of the organisms. In response to this heterogeneous regime, the availability of nutrients also occurs in heterogeneous pulses, influencing the density of primary consumers (Dickman *et al.* 2010; Thibault *et al.* 2010).

Population outbreaks in rodents (“ratadas”) are generally correlated with years of unusually high rainfall and/or increased primary production (Jaksic and Lima 2003). The former may include large scale environmental changes as main causes, as many of these changes influence the amount of rainfall (e. g. El Niño Southern Oscillations, Lima *et al.* 1999a; Lima *et al.* 1999b; Letnic *et al.* 2005; and North Atlantic Oscillation, Kausrud *et al.* 2008). The later may be related to seed production after long intervals (Jensen 1982), particularly mast-seeding (King 1983; Pathak and Kumar 2000; Jaksic and Lima 2003; Sage *et al.* 2007).

One particular rodent that shows notable population fluctuations is the red-nosed-mouse *Wiedomys pyrrhorhinos* (Wied, 1821), a semi-arboreal species with granivorous-folivorous habits (Streilein 1982a), which is a generally rare (Mares *et al.* 1981) and endemic (Oliveira *et al.* 2003; Gonçalves *et al.* 2005) species in the semi-arid region of northeastern Brazil. Although this species cannot be considered as truly adapted to arid regions, it has the highest urine concentrating capability among Brazilian Sigmodontinae (Streilein 1982b) and presents morphological features that are common among desert rodents such as large auditory bullae, long tail and large eyes (Mares, 1983). Few reports on the natural history of *W. pyrrhorhinos* are available (Moojen 1943; Streilen 1982a; Weigl 2005), so that basic information on bionomy, ecological relations, and demographic patterns still remains unknown or poorly understood.

The availability of an unusually large and well documented series of *W. pyrrhorhinos*, collected during a 20-month period in a limited region in northeastern Brazil, allowed an assessment of the reproduction and age structure of this species and its possible determinants in the semiarid Caatinga. We analyzed the monthly variation in frequencies of relative age classes and reproductive traits and compared the observed distributions with the monthly rainfall for the same period, to identify the reproductive period and to assess the effects of the rains on the age structure of the population during the ensuing months. Furthermore we compared our results with age structure patterns recovered from documented rodent outbreaks to identify possible causes of a presumptive population outbreak represented by this series.

## Material and Methods

*Origin of Data and Data Assembling.* The samples analyzed in this study were obtained by the Serviço Nacional de Peste (SNP, National Plague Service, Ministry of Education and Health, Brazil) during a small mammal inventory carried out under the guidance of João Moojen, from June 1951 to February 1955 (Oliveira and Franco 2005). The specimens were deposited in the Museu Nacional (MN/UFRJ), in Rio de Janeiro, either as skin and skull specimens, or as skulls alone.

*Study Area.* Samples were obtained from the Caruaru region of the state of Pernambuco, northeastern Brazil (Fig. 1). This region is influenced geologically by the Planalto da Borborema, which determines orographic rainfall (Tabarelli and Santos 2004), and eventually favors the occurrence of “brejos de altitude”, evergreen rainforest islands surrounded by typical Caatinga (Andrade-Lima 2007; Fig. 1).

Falling within the semi-arid Caatinga, the Caruaru region does not show the extreme climatic characteristics typical of this domain (Nimer 1979). Normals average (1930-1960) for annual rainfall was 511.8 mm (DNOCS 1972), seasonally distributed throughout the year in the typical autumn-winter pattern of the eastern region of Brazil. This data indicates that the dry season in Caruaru extends from September to January (Nimer 1979).

*Sampling Localities.* The most detailed reference to the locality of collection is the name of the “sítio” (= site), a former land division still recognized locally in the rural areas of northeastern Brazil. The choice of a specific site for sampling was determined by previous detection of human cases of bubonic plague (Oliveira and Franco 2005).

Around the focus site, all sites within a radius of 6 km were consecutively sampled in subsequent months. This sampling design, originally intended to allow detection of possible differences in the mammals’ compositions of plague positive and negative sites, eventually allowed the comparison of subsequent month frequencies without the putative bias caused by oversampling the same site.

*Rainfall Databases.* Mean monthly rainfall and 30-year monthly means (normals) for Caruaru (Station PE-14-CARUARU, Rio Ipojuca Watershed, -8° 14’ 18” S, -35° 55’ 17” W, elev. 557m) were available from Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS, 1972) for the period 1931 to 1960. Daily rainfall from 1951 to 1955 was available from the Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) and the Divisão de Controle de Recursos Hídricos (DCRH), Ministério das Minas e Energia, Pluviometric station #835009, situated at -8° 17’ S, -35° 58’ W, elevation 545 m. Both stations were located in the region that includes the collecting sites (Fig. 1), outside Caruaru city limits, and are situated at the same general elevation, supporting the reliability of their data for the study area.

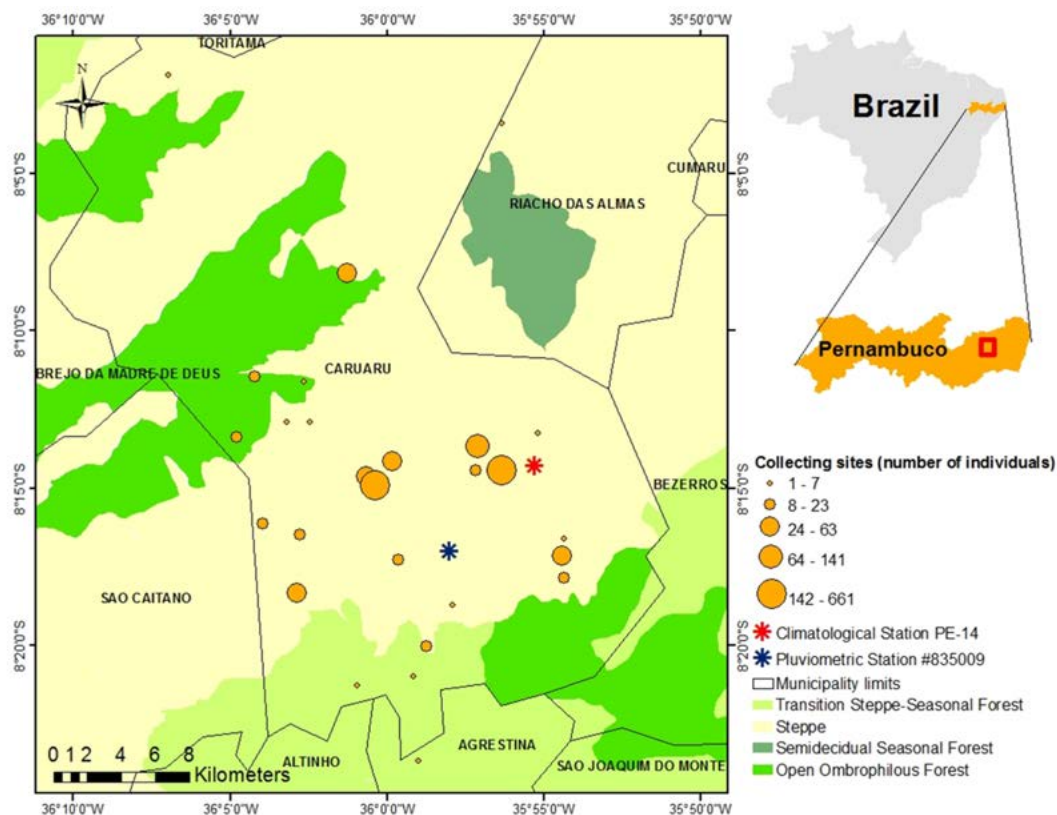
*Preparatory Analyses.* All documented information about the collecting was available from individual file cards, which included, among other not used here, data on the locality of collection, date of capture and death, collector name, length of head-body (HB) and weight (W), sex and reproductive condition – for females if pregnant or not, and if so the number of embryos, and for males if testes showed vascularization.

Records came from a wide range of sampling sites throughout the sampling period (Appendix). Of the total sample of *Wiedomys pyrrhorhinos* from the Caruaru region (2,395 records), 2,280 were actively collected by hand or with forceps, 31 by traps, and for 84 records the capture method was unrecorded. Because a relatively small fraction of the specimens has been obtained using trapping methods, almost exclusively during a different period from those obtained by active methods, to avoid possible bias



in the estimation of month frequencies due to the collecting method, our analysis was restricted to the specimens obtained by the active methods, obtained from July 1953 to February 1955.

Specimen data was used to identify potential bias in the monthly sampling effort, by comparing raw specimen numbers per month, number of sites worked, number of days worked per site (as revealed from the analysis of original file cards including the capture dates of all specimens collected), and mean daily captures per site per month (Appendix). Number of days worked by each active collector and respective number of specimens captured were also calculated.



**Figure 1.** Location of main collected sites in the Caruaru region and their respective abundance of specimens and local vegetation types, as defined by RADAMBRASIL (1983).

We found no correlation between the number of collectors working and the number of specimens captured in each month, but found a significant correlation ( $P < 0.01$ ) between the number of days worked by each collector and the respective number of captured specimens. This result suggested that the differences in monthly frequencies might be influenced by the number of days worked in each month by each collector.

To correct this possible sampling bias we computed the average daily capture rate per month, dividing the total number of captured individuals by the total number of days worked in all sites in each month. In order to compare this adjusted number to the absolute monthly frequencies, we then multiplied the average daily capture rate by the mean number of days by month worked in the best sampled year (1954, 19 days/month). We noticed that only rarely more than one site was sampled by the same collector in a given day, so, to simplify the computation of worked days, we considered two sites sampled by the same collector in a same day as two different days.

Frequency analyses that did not require a comparable collecting effort across months, such as the monthly frequencies of reproductive individuals relative to the number of sexually mature ones, as well as the monthly frequencies of litter sizes, were not adjusted by collector effort.

*Age Classification.* The skulls of 1834 specimens were examined and aged on the basis of molar eruption and wear.

*Reproductive Data.* Reproductive status of females was based only on the number of embryos. No information was available about placental scars or lactating tissue, consequently the number of reproductive females is likely an underestimate. Following Cerqueira (2005) and Krebs (2013) the number of embryos was taken as reflective of litter size. Females and males were considered sexually mature only from the minimum age and size (as inferred by body length and weight, Cerqueira *et al.* 1989) documented respectively in pregnancy or with testes vascularization (Krebs 2013).

Since Sigmodontinae gestation periods range from 23 to 30 days (Carpenter 1975; Eisenberg and Redford 1999; Vercruyse *et al.* 2006), the total amount of rainfall in the 30 days prior to the capture was considered for each pregnant female.

*Analyses.* Absolute and relative monthly frequencies of specimens and their indicators of reproductive condition, were tabulated for each sex and age class. Bar graphs of monthly rainfall during the entire collecting period were analyzed for putative correlations between the reproductive frequencies and that determinant of primary production.

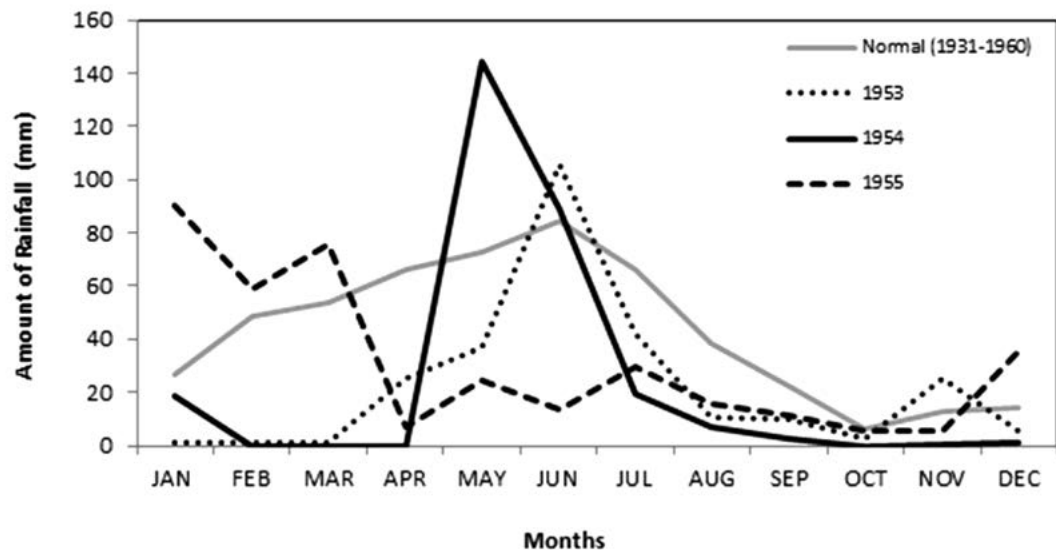
Frequency distributions were portrayed for: 1) the absolute and adjusted numbers of specimens collected by month, as recorded in the original file card; 2) the absolute and adjusted numbers of specimens collected by month, as represented by the available voucher skulls; 3) the relative frequencies of specimens collected by month, by sex; 4) the absolute numbers of specimens of collected by month, by age class; 5) the relative frequencies of pregnant females collected by month; 6) the relative frequencies of pregnant females, by each age class; 7) the relative frequencies of males with vascularized testes collected by month; and 8) the absolute numbers of embryos in the uteri.

Descriptive statistics (mean, mode, minimum and maximal values) were calculated for body length and weight for samples of males and females (for both reproductive and non-reproductive individuals) of each age class, and also for litter size by month.

Spearman Rank Correlation was used to assess the significance of correlations between the monthly proportion of pregnant females and the total rainfall for the previous month. This analysis was also used to assess the correlation between litter size and: 1) total rainfall in the previous month, 2) mother's age, 3) mother's weight, and 4) mother's HB length. An Exact Binomial test was used to assess sex ratio variation by age classes among months. Descriptive statistics, as well as statistical tests were implemented using routines written in the software R (R Development Core Team, 2013). Histograms and bar charts portraying frequency distributions and other graphic data were implemented in Excel®.

## Results

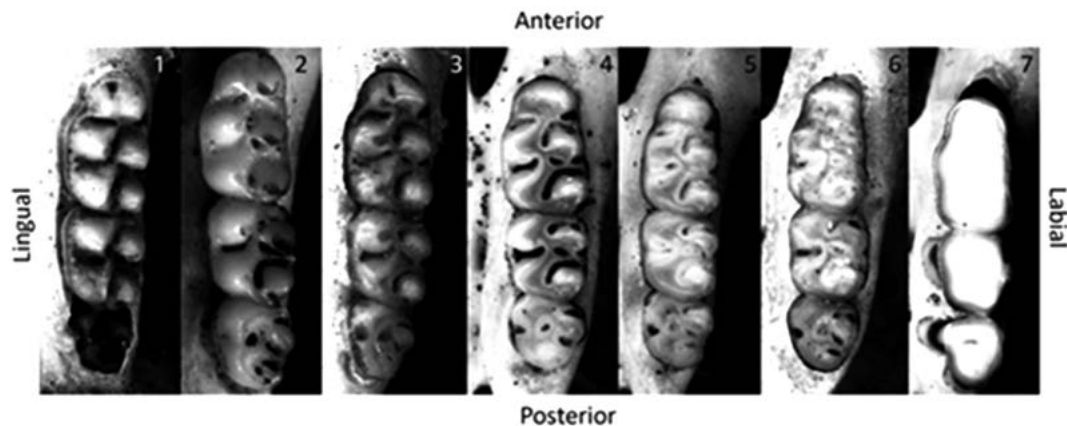
*Rainfall pattern in Caruaru region.* Compared to the normal precipitation pattern from 1931 to 1960, higher than average rainfall was recorded in June and November 1953, from May to July 1954, and during January and February 1955. The periods from January to April in 1953 and 1954 were drier than average (Fig. 2). Annual rainfall varied from a maximum of 418.3 mm in 1951 to a minimum of 165.3mm the following year.



**Figure 2.** Monthly total rainfall (mm) from Rio Ipojuca Watershed (Station PE-14-Caruaru), Caruaru, Pernambuco, Brazil, for 1953 to 1955, and normal curve for the period of 1931-1960 (data from DNOCS, 1972).

*Age classes.* Skulls were allocated to one of the following relative age classes, defined on the basis of the following landmarks in molars wear and eruption of the third molar (Fig. 3):

**Figure 3.** Examples of occlusal surfaces of upper molars illustrating the seven relative age classes of *Wiedomys pyrrhorhinos* from Caruaru Pernambuco, Brazil, used in the present study. Age class 1 (MN72801), age class 2 (MN61039), age class 3 (MN61420), age class 4 (MN61043), age class 5 (MN72794), age class 6 (MN60956) and age class 7 (MN72856).



Age class 1: 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> molars erupted and unworn; 3<sup>rd</sup> molar in the alveolus.

Age class 2: 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> molars erupted and unworn; 3<sup>rd</sup> molar on the occlusal plane, unworn.

Age class 3: 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> molars with initial wear, isolated dentine visible on protocone, paracone, hipocone and metacone.

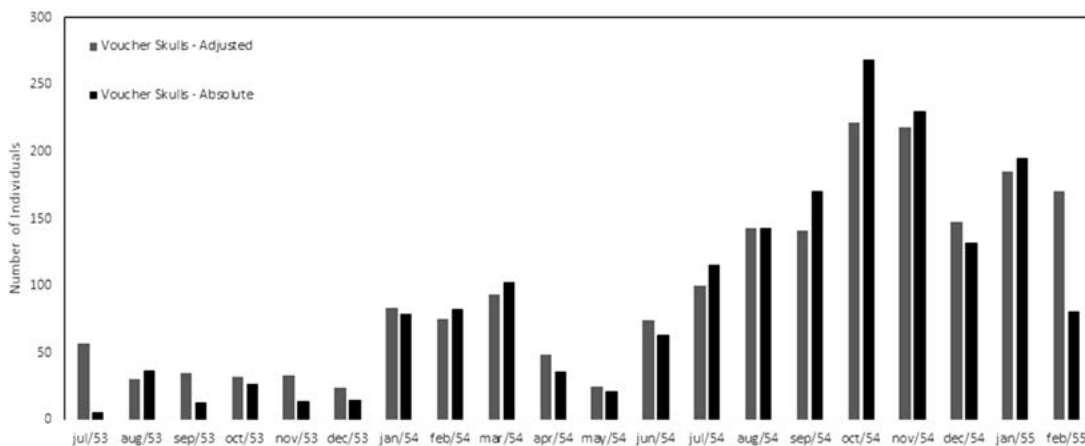
Age class 4: 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> molars with moderate wear, islands of dentine of the protocone, paracone, metacone and hipocone interconnected by the dentine of the median mure.

Age class 5: 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> molars with moderate wear, islands of dentine of the protocone, paracone, metacone and hipocone interconnected by the dentine of the median mure, lingual cusps very worn.

Age class 6: 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> molars very worn, islands of dentine of the protocone, paracone, metacone and hipocone interconnected by the dentine of the median mure, lingual and labial cusps very worn.

Age class 7: 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> molars completely worn, no internal enameled component discernible, cusps indistinct in relation to the folds, minimum enamel thickness.

*Analyses of frequency distributions.* Monthly frequencies in 1954 reveal population size at its minimum in May, and a gradual growth from this month on, reaching the highest peak in October and then decreasing until December. By January, 1955, the population achieved another high peak, but collecting activities ended by February, 1955. The comparison between monthly frequency distributions based on the whole sample and on samples adjusted for collecting effort (Fig. 4), showed similar patterns, especially in the best sampled year, 1954, which showed minimum frequency in May and maximum in October. In both distributions, a tendency of decrease can be seen from October on, with a slight increase in January, 1955.



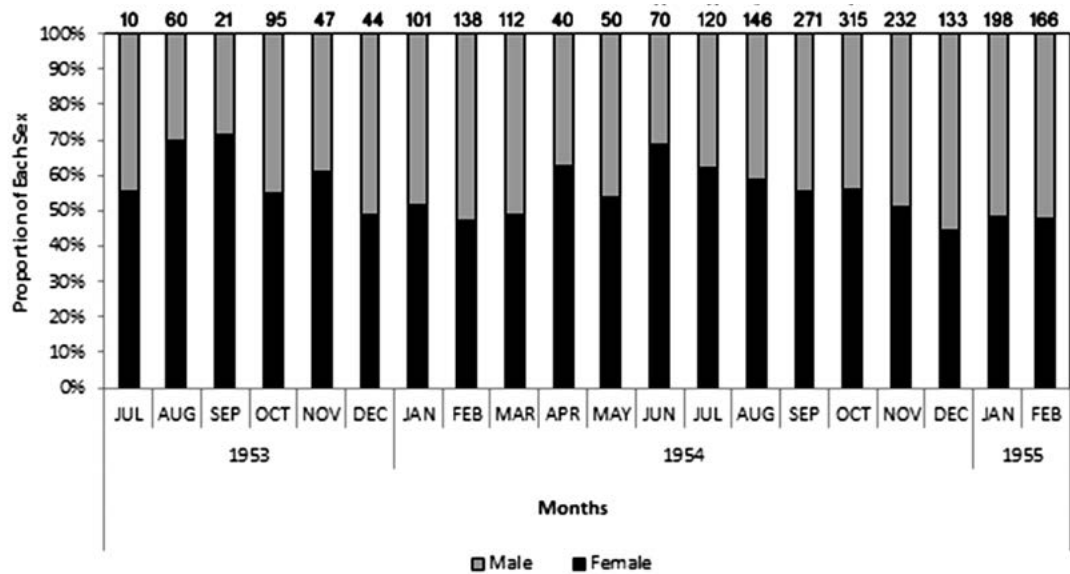
**Figure 4.** Absolute (black bars) and sampling effort-adjusted frequencies (grey bars) of voucher skulls of *Wiedomys pyrrhorhinos* collected by from July 1953 to February 1955 in Caruaru, Pernambuco, Brazil.

*Sex ratio.* Sex ratio in the total sample was skewed toward females (1:0.84,  $P < 0.01$ ). However, only the samples from the mid-year months (June to September) were significantly female-biased (Fig. 5). Since this could also be explained by variation in the age structure of the population during the year, sex ratios for each age class were also analyzed separately (Table 1) revealing that younger classes (1-3) were composed primarily of females, and older classes (4-7) exhibited a more balanced sex ratio, but the sex ratio was significantly biased toward females, albeit marginally, only in the age class 2 sample.

*Monthly frequency distributions by age classes.* The monthly distributions of individuals by age classes formed modal patterns, with peaks in subsequent months for consecutive age classes (Fig. 6). These peaks are clear as far as age class 4, but less recognizable after that, possibly due to the lower sample sizes of older age classes. To enable comparison with frequency patterns of other age classes, the last two age classes were combined.

Age class 1 individuals were nearly all recorded from June to November, with the class peak in July. Age class 2 individuals were recorded during a similar period. The bulk of this class was collected between August and November, with the peak of frequencies in October. Age class 3 individuals were recorded in almost every month, but records between April and July were scarce, and increased from August on, with the peak of the class in November. Age class 4 was more abundant between September and March, and its peak occurred in January, 1955. Age classes 5 and 6 + 7 were also recorded all year long, with peaks respectively in February, June and July.

**Figure 5.** Relative frequencies of each sex of *Wiedomys pyrrhorhinos* collected by month, from July 1953 to February 1955 in Caruaru, Pernambuco, Brazil. Numbers above chart indicate the total number of individuals of a particular month. Asterisks refer to *P*-value for the Exact Binomial test: \*\*  $-0.002 < P < 0.01$ ; \*  $-0.02 < P < 0.05$ .



*Analyses of reproductive traits: pregnant females.* Pregnant females were captured uninterruptedly from July 1953 to December 1954. The months that presented more than 20% of females pregnant were August and November, 1953, and between May and September, 1954, which showed the highest proportions, with up to 50% of females pregnant (Fig. 7). Proportions decreased considerably by October, and by December, 1954, the last pregnant individuals were recorded. Monthly proportions of pregnant females were highly correlated with the amount of rainfall of the same month, as well as with the previous month ( $P < 0.01$ ): the peak of August, 1953, occurred two months after the peak in rainfall in June of the same year; likewise, the slight increase in the proportion of pregnant females in February, 1954 occurred after above normal rainfall recorded in November 1953 and January 1954, and after a dry period that extended from August to October, 1953.

Of the 134 pregnant females, only 108 had skulls available to provide an age estimate.

When analyzed with respect to the age composition among months, an age structured pattern emerges in 1954: from January to April all reproductive females belonged to age classes 5 to 7; in May individuals from age classes 4, 5 and 7 were recorded; from June to September reproductive females were of all classes 2 to 7, and from October to December, only those of age classes 2, 3 and 4 were recorded (Fig. 8). The pattern observed in 1953 is similar to the one observed in 1954, with the peak in reproduction (August) representing all reproductive age classes.

No female was found pregnant at a younger age than class 2, or with less than 100 mm HB or 30 g (Table 2). Females of this and higher age classes and sizes were considered to be potentially mature; therefore, of the 512 potentially mature females, 19.1% were recorded as pregnant.

*Analyses of reproductive traits: Males with Vascularized Testes.* Similarly to the female pattern, no male with this reproductive evidence was found at age class 1. Nevertheless, minimum size for sexually mature male individuals of age class 2 was 83 mm HB and 20 g (Table 2). Males of this and higher age classes and sizes were considered to be sexually mature; of the 659 potentially mature males, 636 were recorded with testes vascularized. Therefore, the monthly frequency distribution of males with vascularized testes reached 96.5% and was not concordant with the monthly distribution of pregnant females (Fig. 9). In addition, differently from the pattern observed for pregnant females, there is no prevalence of an age class in the monthly frequencies of reproductive males, and the age structure of potentially mature individuals closely followed that of the total sample (Fig. 6).

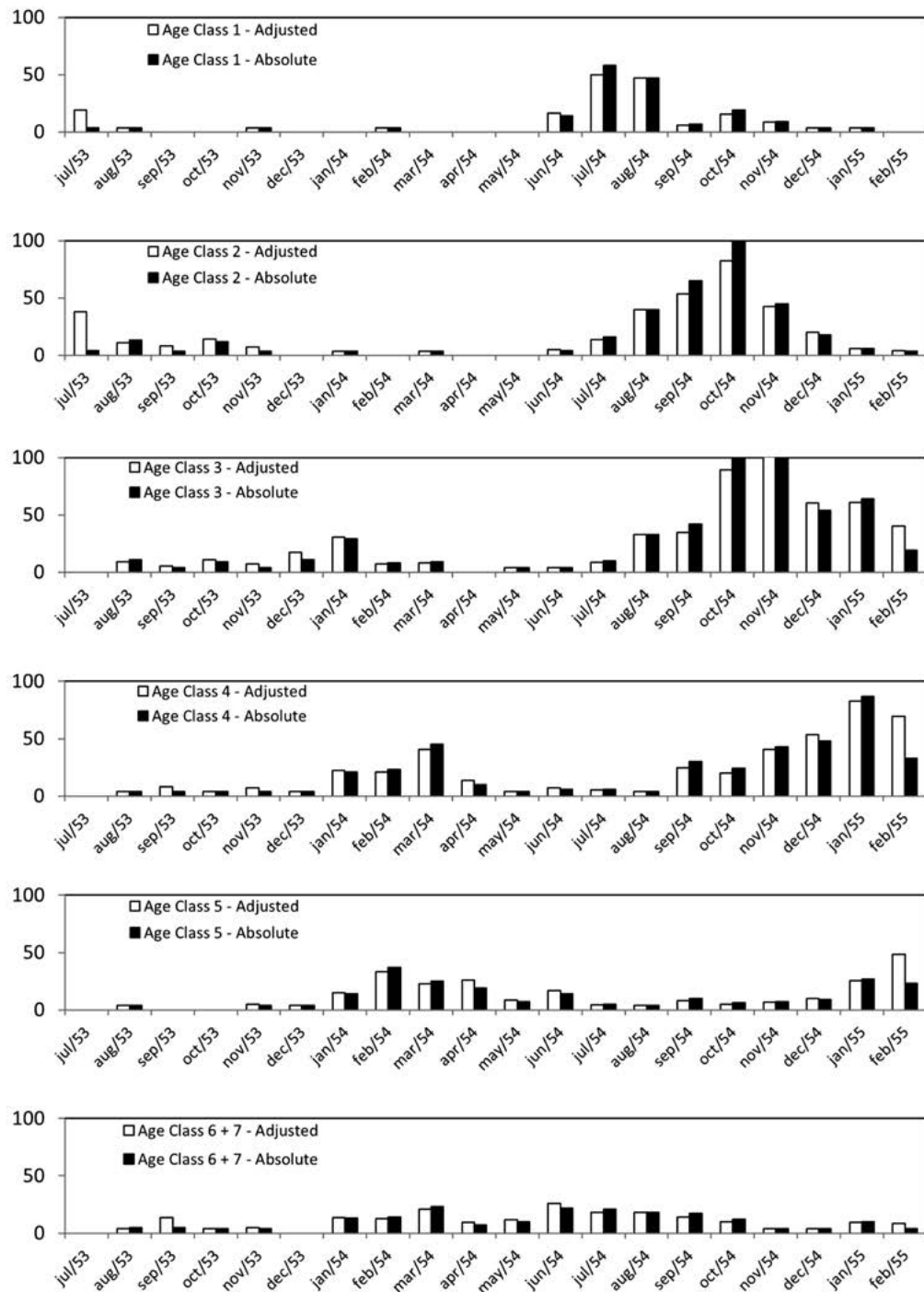
**Table 1.** Absolute frequencies of male and females by age classes and sex-ratio (percent female) of *Wiedomys pyrrhorhinos* in Caruaru, Pernambuco. Total Voucher Skulls: number of males and females with voucher skulls available for age classification. Total File Cards: total number of males and females, based on information of original file cards. Asterisks refer to the significance of  $p$ -values of the Exact Binomial test for sex-ratio: \*\*  $0.002 < P < 0.01$ ; \*  $0.02 < P < 0.05$ ; ns:  $P > 0.05$ , n. s. not significant.

Age Class	Males	Females	%F	$p$ -value
1	71	86	0.55	ns
2	127	169	0.57	*
3	232	234	0.50	ns
4	153	189	0.55	ns
5	72	87	0.54	ns
6	42	36	0.46	ns
7	39	32	0.45	ns
Total Voucher Skulls	736	833	0.53	*
Total File Cards	843	971	0.54	**

*Litter size.* Overall mean litter size was 5.6 and ranged from 2 to 11 embryos, 4 embryos being the most frequent litter size. The number of embryos varied considerably among months (Table 3; Fig. 10). In 1953, August litters ( $n = 8$ ) varied from 2 to 8 embryos, with 5 and 6 being the most frequent; from September to December, almost all litters recorded had 4 embryos ( $n = 1, 6, 3$  and 1 litters, respectively). The year of 1954 presented a wider variation in mean litter sizes. In January, litters varied between 3 and 4 embryos; in February and March all litters had 4 embryos; in April, litters varied between 4 and 6 embryos; in May, between 2 and 8 embryos; in June, between 4 and 11 (the largest number recorded), with 8 being the most frequent; in July litters varied from 5 to 8 embryos, 6 and 8 being the most frequent; August recorded the largest amplitude,

from 2 to 10 embryos, those with 6 being the most frequent; September litters varied from 2 to 8 embryos, with 5 being the most frequent; in October, 4 litters were recorded, with 3 to 6 embryos; in November only one litter was recorded, with 7 embryos, and in December two litters, with 4 and 5 embryos. Average number of embryos per parturition was lower at the beginning of the year (3.7), reached its peak in June (7.2) and declined until December.

Litter size was not correlated with female age. However, litter size was highly correlated with female weight ( $P < 0.001$ ), female HB length ( $P < 0.01$ ) and with the amount of rainfall of the previous 30 days ( $P < 0.001$ ).



**Figure 6.** Absolute and adjusted frequencies of individuals of *Wiedomys pyrrhorhinos* in each age class by month, from July 1953 to February 1955 in Caruaru, Pernambuco, Brazil.

## Discussion

The use of museum specimens is unusual in studies of population dynamics, yet crucial bionomic information can be gleaned if detailed collection data is taken, including number of embryos and the reproductive status of males. Museum specimens allow the analysis of molar wear for age determination, usually a limitation in studies of live specimens.

A possible confounding factor in the determination of demographic patterns to be revealed by analysis of frequency data might be the method used to age specimens. Molar wear may be affected by many variables, like quality and type of food, soil type or even individual differences related to development and behavior (Oliveira *et al.* 1998; Hillson 2005). Because all samples in this study were from the same region, we regard geographic variation in molar wear, as well as possible differences related to the environment, to be negligible.

Another question that may arise in a study based on the removal of specimens is whether the sampling in one month might affect the number of individuals to be recorded in subsequent months to an extent that would obscure or confound demographic patterns to be revealed by frequency data.

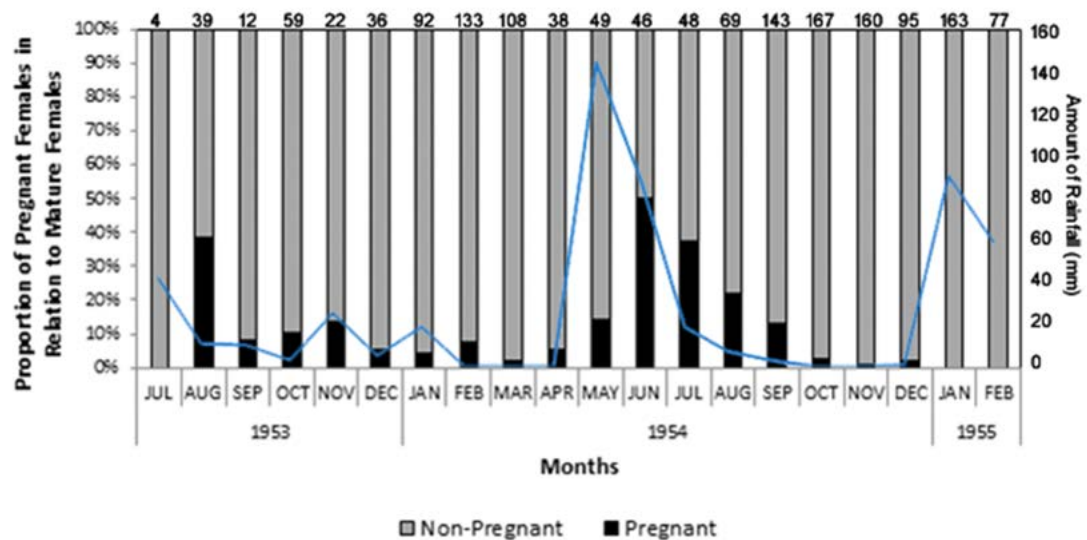
Two characteristics of the dataset do not support such a conclusion. First, the samples in months of low densities both in 1953 and in 1954 have in general been assembled from a large number of sites (Appendix), which were usually sampled for a few days in each month. In addition, even during the period of higher densities between September and November, 1954, in which few sites were sampled for longer periods, sampling in consecutive months was carried out in different sites. Lastly, the increasing amount of specimens collected in the last months of sampling, is regarded here as evidence that the continuous removal of specimens by the SNP sampling in the Caruaru region, and in the same sites, did not result in a significant decrease in the population of *Wiedomys pyrrhorhinos* during the sampling period.

*Wiedomys pyrrhorhinos* is a rare species in museum collections, and the sample from SNP deposited in MN/UFRJ represents an exception. Nevertheless, this species has been identified by means of photographs as the only species involved in a rodent outbreak related to a bamboo mast-seeding episode that occurred in 2002 in Formosa do Rio Preto, state of Bahia, Brazil (A. Almeida [*pers. comm.*]). Nearly 95% of *W. pyrrhorhinos* specimens obtained during the SNP survey were hand collected. The scarcity of this species in collections might be, at least in part, due to the limitations of trapping methods traditionally used to capture this species. According to specimen data most specimens were collected in nests, often located in hedges made of "Aveloz" (*Euphorbia tirucalli*, Euphorbiaceae), an exotic bush. Collection of individuals of *W. pyrrhorhinos* in nests had also been noted by Streilein (1982a) and this species is often recorded using abandoned bird nests (Bocchiglieri *et al.* 2012). Active collecting by hand thus may have unintentionally biased results with searchers looking preferentially in more predictable spots, such as inside or near nests, more probably of females and/or their offspring. Analysis of sex ratio suggests that the sampling may have been biased toward females, especially during the breeding season.



*Age structure.* The monthly frequency distributions of samples classified by molar wear (Fig. 6) provided clear evidence of an age structured population, with modal peaks for subsequent age classes separated and consecutive. The pattern of subsequent peaks revealed by the frequency distributions of age classes may also be indicative of the duration of each age class. Weaning for most Cricetinae rodents occurs at approximately 21 days (Millar 1977), an age at which the young are probably able to leave the nest and forage. These emergent juveniles might be those classified as age class 1 in the present study, with frequency peaks in July. The frequency peak of the next age class, 2, is in October, suggesting an interval of three months between landmarks defining these classes. The difference of frequency peaks of age class 2 and age class 3 (November) is one month, and between age class 3 and age class 4 are two months, indicating that age class 1, 2, 3 and 4 individuals would be respectively around one, four, five and seven months old. The peak of age class 5 (February) occurs one month after the peak of age class 4. The peaks of oldest age classes (6 and 7) are less well defined (June and July, respectively). The maximum life span of age class 7 individuals in the wild is about a year and a half, since the youngest individuals appear in July and the eldest are recorded in until December. In captivity, an individual has lived for 3.9 years (Weigl 2005).

**Figure 7.** Relative frequencies of pregnant females of *Wiedomys pyrrhorhinos* by month, from July 1953 to February 1955, and monthly rainfall for the same period in Caruaru, Pernambuco, Brazil. Numbers above chart indicate total number of individuals of a particular month.



*Sexual maturity and reproductive individuals.* Considering the age and size of pregnant females, sexual maturity is reached only when the third molar reaches the occlusal plane (age class 2), and when females reach 100 mm HB length and 30 g.

Observations of six captive females made by E. Maliniak (*pers. comm.* in Eisenberg and Redford 1999:445) indicate that pregnancy in *Wiedomys pyrrhorhinos* starts at the age of 83 days. Therefore, age class 2 females should be at least 83 days old. This value is in agreement with our absolute age estimation.

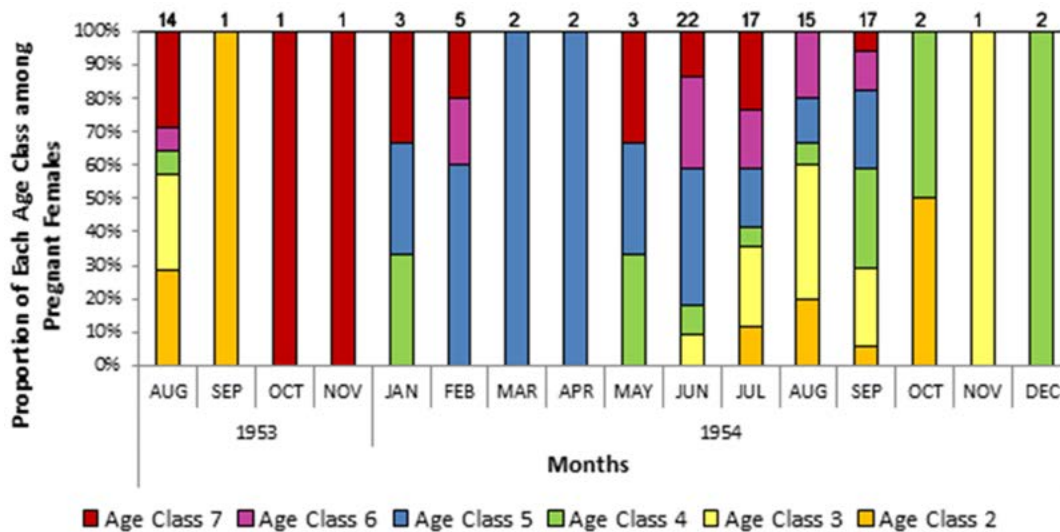
Males with vascularized testes had at least the third upper molar reaching the occlusal plane (age class 2). Biggers (1966) noticed that only the presence of spermatozoa in the epididymes – information that was not recorded in SNP dissections – would be indicative of reproduction. Since the necessary conditions for spermatogenesis depend

on a thermoregulation mechanism directly related to testicular vascularization (Grant and Paulyng-Wright 1971), a condition that has only been identified from age class 2 on, the information obtained from SNP data at least permits ruling out age class 1 males as sexually mature.

Sample	Measurement	AC 1	AC 2	AC 3	AC 4	AC 5	AC 6	AC 7
Total	HB	75.7 (165)	97.4 (348)	104.3 (579)	107.0 (449)	110.3 (266)	111.6 (121)	113.3 (119)
	W	13.0 (165)	31.0 (348)	37.0 (578)	38.0 (449)	41.0 (266)	42.9 (121)	45.0 (118)
Pregnant females	HB	-	109.8 (12)	112.3 (21)	112.0 (16)	115.4 (28)	115.4 (18)	116.2 (18)
	W	-	48.0 (12)	50.0 (21)	53.0 (16)	50.0 (28)	50.5 (18)	48.1 (18)
Non-pregnant females	HB	76.1 (91)	97.5 (195)	103.6 (284)	106 (244)	109.8 (128)	111.3 (51)	114.5 (49)
	W	13.0 (91)	31.0 (195)	36.0 (283)	37.0 (244)	41.0 (128)	42.0 (51)	45.9 (49)
Males	HB	75.2 (74)	97.2 (141)	105.0 (274)	108.0 (189)	110.9 (110)	111.9 (52)	112.1 (52)
	W	12.0 (74)	30.0 (141)	38.0 (274)	40.0 (189)	41.0 (110)	43.0 (52)	44.0 (51)

**Table 2.** Means for head and body length (HB, in millimeters) and weight (W, in grams), by age class (AC), for the total sample and for samples of pregnant females, non-pregnant females and males separately. In parentheses, the sample size.

Although males and females reach sexual maturity at age class 2, in which males are smaller than females, by age class 3 males are already larger (Table 2). This might be related to differences in energy allocation towards reproduction over growth (Stamps 1993), to increased growth rates in males or even to natural/sexual selection (Lande 1980), allowing females to extend their growth period.



**Figure 8.** Relative frequencies of pregnant females of *Wiedomys pyrrhorhinos* in each age class, by month, from August 1953 to December 1954 in Caruaru, Pernambuco, Brazil. Numbers above chart indicate total number of individuals of a particular month. Colors in each bar refer to the proportions of each size class among the pregnant females per month.

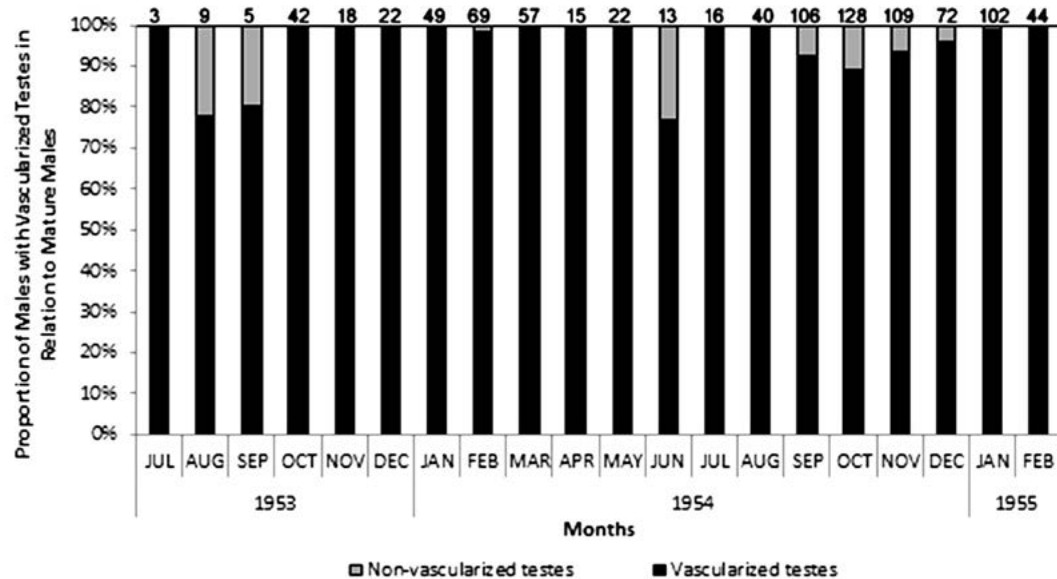
**Breeding season.** Breeding season is defined as the period in which reproductive events occur: oestral cycle, fecundation, pregnancy, nursing and weaning (Cerqueira 2005).

When no information on weaning period exists, the breeding season can be estimated from the first and last months in which pregnant females are captured in any given year (Cerqueira *et al.* 1989). Although females were found pregnant in every month

throughout most of the sampled period, higher relative frequencies of pregnant females occurred in August, 1953, and between June and August, 1954. During these periods, pregnant females of all reproductive ages were recorded. We thus regarded these periods as the breeding seasons, which were coincident with the late wet season in Caruaru in these two years.

The highest proportion of pregnant females, most of them belonging to older classes (5 to 7), was observed when the population was at its lowest monthly frequency (Figs. 4 and 7). In contrast, when the population was at its highest monthly frequency, the proportion of pregnant females was lowest, most of them belonging to younger classes (2 to 4).

**Figure 9.** Relative frequencies of males with vascularized testes of *Wiedomys pyrrhorhinos* by month, from July 1953 to February 1955 in Caruaru, Pernambuco, Brazil. Numbers above chart indicate total number of individuals of a particular month.



Females born late in the reproductive season (September) would reach sexual maturity at the beginning of the following year, since young pregnant females (age classes 2 and 3) were not found in the first months of the year. Those born in the late reproductive season would only reproduce in the next breeding season. On the other hand, females born shortly before the breeding season (May) would be apt to reproduce in the same season, since they would reach age class 2 about 80 days later (around August). This might still be dependent of the abundance of food during the rainy season, enabling young females to gain the necessary fat for reproduction (Williams 1966; Bronson 1985).

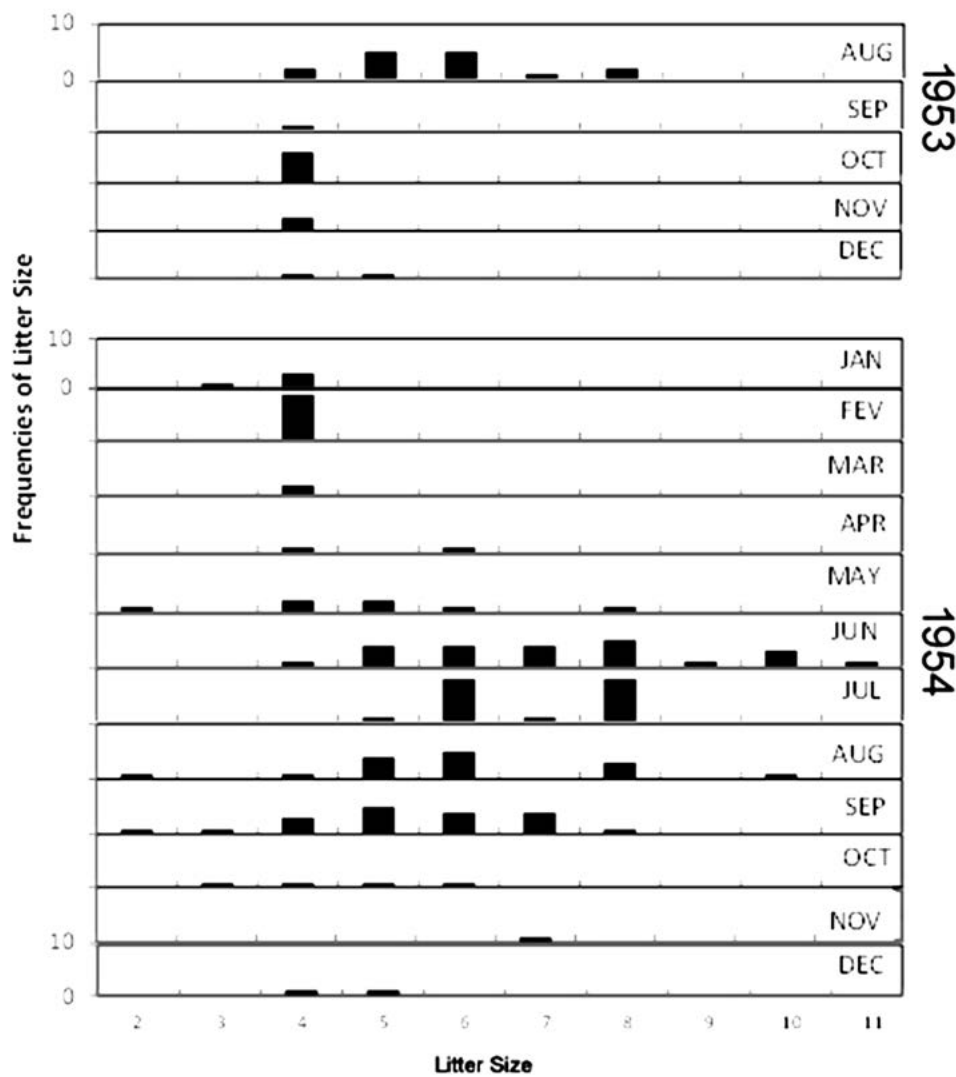
The ability to reproduce in the same season in which it was born is found in a variety of desert rodents (McCulloch and Inglis 1961; Speth *et al.* 1968; Smith and Jorgensen 1975; Conley *et al.* 1977; Cerqueira *et al.* 1989) and contributes to the potential of the population to respond quickly to favorable conditions.

Males with vascularized testes were also detected throughout the entire year (Fig. 9). Differently from the female pattern, the monthly frequency distribution was very homogeneous, with almost all sexually mature males in each month showing this pattern. Bronson (1985) hypothesized that for male mammals it might be advantageous to be always ready to reproduce, despite the potential higher mortality of this strategy. According to this author, if females may occasionally be reproductive during challenging times, males should not present seasonal decline in their reproductive potential.

Pregnant females were mainly found in the wet season, but were also recorded in the dry season, a presumptive unfavorable period (Fig. 7). The age composition of these outlier reproductive females clearly reflects the age structure of the population, with those of the first months of the year being old individuals, while those of the last months of the year were younger. The rare records of age class 1 individuals between January and March 1954, are indicative of their low densities, since few females were pregnant in this period. These findings are in accordance with those of Streilein (1982a), who reported *W. pyrrhorhinos* reproducing even during long periods of water stress.

This author considered it a “hit or miss” strategy, in which females give birth whenever possible with the possibility that future conditions will allow their offspring to survive.

Continuous breeding is highly expensive energetically, since chances of offspring survival are low, but enables populations to endure harsh times and to respond even to a small amount of rainfall.



**Figure 10.** Monthly absolute frequencies of embryos in the uterus (range 2 to 11) of *Wiedomys pyrrhorhinos*, from August 1953 to December 1954 in Caruaru, Pernambuco, Brazil.

*Litter size variation.* Litter sizes ranged from 2 to 11 pups per litter, with mean 5.6 and mode 4 (Table 3). Moojen (1943) reported a mean litter of 5 embryos for *Wiedomys pyrrhorhinos* and Streilen (1982a) found a mean litter size of 3.8, ranging from 1 to

6. According to Lack (1948; 1954), the most frequent litter size is the most successful litter size. He also hypothesized that species have an optimum mean litter size and the surplus of individuals will probably perish, normally due to inadequate parental care.

Throughout the year, litter size was highly variable, reaching its greatest values (and averages) during the mid and late-wet season (June-August; Fig. 6). Higher means in litter size were in phase with higher proportions of pregnant females and with the age class 1 peak. Inter-season variation in litter size has been observed in other rodents (*Microtus*, Hamilton 1937; *Dicrostonyx*, Braestrup 1941). Lack (1954) associated such variation with better conditions to raise young, eventually favoring higher litter size means.

**Table 3.** Summarized reproductive data, by age class, of *Wiedomys pyrrhorhinos* from Caruaru, Pernambuco.

Age Class	2	3	4	5	6	7
Mean Litter Size	5.3	6.1	5.1	5.5	6.4	5.2
Most Frequent Litter Size	5	5	2	3	4	4 and 5
Range of Litter Size	2 to 8	4 to 10	4 to 11	2 to 10	3 to 10	2 to 8
Proportion of Pregnant Females	8%	19.7%	15.1%	28%	17.4%	11.6%

*Rainfall, reproduction and population irruption.* The monthly proportions of pregnant females closely followed the rainfall pattern, with the proportional peak occurring one to two months after the highest peak of rainfall. Monthly frequency of pregnant females and litter sizes were highly and positively correlated to the precipitation of the previous month, favoring an increase in population two months after the rainfall peak of May 1954.

The population peak occurred between September and November 1954, four to six months after the rainfall peak in May 1954 (Fig. 3). The question that arises is whether the peak recorded in 1954 represented the ordinary annual fluctuation of densities in the wild population of *W. pyrrhorhinos* in Caruaru, or constituted a true outbreak peak.

Boonstra (1994) proposed that over a cycle, a rodent population would be characterized by a shift in age structure from younger to older individuals during declines. He listed the following aspects that would indicate that the age structure would have changed: variation in length of the breeding season, replacement of the entire breeding population from one year to the next, and major changes in the age of sexual maturity over a cycle.

The age structure of the *Wiedomys pyrrhorhinos* population during the peak months (September – November, 1954) was primarily (nearly 80%) composed by young adults (age classes 2 and 3; Fig. 6). From September on, however, the pregnancy rates were very low, ceasing completely by January 1955, when around 60 % of the individuals belonged to age classes 4 to 7.

Pregnant females were recorded in all months between July 1953 and December 1954 (Fig. 7). It is possible that the rainfall recorded in November, 1953, and in January, 1954, in a period that otherwise was very dry in both years, was sufficient to support two

closely-spaced breeding seasons, with the second one amplifying the effect of the first, leading to the outbreak recorded in September – November. Such a pattern has been observed for rodents in other parts of the world, and would explain outbreaks as resulting from favorable weather or food conditions for one or two seasons (Pearson 2002). In the present study, we restricted the analysis of possible determinants of the outbreak to the rainfall effects, which is traditionally regarded as the most important variable in arid and semi-arid regions (Bronson 1985; Streilein 1982c). This is in accordance with studies that have shown that precipitation can influence rodent population dynamics through primary production (Shenbrot and Krasnov 2001; Letnic and Dickman 2006).

Food accumulation favors fat accumulation which triggers reproduction (Frisch 1988). Havstad *et al.* (2006) and Whitford (2002) concluded that it also favors successful weaning of the young. In semi-arid ecosystems, like the Caatinga, after rainfall triggers germination, nutrients are abundant and females can expend energy in producing more pups per litter, as large litters demand greater energy expenditures during lactation (Mattingly and McClure 1982; Millar 1987; Glazier 1985).

Although the years of 1954 and 1955 (years of ENSO events, “La Niña”) were not particularly rainy with respect to 30-year normals, the total rainfall for May 1954 was higher than average in spite of the previous three months of complete drought. It is possible that above average rainfall in this month may have produced an increase in primary production leading to the increase in the litter size of *Wiedomys pyrrhorhinos*, producing the outbreak recorded later in that year. Thus, in years in which ENSO actually raises rainfall above average, *W. pyrrhorhinos* might experience other outbreaks.

## Acknowledgements

A preliminary version of this study was submitted as a monograph by G. Sobral in partial fulfillment of the requirements for a BSc. Degree in Biology at Universidade Federal do Rio de Janeiro. We thank committee members R. Cerqueira, D. Fernandes and L. Lorini for their critical reading of the monograph and for several suggestions that contributed to this article. We are also indebted to three anonymous referees and the editor for their critical reading of a previous version of this manuscript. The authors would like to thank C. Braga, L. Coutinho, A. Pavan, F. Carrasco, F. Caramaschi, L. Drummond, G. Guilhon, T. Miranda and S. M. Franco for their help with the digitalization of SNP file cards and with several aspects of this study. We are particularly grateful to C. Braga for discussions on the SNP sampling and for drawing the map in Figure 1. M. Castro kindly provided the Spanish translation of the abstract. We dedicate this work to the SNP collectors, especially to Abdias P. da Silva, whose effort in assembling the large collection of *Wiedomys* from Caruaru made this study possible. This study was supported by research fellowships from Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) to J. A. Oliveira (processes 306935/2010-4 and 308271/2013-0) and by undergraduate (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica, Pibic/CNPq/UFRJ) and graduate (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ) fellowships to G. Sobral.

## References

- ANDRADE-LIMA, D.** 2007. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica* 4:243-274.
- BIGGERS, J. D.** 1966. Reproduction in male marsupials. *Symposia of the Zoological Society of London* 15:251-280.
- BOCCHIGLIERI, A., J. B. CAMPOS, AND M. L. REIS.** 2012. Ocorrência e uso de abrigo por *Wiedomys pyrrhorhinus* (Rodentia: Cricetidae) em áreas de Caatinga de Sergipe, Brasil. *Scientia Plena* 8:1-4.
- BOONSTRA, R.** 1994. Population cycles in Microtines: the senescence hypothesis. *Evolutionary Ecology* 8:196-219.
- BRAESTRUP, F. W.** 1941. A study on the arctic fox in Greenland: immigrations, fluctuations in number: based mainly on trading statistics. *Meddelelser om Grønland* 131:13-16.
- BRONSON, F. H.** 1985. Mammalian reproduction: an ecological perspective. *Biology of Reproduction* 32:1-26.
- CARPENTER, S. J.** 1975. Ultrastructural observations on the maturation of placental labyrinth of the Golden Hamster (days 10 to 16 of gestation). *American Journal of Anatomy* 143:315-347.
- CASWELL, H.** (ed.). 2001. *Matrix population models: construction, analysis, and interpretation*. Sunderland. Massachusetts, EE.UU.
- CAUGHLEY, G.** 1966. Mortality patterns in mammals. *Ecology* 47:906-918.
- CERQUEIRA, R.** 2005. Fatores ambientais e a reprodução de marsupiais e roedores no leste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional* 63:29-39.
- CERQUEIRA, R., M. V. VIEIRA, AND L. O. SALLES.** 1989. Habitat and reproduction of *Rhipidomys cearanus* at São Benedito, Ceará (Rodentia, Cricetidae). *Ciência e Cultura, Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência* 41:1009-1013.
- COLE, L. C.** 1954. The population consequences of life history phenomena. *The Quarterly Review of Biology* 29:103-137.
- CONLEY, W., J. NICHOLS, AND A. TIPTON.** 1977. Reproductive strategies in desert rodents. Pp. 193-215 in *Transactions of the Symposium on the Biological Resources of the Chihuahuan Desert Region* (Wauer, R. and D. Riskind, eds.). National Park Service Transactions and Proceedings Series, Department of the Interior. Washington, EE.UU.
- DEEVEY, E. S.** 1947. Life tables for natural populations of animals. *The Quarterly Review of Biology* 22:283-314.
- DICKMAN, C. R., A. C. GREENVILLE, C. BEH, B. TAMAYO, AND G. M. WARDLE.** 2010. Social organization and movements of desert rodents during population “booms” and “busts” in central Australia. *Journal of Mammalogy* 91:798-810.
- DNOCS.** 1972. Observações pluviométricas no nordeste do Brasil. Ministério do Interior, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS.
- DOBSON, F. S., AND M. K. OLI.** 2007. Fast and slow life histories of rodents. Pp. 99-105 in *Rodent Societies, An Ecological and Evolutionary Perspective* (Wolff, J. O. and P. W. Sherman, eds.). University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.

- EASTERLING, D. R., G. A. MEEHL, C. PARMESAN, S. A. CHANGNON, T. R. KARL, AND L. O. MEARN. 2000. Climate extremes: observations, modeling and impacts. *Science* 289:2068-2074.
- EISENBERG, J. F., AND K. H. REDFORD (eds.). 1999. *Mammals of the Neotropics: Ecuador, Bolivia, Brazil*. Chicago University Press. Chicago, EE.UU.
- FRISCH, R. 1988. Fatness and fertility. *Scientific American* 258:88-95
- GAILLARD, J. M., D. PONTIER, D. ALLAINÉ, D. D. LEBRETON, J. TROUVILLIEZ, AND J. CLOBERT. 1989. An analysis of demographic tactics in birds and mammals. *Oikos* 56:59-76.
- GLAZIER, D. S. 1985. Energetics of litter size in five species of *Peromyscus* with generalizations for other mammals. *Journal of Mammalogy* 66:629-642.
- GRANT, R. T., AND H. PAULYNG-WRIGHT. 1971. The peculiar vasculature of the external spermatic fascia in the rat, possibly subserving thermoregulation. *Journal of Anatomy* 109:293-305.
- GONÇALVES, P. R., F. C. ALMEIDA, AND C. R. BONVICINO. 2005. A new species of *Wiedomys* (Rodentia: Sigmodontinae) from Brazilian Cerrado. *Mammalian Biology* 70:46-60.
- GOODMAN, L. A. 1971. On the sensitivity of the intrinsic growth rate to changes in age-specific birth- and death-rates. *Theoretical Population Biology* 2:339-354.
- HAMILTON, W. J. 1937. The biology of Microtine cycles. *Journal of Agricultural Research* 45:779-790.
- HAVSTAD, K. M., L. F. HUENNEKE, AND W. H. SCHLESINGER (EDS.). 2006. *Structure and function of a Chihuahuan Desert ecosystem: the Jordana basin LTER*. Oxford University Press. New York, EE.UU.
- HILLSON, S. (ED.). 2005. Teeth and age: microwear. Pp. 219-223 in *Teeth*. Cambridge Manuals in Archeology, Cambridge University Press. New York, EE.UU..
- JAKSIC, F. M., AND M. LIMA. 2003. Myths and facts on ratadas: bamboo blooms, rainfall peaks and rodent outbreaks in South America. *Austral Ecology* 28:237-251.
- JENSEN, T. S. 1982. Seed production and outbreaks of non-cyclic rodent populations in deciduous forests. *Oecologia* 54:184-192.
- KAUSRUD, K. L., A. MYSTERUD, H. STEEN, J. O. VIK, E. ØSTBYE, B. CAZELLES, E. FRAMSTAD, A. M. EIKESET, I. MYSTERUD, T. SOLHØY, AND N. C. STENSETH. 2008. Linking climate change to lemming cycles. *Letters to Nature* 456:93-98.
- KING, C. M. 1983. The relationships between beech (*Nothofagus* sp.) seedfall and populations of mice (*Mus musculus*), and the demographic and dietary responses of stoats (*Mustela ermine*), in three New Zealand forests. *Journal of Animal Ecology* 52:141-166.
- KREBS, C. J. 2013. Reproductive rates in fluctuating populations. Pp. 43-63 in *Population Fluctuations in Rodents* (Krebs, C. J., ed.) University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- LACK, D. 1948. The significance of clutch-size. Part III – some interspecific comparisons. *Ibis* 90:25-45.
- LACK, D. 1954. *The natural regulation of animal numbers*. Oxford University Press. Oxford, United Kingdom.
- LANDE, R. 1980. Sexual dimorphism, sexual selection, and adaption in polygenic characters. *Evolution* 34:292-305.



- LETNIC, M., AND C. R. DICKMAN.** 2006. Boom means bust: interactions between the El Niño/Southern Oscillation (ENSO), rainfall and the processes threatening mammal species in arid Australia. *Biodiversity and Conservation* 25:3847-3880.
- LETNIC, M., B. TAMAYO, AND C. R. DICKMAN.** 2005. The responses of mammals to La Niña (El Niño Southern Oscillation)-associated rainfall, predation, and wildfire in central Australia. *Journal of Mammalogy* 86:689-703.
- LIMA, M., J. KEYMER, AND F. M. JAKSIC.** 1999a. El Niño-Southern Oscillation-driven rainfall variability and delayed density dependence cause rodent outbreaks in western South America: linking demography and population dynamics. *The American Naturalist* 153:476-491.
- LIMA, M., P. A. MARQUET, AND F. M. JAKSIC.** 1999b. El Niño events, precipitation patterns, and rodent outbreaks are statistically associated in semiarid Chile. *Ecography* 22:213-218.
- MACARTHUR, R. H., AND E. O. WILSON (EDS.).** 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton. New Jersey, EE.UU.
- MARES, M. A.** 1983. Desert rodent adaptation and community structure. *Great Basin Naturalist Memoirs* 7:30-43.
- MARES, M. A., M. R. WILLIG, K. E. STREILEIN, AND T. E. LACHER, JR.** 1981. The mammals of northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Annals of Carnegie Museum* 50:81-137.
- MATTINGLY, D. K., AND P. A. MCCLURE.** 1982. Energetics of reproduction in large-littered cotton rats (*Sigmodon hispidus*). *Ecology* 63:183-195.
- MCCULLOCH, C., AND J. INGLIS.** 1961. Breeding periods of the ord kangaroo rat. *Journal of Mammalogy* 42:337-344.
- MILLAR, J. S.** 1977. Adaptive features of mammalian reproduction. *Evolution* 31:370-386.
- MILLAR, J. S.** 1987. Energy reserves in breeding small rodents. *Symposium of the Zoological Society of London* 57:231-240.
- MOOJEN, J.** 1943. Alguns mamíferos colecionados no nordeste do Brasil com descrição de duas espécies novas e notas de campo. *Boletim do Museu Nacional, Nova série, Zoologia* 4:1-20.
- NIMER, E. (ED.).** 1979. *Climatologia do Brasil. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, v4.* Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, Brazil.
- OLIVEIRA, J. A., AND S. M. S. FRANCO.** 2005. A coleção de mamíferos do Serviço Nacional de Peste. *Arquivos do Museu Nacional* 63:13-20.
- OLIVEIRA, J. A., P. R. GONÇALVES, AND C. R. BONVICINO.** 2003. Mamíferos da Caatinga. Pp. 275-336 in *Ecologia e Conservação da Caatinga* (Leal, I. R., M. Tabarelli, and J. M. C. Silva, eds.). Universidade Federal de Pernambuco, Editora Universitária. Recife, Brazil.
- OLIVEIRA, J. A., R. E. STRAUSS, AND S. F. REIS.** 1998. Assessing relative age and age structure in natural populations of *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Sigmodontinae) in northeastern Brazil. *Journal of Mammalogy* 79:1170-1183.
- PATHAK, K. A., AND D. K. KUMAR.** 2000. Bamboo flowering and rodent out-break in north eastern hill region of India. *Indian Journal of Hill Farming* 13:1-7.

- PEARSON, O. P.** 2002. A perplexing outbreak of mice in Patagonia, Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37:187-200.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM.** 2013. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation of Statistical Computing. Vienna, Austria (<http://www.R-project.org/>).
- RADAMBRASIL.** 1983. Folhas SC.24/25 Aracaju/Recife: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Ministério das Minas e Energia, Secretaria-Geral Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, Brazil.
- READ, A. F., AND P. H. HARVEY.** 1989. Life history differences among the eutherian radiations. *Journal of Zoology* 219:329-353.
- RICKLEFS, R. E. (ED.).** 2003. Dinâmicas temporal e espacial das populações. Pp. 272-288 in *A Economia da Natureza* 5ª Ed. University of Missouri. Sant Louis, EE.UU.
- ROFF, D. A.** 1992. The evolution of life histories. Chapman and Hall. London, United Kingdom.
- SAGE, R. D., O. P. PEARSON, J. SANGUINETTI, AND A. K. PEARSON.** 2007. Ratada 2001: a rodent outbreak following the flowering of bamboo (*Chusquea culeou*) in southwestern Argentina. Pp. 177-224 in *The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson* (Kelt, D. A., E. P. Lessa, J. Salazar-Bravo, and J. L. Patton, eds.). University of California Publication in Zoology 134:1-981.
- SHENBROT, G., AND B. KRASNOV.** 2001. Rodents in desert environment: is density dynamics really correlated with annual rainfall fluctuations? Pp. 405-421 in *Ecology of Desert Environments* (Prakash, I., ed.). Scientific Publishers. Jodhpur, India.
- SMITH, D., AND C. D. JORGENSEN.** 1975. Reproductive biology of North American desert rodents. Pp. 305-330 in *Rodents in Desert Environments* (Prakash, I., and P. Ghosh, eds.). *Monographiae Biologicae* 28. The Hague, Netherlands.
- SPEITH, R., C. PRITCHETT, AND C. JORGENSEN.** 1968. Reproductive activity of *Perognathus parvus*. *Journal of Mammalogy* 49:336-337.
- STAMPS, J. A.** 1993. Sexual size dimorphism in species with asymptotic growth after maturity. *Biological Journal of the Linnean Society* 50:123-145.
- STEARNS, S. C.** 1976. Life history tactics: a review of the ideas. *Quarterly Review of Biology* 51:3-47.
- STEARNS, S. C.** 1989. Trade-offs in life-history evolution. *Functional Ecology* 3:259-268.
- STEARNS, S. C. (ED.).** 1992. The evolution of life histories. Oxford University Press. Oxford, United Kingdom.
- STREILEIN, K. E.** 1982a. Ecology of small mammals in the semiarid Brazilian Caatinga. III. reproductive biology and population ecology. *Annals Carnegie Museum* 51:251-269.
- STREILEIN, K. E.** 1982b. Ecology of small mammals in the semiarid Brazilian Caatinga. II. Water relations. *Annals of Carnegie Museum* 51:79-107.
- STREILEIN, K. E.** 1982c. Ecology of small mammals in the semiarid Brazilian Caatinga. I. Climate and faunal composition. *Annals of Carnegie Museum* 51:79:107.
- TABARELLI, M., AND A. M. M. SANTOS.** 2004. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. Pp. 17-25 in *Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba – História Natural, Ecologia e Conservação* (Pôrto, K. C., J. J. P. Cabral and M. Tabarelli, eds.). Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Brazil.

- THIBAUT, K. M., S. K. M. ERNEST, E. P. WHITE, J. H. BROWN, AND J. R. GOHEEN.** 2010. Long-term insights into the influence of precipitation on community dynamics in desert rodents. *Journal of Mammalogy* 91:787-797.
- VERCRUYSE, L., S. CALUWAERTS, C. LUYTEN AND R. PINJENBORG.** 2006. Interstitial trophoblast invasion in the decidual and mesometrial triangle during the last third of pregnancy in the rat. *Placenta* 27:22-33.
- WEIGL, R.** 2005. Longevity of mammals in captivity, from the living collections of the world. *Schweizerbart*. Stuttgart, Germany.
- WHITFORD, W. G. (ED.).** 2002. *Ecology of desert systems*. Academic Press. San Diego, EE.UU.
- WILLIAMS, G. G.** 1966. Natural selection, the cost of reproduction and a refinement of Lack's principle. *The American Naturalist* 100:687-690
- WOLFF, J. O., AND P. W. SHERMAN.** 2007. Rodent societies as model systems. Pp. 3-7 in *Rodent Societies, an Ecological and Evolutionary Perspective* (Wolff, J. O., and P. W. Sherman Eds.). University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.

---

*Sometido: 19 de febrero de 2014*

*Revisado: 25 de mayo de 2014*

*Aceptado: 4 de junio de 2014*

*Editor asociado: Robert Owen*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

## Appendix

Total number of hand collected specimens by year, by month and by site in the Caruaru region, number of days worked by month in each site, and mean number of specimens collected by day in each month and each site. Abbreviations: Faz.: Fazenda (=Farm), St.: Site.

Month/Site	Number of specimens collected	Number of days worked	Mean number of specimens collected by day
<b>1954</b>	<b>1725</b>		
<b>JANUARY</b>	<b>101</b>	<b>18</b>	<b>5.6</b>
Faz. Cajá de Preguiça	17	2	8.5
Faz. Serraria	7	2	3.5
St. Água Branca	21	2	10.5
St. Gravata Assu	13	5	4.3
St. Lagoa do Algodão	1	1	1
St. Maria Clara	4	1	4
St. Preguiça	25	4	6.3
St. Várzea da Picada	13	1	13
<b>FEBRUARY</b>	<b>138</b>	<b>21</b>	<b>6.6</b>
Faz. Angico	3	1	3
St. Campo Novo	9	1	9

*Continue...*

Month/Site	Number of specimens collected	Number of days worked	Mean number of specimens collected by day
St. Capim	8	2	4
St. Gravata Assu	19	2	8.5
St. Jacaré	2	1	2
St. Malhada das Caveiras	24	4	6
St. Maria Clara	24	2	12
St. Pitiá de Capim	6	2	3
St. Preguiça	8	1	8
St. Riachão de G. Ferreira	7	1	7
St. Várzea da Picada	11	1	11
St. Vasco	17	3	5.6
<b>MARCH</b>	<b>112</b>	<b>21</b>	<b>5.3</b>
Faz. Angico	3	1	3
Faz. Encruzilhada	13	1	13
St. Água Branca	13	1	13
St. Banana	1	1	1
St. Brejo Novo	1	1	1
St. Campo Novo	8	1	8
St. Capim	2	1	2
St. Gravata Assu	21	3	7
St. Lagoa de Pedra	10	2	5
St. Maria Clara	12	4	3
St. Preguiça	19	2	9.5
St. Terra Vermelha	4	2	2
St. Vasco	5	1	5
<b>APRIL</b>	<b>40</b>	<b>14</b>	<b>2.9</b>
Faz. Serraria	1	1	1
St. Água Branca	6	3	2
St. Capim	1	1	1
St. Capivara	1	1	1
St. Gravata Assu	1	1	1
St. Maria Clara	1	1	1
St. Olho D'água do Boi	10	2	5
St. Preguiça	8	2	4
St. Queimada do Uruçu	1	1	1
St. Vasco	10	1	10
<b>MAY</b>	<b>50</b>	<b>16</b>	<b>3.1</b>
Faz. Angico	8	3	2.6
St. Banana	2	1	2
St. Capim	1	1	1
St. Gravata Assu	20	5	4
St. Lagoa de Pedra	1	1	1
St. Maria Clara	1	1	1

Continue...

Continue...

Month/Site	Number of specimens collected	Number of days worked	Mean number of specimens collected by day
St. Preguiça	3	1	3
St. Serrote do Boi	2	1	2
St. Vasco	12	2	6
<b>JUNE</b>	<b>70</b>	<b>16</b>	<b>4.4</b>
Faz. Angico	3	1	3
St. Água Branca	8	1	8
St. Capim	17	3	5.6
St. Gravata Assu	18	3	6
St. Maria Clara	11	3	3.7
St. Serrote do Boi	5	1	5
St. Vasco	8	4	2
<b>JULY</b>	<b>119</b>	<b>22</b>	<b>5.4</b>
Faz. Igarlandia	4	1	4
St. Alto do Moura	12	3	4
St. Barra de Taquara	27	3	9
St. Capim	13	2	6.5
St. Gravata Assu	16	2	8
St. Maria Clara	8	2	4
St. Pitiá de Capim	12	3	4
St. Preguiça	1	1	1
St. Serrote do Boi	16	3	5.3
St. Várzea da Picada	6	1	6
St. Vasco	4	1	4
<b>AUGUST</b>	<b>146</b>	<b>19</b>	<b>7.7</b>
St. Capim	59	6	9.8
St. Chicuru	8	1	8
St. Gravata Assu	31	4	7.8
St. Maria Clara	29	5	5.8
St. Pitiá de Capim	12	2	6
St. Vasco	7	1	7
<b>SEPTEMBER</b>	<b>270</b>	<b>23</b>	<b>11.7</b>
Faz. Angico	8	1	8
St. Capim	34	3	11.3
St. Gravata Assu	214	16	13.4
St. Maria Clara	14	3	4.83
<b>OCTOBER</b>	<b>315</b>	<b>23</b>	<b>13.7</b>
St. Capim	151	11	13.7
St. Gravata Assu	15	1	15
St. Maria Clara	143	10	14.3
St. Serra da Quiteria	6	1	6
<b>NOVEMBER</b>	<b>232</b>	<b>20</b>	<b>11.6</b>

Continue...

Continue...

Month/Site	Number of specimens collected	Number of days worked	Mean number of specimens collected by day
St. Capim	186	17	10.9
St. Maria Clara	46	3	15.3
<b>DECEMBER</b>	<b>132</b>	<b>17</b>	<b>7.8</b>
St. Capim	132	17	7.8
<b>1955</b>	<b>281</b>		
<b>JANUARY</b>	<b>197</b>	<b>20</b>	<b>9.9</b>
St. Capim	32	4	8
St. Maria Clara	165	16	10.31
<b>FEBRUARY</b>	<b>84</b>	<b>9</b>	<b>9.3</b>
St. Campo De Sementeira	7	1	7
St. Maria Clara	77	8	9.6

# Nonvolant small mammals from a southwestern area of Brazilian Cerrado: diversity, habitat use, seasonality, and biogeography

Ana Paula Carmignotto<sup>1\*</sup>, Alexandra M. R. Bezerra<sup>2</sup>,  
and Flávio H. G. Rodrigues<sup>3</sup>

**Introduction.** The Cerrado is characterized by a mosaic of habitats ranging from open grasslands to dense arboreal savannas and woodlands, with gallery forests along watercourses. Extensive areas of Cerrado have been gradually deforested in the last 50 years, currently only 20% of the biome still retains its original vegetation, and only 2.5% is preserved as permanent protected areas. Scientific knowledge of the Cerrado fauna, such as composition, natural history, and geographic distribution of its species is very important to conservation strategies. Nevertheless, most of the Cerrado still remains poorly sampled and studied. Although an increasing number of works have been published for Cerrado nonvolant small mammals in recent years, there are few studies dealing with biogeographic patterns for the biome. The objective of this study was to investigate the diversity of nonvolant small mammals and to determine the habitat use of the species encountered at Emas National Park - ENP, one of the most important reserves of the Cerrado biome, located in a region yet poorly known.

**Methodology.** We sampled 28 different areas representing seven habitat types found in the ENP. Small mammals were surveyed during rainy and dry seasons with live and pitfall traps. The total effort was 10,664 trap-nights for live and 2,898 trap-nights for pitfall traps. The data analysis consisted of rarefaction curves, estimates of species richness, data on relative abundance, diversity and evenness indexes, as well as the faunal composition in each habitat type and in ENP in order to observe how the assemblage is characterized and distributed in the landscape to better understand the biogeography of this southwestern region in the Cerrado.

**Results.** We recorded 23 species of marsupials and small rodents in ENP. The grass mouse *Necromys lasiurus* was the most abundant, with the majority of species being rare. More species and individuals were encountered during the rainy season, with gallery forests and arboreal dense savannas representing the richest habitats. The assemblage was composed by two species groups: one inhabiting the forests and the other the open areas. Species composition overlaps with those of adjacent biomes and other Cerrado regions, but we found endemic and southwestern restricted species, characterizing an assemblage most similar to the Pantanal and Chaco biomes.

**Discussion and conclusions:** Previous studies in the Cerrado have shown a higher richness and abundance during the dry season. Our results could be explained by the higher abundance (reproduction period)

1Departamento de Biologia, UFSCar, Campus Sorocaba. Rod. João Leme dos Santos, Km 110, Bairro Itinga, 18052-780. Sorocaba, SP, Brazil. apcarmig@ufscar.br (APC)

2Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios, Fundação Oswaldo Cruz, IOC. Av. Brasil, 4365, 21045-900. Rio de Janeiro, RJ, Brazil. amrbezerra@hotmail.com (AMRB)

3Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627, 486, 31270-901, Pampulha, Belo Horizonte. Minas Gerais, Brazil. rodriguesfhg@gmail.com (FHGR)

\* Corresponding author

and activity (abundance of resources) during the rainy season. The habitat selectivity results showed the great importance of canopy and humidity on the distribution of small mammals, with gallery forest being not the richest habitat in the region. The high richness also found in the savannas, although less stratified vertically, may be a result of horizontal heterogeneity. Other biomes adjoin the Cerrado and influence its faunal composition; compared to the Amazon and Atlantic Rainforest, the fauna of the present study showed greater similarity with the Amazon, contrary to prior studies. This pattern is mainly related to the presence of four taxa that occur in both the Amazon and Cerrado, but are replaced by sister groups in the Atlantic Rainforest. This study highlights the importance of this protected area, as it harbors a high richness of nonvolant small mammals, including endemic species and also species with restricted distributional ranges within the Cerrado, together with a unique faunal composition, characteristic of the southwestern portion of this biome.

**Key words:** Assemblage, Hotspot, Marsupials, National Parks, Rodents, South America.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue investigar la diversidad de pequeños mamíferos no voladores y determinar su uso de hábitat en el Parque Nacional Emas – PNE, una de las reservas más importantes del bioma Cerrado, ubicado en una región aún poco conocida. Registramos la presencia de 23 especies de marsupiales y pequeños roedores en el PNE, 20 de las cuales fueron encontradas en siete tipos distintos de hábitats mediante el uso de trampas de caída (2,898 noches-trampa, 9 especies) y trampas de captura viva (10,664 noches-trampa, 18 especies). En general, fueron encontradas más especies durante la época lluviosa (20) que durante la época seca (12). El hábitat analices mostró claramente un ensamblaje compuesto por especies habitando diferentes tipos de hábitat, obteniéndose dos agrupamientos principales: bosques y áreas abiertas; pocas especies fueran observadas en ambos tipos de hábitat, fisonómicamente diferentes. Desde el punto de vista biogeográfico, la composición de especies registrada en el PNE se superpone con la de los biomas adyacentes cuando se consideran las especies generalistas y con amplia distribución. Sin embargo, encontramos cuatro especies endémicas del Cerrado, tres de ellas exclusivas de las formaciones abiertas del parque. La mayor similitud en cuanto a composición se dio con la fauna del Pantanal, seguida por la del Chaco, la de la Caatinga y la del Amazonas. El presente estudio resalta la importancia de esta área protegida, dado que contiene una alta riqueza de pequeños mamíferos no voladores, incluyendo tanto especies endémicas como especies con distribuciones restringidas dentro del Cerrado y por su composición faunística única característica de la porción sudoeste de este bioma.

**Palabras Clave:** América del Sur, Ensamblaje, “Hotspot”, Marsupiales, Parques Nacionales, Roedores.

## Introduction

The Cerrado, the second largest South American biome, with more than 2 million km<sup>2</sup> mainly located in the highland plateaus of Central Brazil (Eiten 1994), is characterized by a mosaic of habitats ranging from open grasslands to dense arboreal savannas and woodlands, with gallery forests along watercourses (Ribeiro and Walter 1998). Extensive areas of Cerrado have been gradually deforested in the last 50 years for the installation of mechanized agriculture and extensive cattle raising programs (Klink and Machado



2005). Currently only 20% of the biome still retains its original vegetation (Myers *et al.* 2000), and 2.5% is preserved as permanent federally protected areas (Klink and Machado 2005). Scientific knowledge of the Cerrado fauna, such as composition, natural history, and geographic distribution of its species is very important to conservation strategies (Silva *et al.* 2006). Nevertheless, most of the Cerrado still remains poorly sampled and studied (Werneck 2011).

The mammalian fauna of the Cerrado is rich, represented by at least 227 species in its core area (Carmignotto *et al.* 2012) and by 251 species including the transitional areas (Paglia *et al.* 2012). However, these species are not distributed homogeneously throughout the biome, and often are distributed in a restricted and/or heterogeneous manner, and this is especially true for small mammals (Alho 2005). Studies in the Cerrado have suggested a patchy distribution for the nonvolant small mammals which are associated with the distinct habitats in the region (*e. g.* Mares *et al.* 1986; Lacher and Alho 2001; Santos-Filho *et al.* 2012), with distinct species assemblages found in different areas (Carmignotto *et al.* 2012). Also, the relative abundance of species varies among localities, and some species can be found in high numbers at a given site, but be rare or even absent in others (*i. e.* Marinho-Filho *et al.* 1994). Usually, most species tend to be locally rare and few are very abundant within all or most assemblages (Vieira and Palma 2005).

Although an increasing number of works have been published for Cerrado nonvolant small mammals in recent years, there are few studies dealing with biogeographic patterns for the biome (see Werneck 2011). Since the effort is not homogeneous across this vast area, apparent global trends can be biased by the varying extent of information among different portions of the Cerrado, underestimating or enhancing the importance of some abiotic and/or environmental factors associated with the distribution of these mammals (see Vieira *et al.* 2008).

The aim of this study was to investigate the diversity of the nonvolant small mammals and to determine the habitat use of the species surveyed at Emas National Park (ENP), one of the most important protected areas of Cerrado, located in a poorly known region with the purpose of increasing the knowledge of this area, thus contributing to a better understanding of global biogeographic patterns for the biome.

We have published a mammal checklist from Emas National Park (Rodrigues *et al.*, 2002), but in the present work we have re-identified the nonvolant small mammal species based on new genera and species described and/or resurrected from synonyms in recent years (Langguth and Bonvicino 2002; Bonvicino 2003; Voss *et al.* 2005; Carmignotto and Monfort 2006; Weksler *et al.* 2006; Bezerra and Oliveira 2010) and also we have specifically analyzed the ecological data in relation to this mammalian group, such as their richness, abundance and composition in the distinct habitats of the ENP and also during the different seasons of survey.

#### *Study area.*

Emas National Park (ENP) has an area of 132,642 ha (ICMBio 2013) and is located in extreme southwestern Goiás state, near the limits with Mato Grosso and Mato Grosso do Sul states (-18°15' S, -52°53' W; Fig. 1). The Central Brazilian plateau, with the higher areas at 800 meters above sea level, concentrates the headwaters of the most important

hydrographic basins in the continent and specifically in and around ENP are headwaters of rivers that form the Amazon (Araguaia River) and Paraná (tributary of the Paranaíba River) basins, as well as the Taquarí River, a tributary of the Paraguay basin, in the Pantanal complex. This makes this region biogeographically important, due to the convergence and coexistence of elements from distinct ecosystems, such as the Pantanal, the Atlantic Rainforest, and the Amazon. Elevation in the ENP ranges from 650 – 1,000 m, part of the “Chapadões de Goiás” (Radambrasil 1983).



**Figure 1.** The location of Emas National Park (ENP) in Central Brazil, including the limits of the Cerrado biome based on IBGE (1993).

The climate of ENP is classified as Tropical, type AW according to Köopen’s classification, with two well defined seasons: the dry season, from May to September, and rainy season, from October to April, with total precipitation varying from 1,200 to 3,000 mm per year (D’Angiolella 2004). The temperature varies from -3 to 40 °C, with the mean annual temperature around 20 – 22 °C. (D’Angiolella 2004).

Landscape of ENP can be described as follows: (1) flooded (MGI) and (2) unflooded (MG) evergreen gallery forests along the watercourses; (3) flooded grasslands (CU) characterized by open and homogeneous vegetation composed of grasses, some with the presence of palms forming lines, the so called “veredas”; unflooded grasslands, which can be divided in different types according with the density of the scrub; (4) “campo limpo” (CL), open grassland; (5) “campo sujo” (CS), open grassland with some trees and

shrubs; (6) “campo cerrado” (CC), shrubby vegetation with a ground cover of grasses; and (7) the arboreal dense savannas “cerrado *sensu stricto*” (CE), woodland with an open canopy and some grass covering the ground (Ribeiro and Walter 1998).

## Material and Methods

### *Study area and sampling procedures*

We sampled 28 different areas in ENP that represent the seven habitat types found in the study site described above (Table 1). Nonvolant small mammals were surveyed during four different periods: two during the rainy season (November 3 - 14, 1998 and February 11 - 25, 1999) and two during the dry season (May 3 - 15 and July 26 - August 6, 1999).

We applied two methods of capture, live and pitfall traps. These methods were used because they have been shown to be complementary, capturing different species and individuals (e.g., Voss and Emmons 1996). The live traps were placed 10 meters apart along linear transects, using both Sherman (7.5 × 8.5 × 23 cm) and Young (19.5 × 20 × 32 cm) traps (2/3 Sherman and 1/3 Young traps) to increase the probability of capture of species of different body sizes, comprising transects around 400 meters long (40 live traps). Transects were at least 1 km apart from each other. The bait was a mixture of peanut butter, sardine, banana, and ground maize, adding a little piece of corn in the Young traps. The total effort for live traps was 10,664 trap-nights (see Table 1 for the capture effort in each habitat type).

Three pitfall trap capture stations were installed in five of the seven habitat types (Table 1). Each pitfall capture station was composed of six buckets of 35 liters, spaced three meters from each other disposed in the form of the letter “T”, for a total effort of 2,898 trap-nights (Table 1).

**Table 1.** Habitats surveyed and the effort of live and pitfall traps in each habitat type during each season and the study period. In parentheses the number of areas surveyed per habitat.

Habitat	Live Trap Effort			Pitfall Effort		
	Rainy	Dry	Total	Rainy	Dry	Total
1- Gallery forest (5)	1,235	1,152	2,387	306	180	486
2- Flooded gallery forest (1)	479	199	678	-	-	-
3- “Campo limpo” (1)	238	-	238	-	-	-
4- “Campo sujo” (5)	998	1,610	2,608	486	954	1,440
5- “Campo cerrado” (3)	777	921	1,698	144	144	288
6- Flooded grassland (5)	706	120	826	126	-	126
7- Arboreal dense savanna (8)	1,904	325	2,229	468	90	558
Total (28)	6,337	4,327	10,664	1,530	1,368	2,898

Nomenclature and classification follow Wilson and Reeder (2005) for the rodents, and Gardner (2008) and Voss and Jansa (2009) for the marsupial species. We also followed Bonvicino *et al.* (1996) for the genus *Nectomys*, Weksler and Bonvicino (2005) for *Oligoryzomys*, Weksler *et al.* (2006) for *Hylaeamys*, Almeida *et al.* (2007) for the genus *Calomys*, and Percequillo *et al.* (2008) for *Cerradomys*. External and craniodental

morphology as well as karyotypic data were used to confirm identification of species.

Specimens were collected under a permit from IBAMA (license number 102/98 – DIFAS). The specimens are deposited in the Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN), the Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília (UNB), and the Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo (MZUSP; Appendix 1).

#### *Data analysis*

The effectiveness of the survey was analyzed through a sample-based rarefaction curve with the number of taxa plotted against the accumulated number of individuals as recommended by Gotelli and Colwell (2001). The total capture effort (by live and pitfall traps), and number of individuals and species sampled in each trap transect, were used to obtain the taxon sampling curve. Additionally, a sampling curve for each season was made to compare the richness among these survey periods. In both cases, the rarefaction curve was preferred in relation to the accumulation curve because it represents the statistical approach of the corresponding accumulation curve and produces a smooth curve that is better compared with results from other studies (Gotelli and Colwell 2001).

Rarefaction was also used to compute species richness estimates with the software ESTIMATE S version 8.0.0 (Colwell 2004). The expected richness for the study area was estimated using 100 random samples without replacement based on the second-order Jackknife estimator because it performs well in assemblages with moderate to low evenness indices, as is the case in the present study (Brose *et al.* 2003). Mean and standard deviation for the observed and estimated richness were also computed.

Relative abundances of species were estimated based on the total number of individuals sampled per species in comparison with the total number of specimens surveyed during the study period (Magurran 2004). The relative abundance or capture frequency of each species in the assemblage was graphically represented in a Whitakker plot (Whitakker 1972). The Shannon-Wiener diversity index ( $H'$ - natural log) corrected by number of species ( $D = e^{H'}$ ), known as Hill's diversity number ( $N1$ ), was used to estimate the diversity of the assemblage sampled. This transformed diversity measure is meaningful because it permits direct comparisons and is sensitive to the number of rare species in the communities (Ludwig and Reynolds 1988; Jost 2010). Pielou's  $J$  was used as a measure of evenness, or the relative contribution of each species for the assemblage diversity, since it is one of the most well-behaved evenness measures (Magurran 2004; Jost 2010).

The concept of additive partitioning (Veech *et al.* 2002) was used to obtain the relative contribution of each distinct level of diversity, the " $\alpha$ " and " $\beta$ " diversity, for the total diversity found in the study area, the " $\gamma$ " diversity or total richness (Whitakker 1972).

The " $\alpha$ " diversity was considered as the mean number of species found in each habitat surveyed, and the " $\beta$ " diversity as the mean species richness found among habitats. One of the advantages of using the additive and not the multiplicative concept of Whitakker (1972) is that " $\alpha$ " and " $\beta$ " diversity are estimated in the same unit of measure, can be treated as proportions of the total diversity (" $\gamma$ " diversity), and can be estimated on multiple spatial scales, enabling inferences about the biological meaning of these measures (Veech *et al.* 2002; Pardini and Umetsu 2006). Because capture effort differed for each habitat surveyed, the capture success (%) - calculated as the total number of

individuals surveyed in each habitat divided by the total capture effort in each habitat - was used as a comparative measure.

A Detrended Correspondence Analysis (DCA), known as DECORANA (Hill and Gauch 1980), was used to evaluate the relationship among habitats based on the composition and abundance of nonvolant mammal species (represented by the capture success in each habitat type- %). This method was chosen due to the simultaneously visual ordination of both habitat types and species, which facilitates interpretation of the results, and due to the nonlinear species relationships found in this study (Urban 2000). We used the software PC-ORD for Windows 4.25 (McCune and Mefford 1999) with the rescale axes option and 26 as the number of segments (Palmer 2004).

Data on the occurrence of species in the Brazilian and Central South America biomes were based on Paglia *et al.* (2012) and Carmignotto *et al.* (2012), respectively.

## Results

We recorded 23 species of nonvolant small mammals in ENP (Table 2). The mouse opossum *Thylamys velutinus* (Wagner, 1842) was found dead along a rail track of the Park, and the water opossum *Chironectes minimus* (Zimmermann, 1780) and the gray four-eyed opossum *Philander opossum* (Linnaeus, 1758) were recorded only by direct observations and were not included in the analyses. Twenty species were captured either in pitfalls (9 species), or in live traps (18 species). The gracile mouse opossum *Cryptonanus* sp. and the short-tailed opossum *Monodelphis kunsii* Pine, 1975 were only captured by pitfalls, whereas 11 species were captured only by live traps (Table 2). The live traps had a total trapping success of 5.5% and the pitfalls of 0.7 %. The live traps had a greater number of captures during the dry season (4.1% rainy – 7.6 % dry). On the other hand, the pitfalls had more captures during the rainy season (1.1 % rainy - 0.3% dry).

The grass mouse *Necomys lasiurus* (Lund, 1841) was the most abundant species, with seven species considered as common (Fig. 2) and the rice rat *Cerradomys marinus* (Bonvicino, 2003) and the grass mouse *Calomys expulsus* (Lund, 1841) as uncommon species, with the majority of species surveyed considered rare in the assemblage (Fig. 2). When we corrected the data due to the different capture effort made among the two seasons and seven habitat types (capture success), we found that only the grass mouse *Necomys lasiurus* had an increase in the number of individuals sampled during the dry season (Table 2).

Considering the results obtained by the rarefaction curves, the estimated richness for the study area was 24 species. So, the sample realized in the present study represented around 83.3% of the species richness of the region (Fig. 3). Indeed, if the three additional species are considered, this survey in the ENP sampled 96 % of the nonvolant small mammal assemblage expected to occur in the Park. These results are supported by the stabilization of the number of species after around the survey of 200 individuals or 8,000 trap-nights (Fig. 3). In relation to seasonality, the rarefaction curves were also near to asymptotes, especially for the survey during the rainy season (Fig. 4). Considering the same capture effort (similar number of individuals surveyed) we captured more species during the rainy than in the dry season (19 rainy - 12 dry, Fig. 4). Observing the capture effort applied in each of the seven distinct habitats, the majority of the habitat types

presented curves near to stabilization, except the arboreal dense savanna or “cerrado *sensu stricto* = CE” (Fig. 5). Although this habitat showed the highest richness found for a single habitat, we would expect more species based on rarefaction curves. A mean capture effort of around 1,200 trap-nights (or 50 individuals) in each habitat was necessary for species richness to begin to reach an asymptote (Fig. 5). Excluding the “campo limpo” due to low capture effort and individuals surveyed, we can observe that the richest habitats (considering the red line – similar capture effort) were the gallery forests (MG) and the arboreal dense savannas (CE), with the flooded habitats (MGI and CU) and the dry grasslands (CS and CC) presenting lower richness (Fig. 5).

Species	Live Trap	Pitfall	Total Period	Rainy Season		Dry Season	
	N	N	N (RA %)	N	CS (%)	N	CS (%)
ORDER DIDELPHIMORPHIA							
<b>Family Didelphidae</b>							
<i>Chironectes minimus</i> (Zimmermann, 1780)*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptonanus</i> sp.**	-	04	04 (1.1)	04	0.4	-	-
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	23	-	23 (6.4)	18	0.9	05	0.5
<i>Gracilinanus agilis</i> (Burmeister, 1854)	03	-	03 (0.8)	02	0.2	01	0.1
<i>Lutreolina crassicaudata</i> (Desmarest, 1804)	04	-	04 (1.1)	03	0.2	01	0.3
<i>Marmosa murina</i> (Linnaeus, 1758)	17	-	17 (4.7)	15	1.0	02	0.2
<i>Monodelphis domestica</i> (Wagner, 1842)	02	-	02 (0.6)	02	0.3	-	-
<i>Monodelphis kuni</i> Pine, 1975	-	01	01 (0.3)	01	0.1	-	-
<i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758)*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thylamys velutinus</i> (Wagner, 1842)***	-	-	-	-	-	-	-
ORDER RODENTIA							
<b>Family Cricetidae</b>							
<i>Calomys expulsus</i> (Lund, 1841)	05	02	07 (1.9)	07	0.1	-	-
<i>Calomys tener</i> (Winge, 1887)	02	02	04 (1.1)	04	0.2	-	-
<i>Cerradomys marinus</i> (Bonvicino, 2003)	11	-	11 (3.0)	09	0.4	02	0.5
<i>Cerradomys scotti</i> (Langguth and Bonvicino, 2002)	18	01	19 (5.2)	15	1.7	04	0.6
<i>Hylaeamys megacephalus</i> (Fischer, 1814)	26	01	27 (7.5)	20	0.5	07	0.1
<i>Kunsia tomentosus</i> (Lichstentein, 1830)	05	-	05 (1.4)	04	0.3	01	0.1
<i>Necomys lasiurus</i> (Lund, 1841)	150	06	156 (43.1)	49	1.4	107	7.0
<i>Necomys rattus</i> (Pelzeln, 1883)	05	-	05 (1.4)	05	0.2	-	-
<i>Oecomys bicolor</i> (Tomes, 1860)	16	01	17 (4.7)	14	0.7	03	0.2
<i>Oligoryzomys fornesi</i> (Massoia, 1973)	02	01	03 (0.8)	03	0.1	-	-
<i>Oxymycterus delator</i> Thomas, 1903	21	-	21 (5.8)	18	0.5	03	0.2
<b>Family Echimyidae</b>							
<i>Clyomys laticeps</i> (Thomas, 1909)	28	-	28 (7.7)	19	0.5	09	0.4
<i>Proechimys longicaudatus</i> (Rengger, 1830)	05	-	05 (1.4)	05	0.4	-	-
Total			362 100%	217 60%		145 40%	

**Table 2.** Species of nonvolant small mammals encountered at Emas National Park (ENP) and the number of species and individuals sampled by each method used. Number of individuals (N) and relative abundance (RA %) in the total period of the study, and the capture success (CS) along the rainy and the dry season. The capture success was calculated using only habitats where each species was captured.

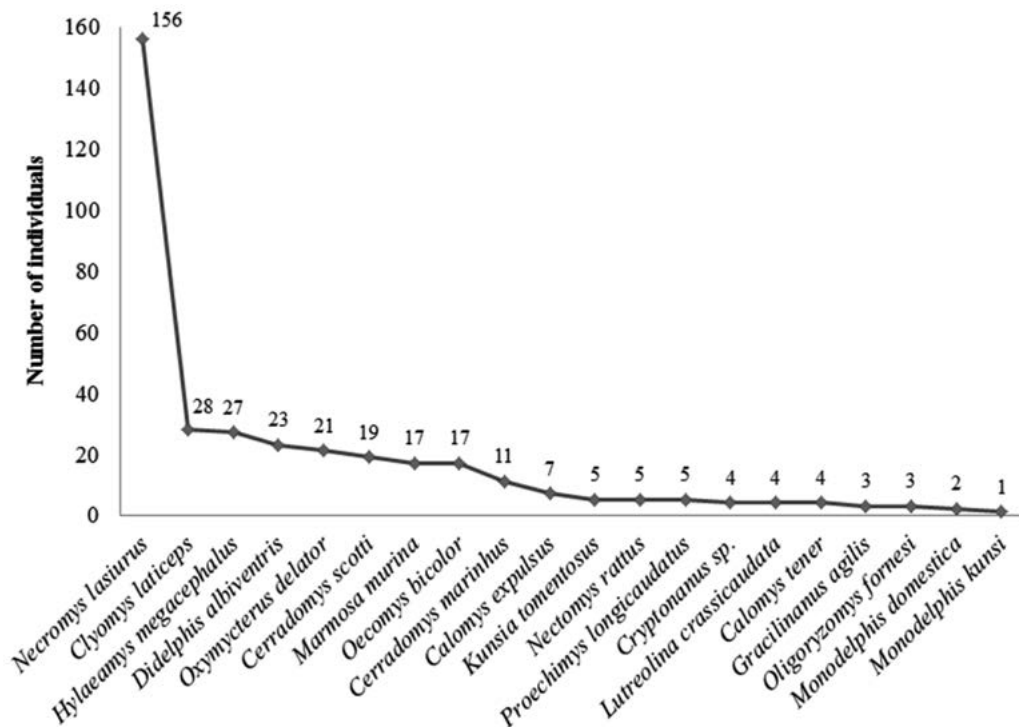
\* These species were recorded only by direct observation in the Park; *C. minimus* in an area of “campo limpo” and *P. opossum* of “campo úmido”.  
 \*\* This taxon is distinct from the five valid species of this genus (*sensu* Voss *et al.*, 2005), representing a new taxon yet undescribed in the literature.  
 \*\*\* One individual was found dead along a rail track of the Park near areas of “campo sujo” (grassy and shrubby vegetation).

The transformed Shannon index (D) was 8.76 and the Pielou’s evenness index (J) 0.72 over the total period of study. However, we also noted a variation of these values during

the different seasons when considering the same number of individuals surveyed (Fig. 4), with the rainy season showing greater values for diversity and evenness ( $D = 12.68$ ,  $J = 0.86$  rainy and  $D = 3.16$ ,  $J = 0.46$  dry).

The results obtained by the additive partition analysis, with a mean of seven species encountered in each habitat type (“ $\alpha$ ” diversity) and of 13 species among habitat types (“ $\beta$ ” diversity), demonstrate the selectivity of the species for the distinct habitats sampled.

This resulted in a mosaic pattern of species richness distribution in the study area, with 35% of the diversity being distributed in each habitat and 65% among the habitat types.

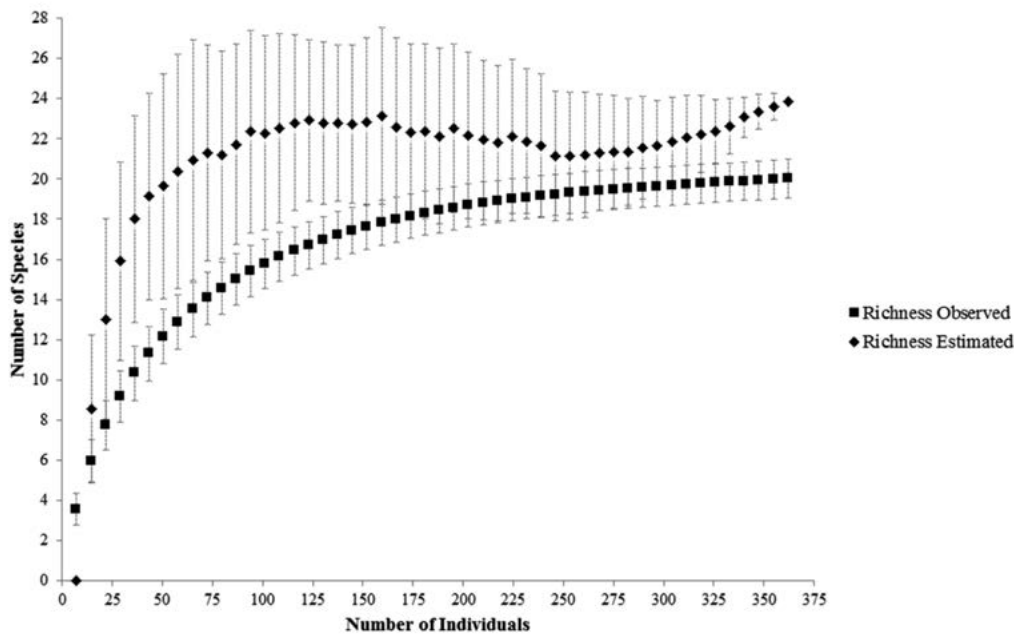


**Figure 2.** Relative abundance of the twenty nonvolant small mammal species encountered in ENP.

In the study area, the gallery forests (flooded and unflooded) harbored 10 species, whereas the number of species that occurred in the open dry formations (“campo limpo”, “campo sujo”, “campo cerrado” and arboreal dense savanna) totaled 13. The flooded grassland was one of the poorest habitats, composed of four species (*L. crassicaudata*, *N. rattus*, *O. fornesi* and *O. delator*) which, however, were quite distinctive from the species abundance and composition of the other habitats, forming an independent group (see Fig. 6). We found 7 species (35 %) inhabiting only the forests and 10 species (50 %) restricted to the open formations, with *D. albiventris*, *L. crassicaudata* and *N. rattus* occurring in both habitat types (15 %). Some species were restricted to a single habitat such as the marsupials *G. agilis* and *M. kunsii*, the rice mouse *H. megacephalus* and the spiny rat *P. longicaudatus*, which were found only at the unflooded gallery forest; *K. tomentosus* was restricted to areas of “campo sujo” and *M. domestica* to arboreal dense savanna habitats.

Among the open areas, the flooded areas were grouped apart from the dry ones due to the co-occurrence of species with gallery forests, such as *Lutreolina crassicaudata* and *Nectomys rattus* (Fig. 6). Areas of “campo limpo”, represented by only one species,

*N. lasiurus*, joined areas of “campo sujo” and arboreal dense savanna which presented similar species richness (9 and 10 species), abundance and composition (Fig. 6). In the forested habitats, the assemblage of the flooded gallery forest was poorer, represented by five species, with three of them very abundant in this habitat (*M. murina*, *C. marinhus* and *O. bicolor*) leading to a separate grouping (Fig. 6). The forests and open formations showed distinct distributions along Axis 1 of the DCA (eigenvalue = 0.983), whereas the flooded and unflooded gallery forests can be distinguished in Figure 6 by values from Axis 2 (eigenvalue = 0.521).



**Figure 3.** Sample-based rarefaction curves with the number of species plotted against the accumulated number of individuals during the study period, showing the observed and estimated richness (based on second order “Jackknife”), including the mean and standard deviation.

Analyzing the geographic distribution of each species surveyed in ENP (see Table 3), these results showed that most of the species surveyed (81 %) occur in more than one biomes, with four species (*Cryptonanus* sp., *Thylamys velutinus*, *Cerradomys marinhus* and *Cerradomys scotti*; 19 %) being endemic to the Cerrado. The greatest faunal overlap was between the Cerrado and the Pantanal, with 16 species in common (69 %). The next biome with 48 % species in common was the Chaco, followed by the Caatinga (43 %) and the Amazon (39 %; Table 3).

## Discussion

The live trap success rates obtained in this study was similar (2-5 %) to those found in other studies in the Cerrado where different habitats were surveyed (e. g., Marinho-Filho *et al.* 1994; Lacher and Alho 2001; Cáceres *et al.* 2011; Carmignotto and Aires 2011; Bonvicino *et al.* 2012; Santos-Filho *et al.* 2012; Owen 2013). However, some studies dealing with only one type of habitat (e. g. Ribeiro and Marinho-Filho 2005; Becker *et al.* 2007) or situated in transitional areas (*i. e.* Bezerra *et al.* 2009) presented higher capture success rates (7-23 %). The pitfall trap success (around 1 %) was lower than that of live traps, similar to results found by Bezerra *et al.* (2009) and Carmignotto and Aires (2011) but very distinct from the high pitfall success (7.5 %) presented by Cáceres *et al.* (2011). These later authors have suggested that the bucket size is the variable that could explain these results, since the majority of studies used smaller buckets (20-35 liters) instead of



larger ones (60-108 liters) that are more effective for trapping small mammals.

In the present study we observed a seasonal variation in the number of species and individuals captured by the live and pitfall traps, with more species and individuals being captured during the rainy season. Nevertheless, the only species that had an increase in the number of captures during the dry season was the grass mouse *Necromys lasiurus*.

This species was responsible for the greater live trap success during the dry season. Considering that it is a seed eating species, the increase in this species population could be reflective of seed production by the grassland plant species, as was shown in other areas of Cerrado (*i. e.* Vieira *et al.* 2005). This result diverges from that of Becker *et al.* (2007) that found a dominance of *N. lasiurus* in both seasons in ENP, but not differing in numbers between the rainy (January-February) and dry-wet (October) season. This difference is probably due to the absence of trapping in the dry season (May-September) by those authors.

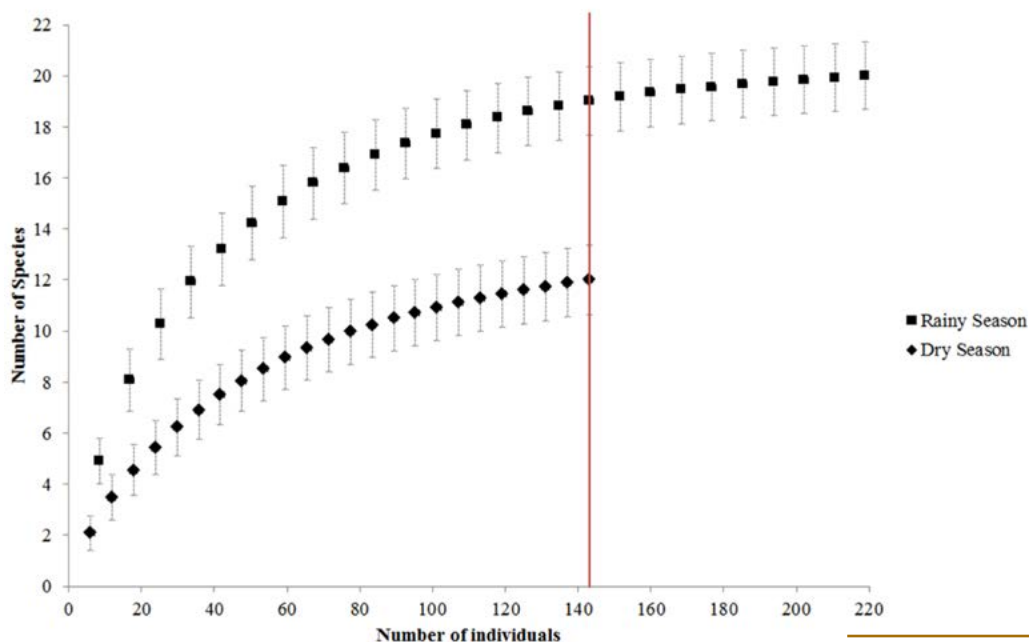
The studies so far have shown a higher richness and abundance during the dry season (*i. e.* Ribeiro and Marinho-Filho 2005). The results obtained in the present study, with more species being surveyed during the rainy rather than in the dry season, could be explained by the higher abundance and/or rhythm of activity displayed by the species during the rainy season, as was shown by the higher rate of capture in the pitfall traps, which did not have a bait to attract the individuals. It is possible that the higher trap success is related mainly with the reproductive season and the resource availability, which regulate the degree of activity of these mammals. Thus, the activity of the majority of the species surveyed in the present study could be influenced by the higher availability of resources during the rainy season, such as fruits (*i. e.* Oliveira 1998) and insects (*i. e.* Pinheiro *et al.* 2002) and by the increase in the density of individuals through reproduction (*i. e.* Francisco *et al.* 1995). During the dry season we believe the mammals were less active, therefore traveled shorter distances and were captured mainly by the live traps because of the attraction of the bait, as there are few resources available in this season, comparatively. The exceptions were some rodent species that feed on grasses, such as the grass mouse *Necromys lasiurus*. However, as the small mammal species of the Cerrado show great variation in population density, time of reproduction and rhythm of activity among different localities (*e. g.* Santos-Filho *et al.* 2012; Owen 2013), only long-term studies could reveal the relationships between resource abundance, density and reproductive activity in this area.

The Emas National Park nonvolant small mammal assemblage is very rich (23 species).

This richness is high when compared with other areas of Cerrado (Mares *et al.* 1986 – 25; Marinho-Filho *et al.* 1994 – 4 to 17; Lacher and Alho 2001 – 19; Bezerra *et al.* 2009 – 13; Rocha *et al.* 2011 – 22; Carmignotto and Aires 2011 – 24; Bonvicino *et al.* 2012 – 19; Santos-Filho *et al.* 2012 – 21) and is comparable to the numbers found in Amazonian, Atlantic Rainforest and Caatinga (Chapada Diamantina) nonvolant small mammal assemblages (*e. g.* Voss and Emmons 1996 – 15 to 33; Vivo and Gregorin 2001 – 30; Oliveira and Pessôa 2005 – 25; Pardini and Umetsu 2006 – 23; De La Sancha 2014 – 19). This result probably was achieved by the great capture effort of live traps and number of habitats surveyed, which were higher than in the previous studies (see Marinho-Filho *et al.* 1994), and also because the use of different methods to survey the small mammals (live – Sherman and Young traps, and pitfall traps), reflecting the great variability of ecological aspects, such as different body size, diet, locomotion patterns

and behavior of the small mammal species (see Voss and Emmons 1996).

The diversity obtained can also be considered high ( $D = 8.76$ ) when compared with other areas surveyed in the Cerrado, but not the evenness index ( $J = 0.72$ ). In the study of Marinho-Filho *et al.* (1994), the diversity obtained along 10 different localities varied from  $D = 1.77$  to 13.60 and the evenness index from 0.41 to 0.94. Carmignotto and Aires (2011) obtained a diversity between  $D = 5.31$  to 11.82 and an evenness between  $J = 0.76$  to 0.85 for three localities in the northern portion of the Cerrado. The low evenness index obtained in the present study characterizes an assemblage with species with high abundance variation. The considerable increase in the number of individuals of the grass mouse *Necromys lasiurus* and the total absence of some species during the dry season greatly contributed to this pattern. During the rainy season the relative abundance of the species was more even and the diversity index increased. This highlights the importance of seasonal variation among the small mammal assemblages in the Cerrado, altering the number of individuals and species, consequently modifying the assemblage structure along the year. The assemblage sampled showed a dominant species (*Necromys lasiurus*), some species of intermediate abundance (7) and many rare species represented by few individuals surveyed (12). In general, the Cerrado nonvolant small mammal assemblages are characterized by this pattern of relative abundances (e. g. Lacher and Alho 2001; Vieira and Palma 2005; Bezerra *et al.* 2009; Carmignotto and Aires 2011).



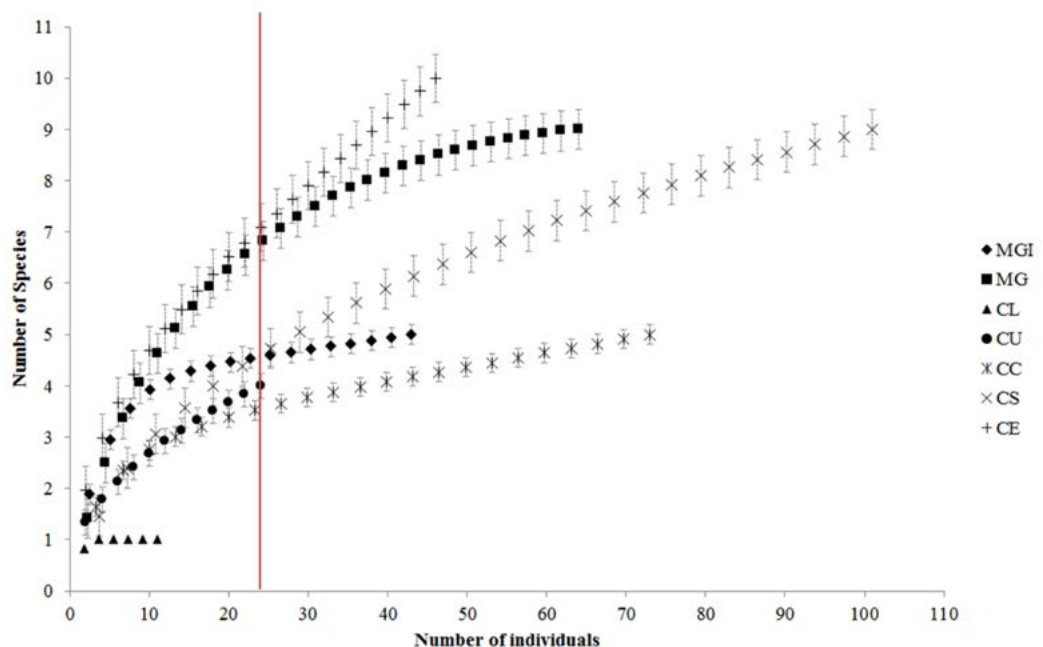
**Figure 4.** Sample-based rarefaction curves with the number of species plotted against the accumulated number of individuals during each season (rainy and dry), including the mean and standard deviation. The red line indicates the common minimum number of individuals (similar effort), permitting richness comparison among seasons.

The DCA and additive partition analysis clearly showed that the assemblage is composed by species that inhabits different types of habitats, being one reason for the high richness found, since they do not live in the same area, decreasing the probability of competition (see Lacher *et al.* 1989). Among the 20 species surveyed seven were restricted to forested areas and 10 to the open habitats, resulting in two principal groupings (the forests and the open areas inhabitants), a common pattern found in other nonvolant small mammal assemblages of the Cerrado (see Mares *et al.* 1986; Alho 2005; Carmignotto *et al.* 2012). Indeed, there was a finer segregation even between these environments, with the forest

species showing different preferences among the flooded and unflooded gallery forests, and the open areas inhabitants differing in species composition and capture rate among the dry and wet grasslands. In addition, these data showed the great importance of the canopy and humidity on the distribution of the nonvolant small mammal species of the Cerrado. In a habitat analysis by genus level of Cerrado small mammals, Vieira and Palma (2005) also highlighted the importance of the arboreal cover for their distribution, but the humid areas were not as relevant for the occurrence of genera as they are for some species in the present study. Carmignotto and Aires (2011) and Santos-Filho *et al.* (2012) also found distinct species composition and abundance in different kinds of gallery forests. These results indicate that the use of detailed habitat category, such as flooded and unflooded gallery forests, will help to find finer associations between the habitat structure and the small mammal species.

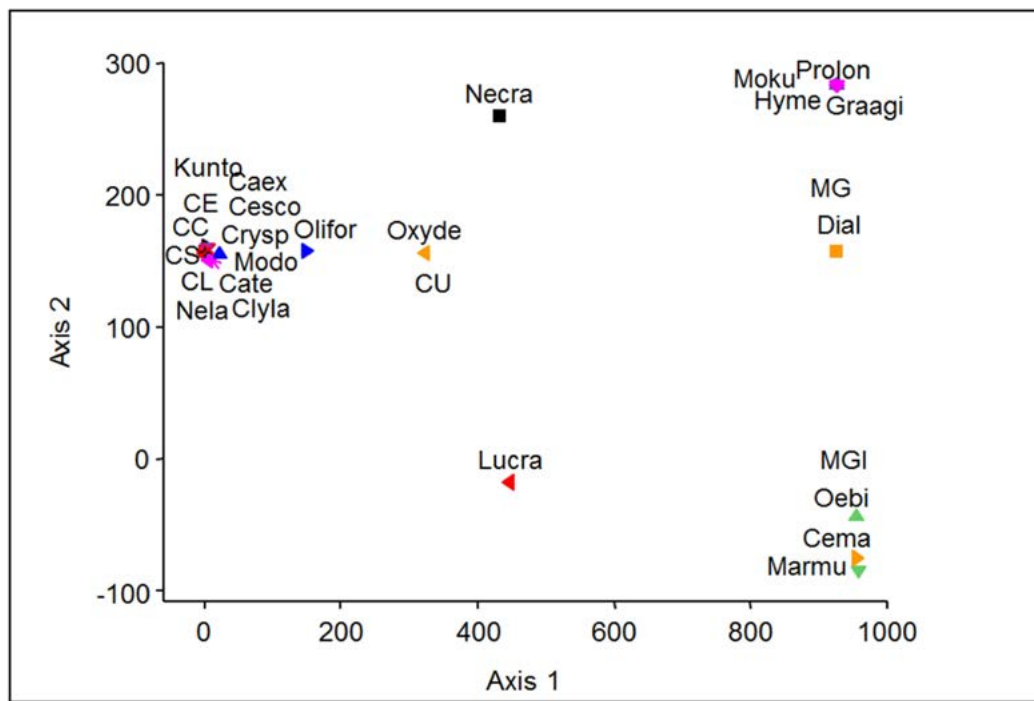
The great habitat selectivity by the nonvolant small mammals from the Cerrado is reflected in the distribution of the diversity in the communities. Higher richness can be found among distinct habitats, so the “ $\beta$ ” diversity is more important (around 65-70 %) than the “ $\alpha$ ” diversity (around 30-35 %) when considering the richness present in the a study area, a common pattern found in this biome (e. g. Hannibal and Cáceres 2010; Carmignotto and Aires 2011). On the other hand, for the Atlantic Rainforest for example, the “ $\alpha$ ” diversity or local diversity (number of species in a given habitat or site) represented more than 50% of the richness in two localities surveyed (Pardini and Umetsu 2006).

**Figure 5.** Sample-based rarefaction curves with the number of species plotted against the accumulated number of individuals for each habitat type surveyed, including the mean and standard deviation. The red line indicates the common minimum number of individuals (similar effort), permitting richness comparison among habitats. Habitat acronyms: MGI = flooded gallery forest; MG = gallery forest; CL = “campo limpo”; CU = “campo úmido”; CS = “campo sujo”; CC = “campo cerrado” and CE = “cerrado s.s.”.



The hypothesis that gallery forest is the richest habitat of the Cerrado (e. g. Redford and Fonseca 1986; Vieira and Palma 2005) was not confirmed (Bezerra *et al.* 2009; Hannibal and Cáceres 2011; Carmignotto and Aires 2011; Santos-Filho *et al.* 2012). The results from this study showed similar richness in the gallery forest and along the open areas (arboreal dense savannas) which could be explained by the low percentage of forest environments in the Cerrado (little available area), and the absence of canopy traps,

leading to a mammalian assemblage poorly represented by forest species (see Rodrigues *et al.* 2002). However, studies using canopy traps in gallery forests failed to record additional species, on the other hand, species show stratification along the vertical axis, which may explain the high number of species present in the gallery forests (Hannibal and Cáceres 2010). Also, it is possible that the open areas, although less stratified vertically, can harbor equivalent richness via horizontal heterogeneity (see August 1983; Colli *et al.* 2002). The Cerrado diversity, however, is a reflection of the combined mosaic of habitats (see Carmignotto *et al.* 2012).



**Figure 6.** Scatterplot of the first and second axis DCA scores for the 20 species and the seven habitat types surveyed based in the capture success. The acronyms refer to the first genus and species syllabi and the habitats (CU = “campo úmido”; CL = “campo limpo”; CS = “campo sujo”; CC = “campo cerrado”; CE = “cerrado s. s.”; MGI= flooded gallery forest and MG = gallery forest).

Considering the species composition found in the region, there are some taxonomic comments that we also address. The specimens of *Cryptonanus* surveyed in ENP (cited as *Gracilinanus* sp. in Rodrigues *et al.* 2002) are morphologically distinct from the five currently valid species of *Cryptonanus* (Voss *et al.* 2005), representing an undescribed species for the genus. The only specimen of *Thylamys* recorded was *T. velutinus* (cited as *Thylamys* sp. in Rodrigues *et al.* 2002), which is an endemic Cerrado species with only few scattered records in the biome, and is considered vulnerable in the southern portion of the Cerrado (Carmignotto, 2009). Based on the karyotype data, ( $2n = 52$  and  $FNa = 52$  – diploid and autosomal fundamental numbers, respectively), the specimens of *Nectomys*, first considered as *N. squamipes* (Rodrigues *et al.* 2002), were correctly identified as *N. rattus* (see Bonvicino *et al.* 1996). Since Rocha *et al.* (2012) better delimited the taxonomic status of *Oecomys cleberi*, a member of the *O. bicolor* species group, and its geographic distribution extended to far southwestern Brazil, the specimens of *Oecomys* of the ENP might be referred to this taxon. However, there are great morphological overlap in this species complex, and due to absence of karyotype data for *O. cleberi* (ENP specimens showed  $2n = 80$  and  $FNa = 138$ ), we refer to these specimens as *O. bicolor* until molecular data are available for this population. Additionally, *C. marinhui* is morphologically very similar with *C. maracajuensis*, as are the karyotypes ( $2n = 56$ ). We

classified the specimens surveyed at ENP as *C. marinhus* (cited as *Oryzomys gr. subflavus* sp. 2 in Rodrigues et al. 2002) based on the body and craniodental measurements that are closer to the mean for this taxon (see Percequillo et al. 2008), but molecular data also could aid in the taxonomic identity of these populations. The specimens referred to *Oryzomys gr. subflavus* sp. 1 in Rodrigues et al. (2002) showed similar morphology and karyotype (2n = 58 and FNa = 72) from that cited for *Cerradomys scotti* (see Percequillo et al. 2008).

**Table 3.** Distribution of the species encountered in the ENP showing the biomes of occurrence in Brazil and Central South America according to Paglia et al. (2012) and Carmignotto et al. (2012), respectively.

Species	Amazon	Atlantic Forest	Cerrado	Caatinga	Pantanal	Chaco	Pampas
<i>Chironectes minimus</i>	X	X	X		X		X
<i>Cryptonanus</i> sp.			X				
<i>Didelphis albiventris</i>			X	X	X	X	X
<i>Gracilinanus agilis</i>			X	X	X	X	
<i>Lutreolina crassicaudata</i>	X	X	X		X	X	X
<i>Marmosa murina</i>	X	X	X	X	X		
<i>Monodelphis domestica</i>			X	X	X	X	
<i>Monodelphis kunsii</i>			X		X	X	
<i>Philander opossum</i>	X		X	X	X		
<i>Thylamys velutinus</i>			X				
<i>Calomys expulsus</i>			X	X			
<i>Calomys tener</i>		X	X	X			
<i>Cerradomys marinhus</i>			X				
<i>Cerradomys scotti</i>			X		X	X	
<i>Hylaeamys megacephalus</i>	X	X	X		X		
<i>Kunsia tomentosus</i>			X				
<i>Necomys lasiurus</i>	X	X	X	X	X		
<i>Nectomys rattus</i>	X		X	X	X	X	
<i>Oecomys bicolor</i>	X		X		X		
<i>Oligoryzomys fornesi</i>			X	X	X	X	
<i>Oxymycterus delator</i>			X			X	
<i>Clyomys laticeps</i>			X		X	X	
<i>Proechimys longicaudatus</i>	X		X		X	X	
	9 (39%)	6 (26%)	23 (100%)	10 (43%)	16 (69%)	11 (48%)	3 (13%)

Other biomes adjoin the Cerrado and influence its faunal composition. The greater similarity of the Cerrado fauna with other biomes can be explained by the two components present in this biome: the forest and the open area physiognomies. Compared to the Amazon and Atlantic Rainforest fauna, the small mammals of the present study showed greater similarity with the Amazon, contrary to prior studies that found greater similarity with the Atlantic Rainforest (i.e. Redford and Fonseca 1986). This pattern is mainly related to the presence of four taxa that occur in both the Amazon and Cerrado, but are replaced by sister groups in the Atlantic Rainforest, such as *Philander frenatus* (not *P. opossum*), *Nectomys squamipes* (not *N. rattus*), *Oecomys catherinae* (not *O. bicolor*) and the genus *Trinomys* (not *Proechimys*). Because the systematics and taxonomic status of these groups are still being clarified previous studies did not realize these vicariant patterns between

the Amazon and Atlantic Rainforest fauna (see Costa 2003; Carmignotto *et al.* 2012).

Among the open areas, the Pantanal fauna is the most similar, followed by the Chaco (see Table 3). The presence of open and forested areas in these biomes provides potential habitats for the Cerrado small mammals. In addition, we found more species associated with the open areas than with the gallery forests. This pattern, shown also in other studies, contradicts the previous hypothesis that the fauna of the Cerrado and the Caatinga is, in general, associated with forest environments, with no specialization to xeric conditions and endemics restricted to the gallery forests (*i. e.* Redford and Fonseca 1986), demonstrating the high richness and specialization of mammal species to the open habitats (*e. g.* Hershkovitz 1993; Oliveira *et al.* 2003; Oliveira and Pessôa 2005).

Comparing the species composition of ENP with other areas surveyed in the Cerrado and transitional areas, we observed that there is a fauna more similar to the ones from the western portion of the Cerrado (Emmons 2009; Santos-Filho *et al.* 2012; Owen 2013), represented by species with a distribution restricted or more concentrated in this portion of the biome such as *Thylamys velutinus*, *Kunsia tomentosus*, *Clyomys laticeps* and *Proechimys longicaudatus*. The results obtained here reinforce the great variability among the nonvolant small mammal assemblages of the Cerrado and indicate that the survey of new areas can change the current thoughts about the mammalian fauna in this biome (see Carmignotto *et al.* 2012). The Cerrado is considered one of the 25 hotspots of world's biodiversity because the high level of endemic species and the high proportion of habitat destruction (Myers *et al.* 2000). Land conversion to crops and pastures has already occurred in most of the Cerrado, and there are few areas preserved and available for conservation efforts. The variability in species composition and in the structure of the small mammal communities also reflects the need to preserve different regions of the Cerrado biome to effectively maintain its biodiversity (Marinho-Filho *et al.* 1994; Vieira and Palma 2005).

## Acknowledgements

We applied the SDC approach (Tscharntke *et al.* 2007) for the sequence of authors.

We are indebted to the IBAMA, the manager of the Emas National Park Ary Soares dos Santos and his assistants Valdomiro, José Carlos, Nicássio and Heleno who authorized our research at the Park and provided logistical support, and to the several students who helped us in the field work. We thank Jader Marinho-Filho for the loan of the car used in the fieldwork; to Luiz Flamarion B. de Oliveira and Renata Pardini who helped with the analysis methods, to Cibele R. Bonvicino who helped with the taxonomic identifications of some species; and to Juliana Pagnozzi who made the cytogenetic analysis. This study was realized with the assistance of Fundação Ecológica de Mineiros - Fundação EMAS and was sponsored by the Fundação O Boticário de Proteção à Natureza / MacArthur Foundation, BP Conservation Program / BirdLife International / Fauna and Flora International, Instituto Conservation International do Brasil and Wildlife Conservation Society. AMRB thanks for the fellowship from CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), APC to CNPQ (process 484346/2011-3) and FAPESP (process 2011/20022-3), and FHGR to CNPq (process 301665/2011-7).

Finally, we thank Javier A. Pereira for the abstract in Spanish, Noe de la Sancha, two anonymous referees, and the editor Robert Owen for helpful suggestions in the final version of the manuscript.

## References

- ALHO, C. J. R. 2005. Intergradation of habitats of non-volant small mammals in the patchy cerrado landscape. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro* 63:41–48.
- ALMEIDA, F. C., C. R. BONVICINO, AND P. CORDEIRO-ESTRELA. 2007. Phylogeny and temporal diversification of *Calomys* (Rodentia, Sigmodontinae): Implications for the biogeography of an endemic genus of the open/dry biomes of South America. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42:449–466.
- AUGUST, P. V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology* 64:1495–1507.
- BECKER, R. G., G. PAISE, L. C. BAUMGARTEN, AND E. V. VIEIRA. 2007. Estrutura de comunidades de pequenos mamíferos e densidade de *Necomys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) em áreas abertas do Cerrado do Brasil central. *Mastozoología Neotropical* 14:57–168.
- BEZERRA, A. M. R., A. P. CARMIGNOTTO, AND F. H. G. RODRIGUES. 2009. Small non-volant mammals of an Ecotone Region between the Cerrado Hotspot and the Amazonian Rainforest, with comments on their Taxonomy and Distribution. *Zoological Studies* 48:861–874.
- BEZERRA, A. M. R., AND J. A. OLIVEIRA. 2010. Taxonomic implications of cranial morphometric variation in the genus *Clyomys* Thomas, 1916 (Rodentia: Echimyidae). *Journal of Mammalogy* 91:260–272.
- BONVICINO, C. R. 2003. A New Species of *Oryzomys* (Rodentia, Sigmodontinae) of the subflavus Group from the Cerrado of Central Brazil. *Mammalian Biology* 68:78–90.
- BONVICINO, C. R., P. S. D'ÁNDREA, R. CERQUEIRA, AND H. N. SEUÁNEZ. 1996. The chromosomes of *Necomys* (Rodentia, Cricetidae) with  $2n = 52, 56$ , and interspecific hybrids ( $2n = 54$ ). *Cytogenetics and Cell Genetics* 73:190–193.
- BONVICINO, C. R., S. M. LINDBERGH, M. B. FARIA, AND A. M. R. BEZERRA. 2012. The eastern boundary of the Brazilian Cerrado: a hotspot region. *Zoological Studies* 51:1207–1218.
- BROSE, U., N. D. MARTINEZ, AND R. J. WILLIAMS. 2003. Estimating species richness: sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology* 84:2364–2377.
- CÁCERES, N. C., R. P. NÁPOLI, AND W. HANNIBAL. 2011. Differential trapping success for small mammals using pitfall and standard cage traps in a woodland savannah region of southwestern Brazil. *Mammalia* 75:45–52.
- CARMIGNOTTO, A. P. 2009. *Thylamys velutinus*. Pp. 43 in *Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo – Vertebrados* (Bressan, P. M., M. C. M. Kierulff, and A. M. Sugieda, orgs.). São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Brazil.
- CARMIGNOTTO, A. P., AND C. C. AIRES. 2011. Mamíferos não voadores (Mammalia) da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins. *Biota Neotropica* 11:307–322.
- CARMIGNOTTO, A. P., AND T. MONFORT. 2006. Taxonomy and distribution of the Brazilian species of *Thylamys* (Didelphimorphia: Didelphidae). *Mammalia* 70:126–144.
- CARMIGNOTTO, A. P., M. DE VIVO, AND A. LANGGUTH. 2012. Mammals of the Cerrado and Caatinga - Distribution patterns of the tropical open biomes of central South

- America. Pp. 317–350 in *Bones, Clones and Biomes* (Patterson, B. D., and L. C. P. Costa, eds.). University Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- COLLI, G. R., R. P. BASTOS, AND A. F. B. ARAÚJO.** 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. Pp. 223–241 in *The Cerrados of Brazil* (Oliveira, P. S., and R. J. Marquis, eds.). Columbia University Press. New York, EE.UU.
- COLWELL, R. K.** 2004. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples Software and User's Guide Version 8. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut. Storrs, EE. UU.
- COSTA, L. P.** 2003. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic Forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. *Journal of Biogeography* 30:71–86.
- D'ANGIOLELLA, G.** 2004. Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Brasil.
- DE LA SANCHA, N.** 2014. Patterns of small mammal diversity in fragments of subtropical Interior Atlantic Forest in eastern Paraguay. *Mammalia*. DOI 10.1515/mammalia-2013-0100.
- EITEN, G.** 1994. Cerrado Vegetation. Pp. 17–73 in *Cerrado: characterization, occupation and perspectives* (Pinto, M. N., org.). UnB/SEMATEC Editor. Brasília, Brazil.
- EMMONS, L. H.** 2009. Long-Term Variation in Small Mammal Abundance in Forest and Savanna of Bolivian Cerrado. *Biotropica* 41:493–502.
- FRANCISCO, A. L., W. E. MAGNUSSON, AND T. M. SANAIOTTI.** 1995. Variation in growth and reproduction of *Bolomys lasiurus* (Rodentia:Muridae) in an Amazonian savanna. *Journal of Tropical Ecology* 11:419–428.
- GARDNER, A. L. (ed.).** 2008. *Mammals of South America. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats.* University of Chicago Press. Chicago, EE.UU. .
- GOTELLI, N. J., AND R. K. COLWELL.** 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379–391.
- HANNIBAL, W., AND N. C. CÁCERES.** 2010. Use of vertical space by small mammals in gallery forest and woodland savannah in south-western Brazil. *Mammalia* 74:247–255.
- HERSHKOVITZ, P.** 1993. A new Central Brazilian genus and species of sigmodontine rodent (Sigmodontinae) transitional between akodonts and oryzomyines, with a discussion of muroid molar morphology and evolution. *Fieldiana Zoology, New Series* 75:1–18.
- HILL, M. O., AND H. G. GAUCHE.** 1980. Detrended Correspondence Analysis: an improved ordination technique. *Vegetation* 42:447–454.
- ICMbio, INSTITUTO CHICO MENDES.** 2013. Unidades de Conservação nos Biomas. Ministério do meio Ambiente, Brasília, Distrito Federal, Brazil. Accessed in January 2013, <http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/reuc/1006.htm>
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** 1993. *Map of Brazil Vegetation*, 2nd edition. Escale 1: 5.000.000.
- JOST, L.** 2010. The relation between evenness and diversity. *Diversity* 2:207– 32.
- KLINK, C. A., AND R. B. MACHADO.** 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19:707–713.



- LACHER, T. E., JR., AND C. J. R. ALHO.** 2001. Terrestrial small mammal richness and habitat associations in an Amazon Forest-Cerrado contact zone. *Biotropica* 33:171–181.
- LACHER, T. E., JR., M. A. MARES, AND C. J. R. ALHO.** 1989. The structure of a small mammal community in a central Brazilian savanna. Pp. 137–162 in *Advances in Neotropical mammalogy* (Redford, K.H., and J. F. Eisenberg, eds.). Sandhill Crane Press. Gainesville, EE.UU.
- LANGGUTH, A., AND C. R. BONVICINO.** 2002. The *Oryzomys subflavus* species group, with description of two new species (Rodentia, Muridae, Sigmodontinae). *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro* 60:285–294.
- LUDWIG, J. A., AND J. F. REYNOLDS.** 1988. *Statistical Ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley and Sons. New York, EE.UU.
- MAGURRAN, A. E.** 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. Oxford, United Kingdom.
- MARES, M. A., J. K. BRAUN, AND D. GETTINGER.** 1989. Observations on the distribution and ecology of the mammals of the Cerrado grasslands of Central Brazil. *Annals of Carnegie Museum* 58:1–60.
- MARES, M. A., K. A. ERNEST, AND D. GETTINGER.** 1986. Small mammal community structure and composition in the Cerrado Province of Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 2:289–300.
- MARINHO-FILHO, J., M. L. REIS, P. S. OLIVEIRA, E. M. VIEIRA, AND M. N. PAES.** 1994. Diversity standards and small mammal numbers: conservation of the Cerrado biodiversity. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 66:149–157.
- MCCUNE, B., AND M. J. MEFFORD.** 1999. *Multivariate analysis of ecological data* Version 4.25. MjM Software. Gleneden Beach, EE.UU.
- MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. B. FONSECA, AND J. KENT.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858.
- OLIVEIRA, J. A., P. R. GONÇALVES, AND C. R. BONVICINO.** 2003. Mamíferos da Caatinga. Pp. 275–334 in *Ecologia e conservação da caatinga* (Leal, I. R., M. Tabarelli, and J. M. C. D. Silva, eds.). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Brazil.
- OLIVEIRA, J. A., AND L. M. PESSÔA.** 2005. Mamíferos. Pp. 377–408 in *Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina* (Juncá, F. A., L. Funch, and W. Rocha, eds.). Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Brazil.
- OLIVEIRA, P. E.** 1998. Phenology and reproductive biology of Cerrado species. Pp. 169–194 in *Cerrado: Environment and Flora* (Sano, S. M., and S. P. Almeida, eds.). EMBRAPA. Planaltina, Brazil.
- OWEN, R. D.** 2013. Ecology of small terrestrial mammals in an isolated Cerrado patch, eastern Paraguay: Communities, species, and effects of ENSO, precipitation, and fire. *Mastozoologia Neotropical* 20:97–112.
- PAGLIA, A., G. A. B. FONSECA, G. H. RYLANDS, L. M. S. AGUIAR, A. G. CHIARELLO, Y. L. R. LEITE, L. P. COSTA, S. SICILIANO, M. C. M. KIERULFF, S. L. MENDES, V. C. TAVARES, R. A. MITTERMEIER, AND J. L. PATTON.** 2012. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. 2ª edição. *Occasional Papers in Conservation Biology* 6:1–76.
- PALMER, M. W.** 2004. *Ordination Methods: an overview*. University of Toronto Press, Toronto, Canada.

- PARDINI, R., AND F. UMETSU.** 2006. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande – distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. *Biota Neotropica* v6 (n2) –<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00606022006>.
- PERCEQUILLO, A. R., E. HINGST-ZAHER, AND C. R. BONVICINO.** 2008. Systematic Review of Genus *Cerradomys* Weksler, Percequillo and Voss, 2006 (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini), with Description of Two New Species from Eastern Brazil. *American Museum Novitates* 3622:1–46.
- PINHEIRO, F., I. R. DINIZ, D. COELHO, AND M. P. S. BANDEIRA.** 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology* 27:132–136.
- RADAMBRASIL.** 1983. Folha SE.22 Goiânia – geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. vol. 31, 768 p. il., 6 maps. MME / Radambrasil, Rio de Janeiro, Brazil.
- REDFORD, K. H., AND G. A. B. FONSECA.** 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica* 18:126–135.
- RIBEIRO, R., AND J. MARINHO-FILHO.** 2005. Estrutura de comunidade de pequenos mamíferos (Mammalia, Rodentia) da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22:898–907.
- RIBEIRO, J. F., AND B. M. T. WALTER.** 1998. Phytophysionomies of the Cerrado Biome. Pp. 89–168 in *Cerrado: Environment and Flora* (Sano, S. M., and S. P. Almeida, eds.). EMBRAPA. Planaltina, Brazil.
- ROCHA, R., E. FERREIRA, B. M. A. COSTA, I. C. M. MARTINS, Y. L. R. LEITE, L. P. COSTA, AND C. FONSECA.** 2011. Small mammals of the mid-Araguaia River in central Brazil, with the description of a new species of climbing rat. *Zootaxa* 2789:1–34.
- ROCHA, R., C. FONSECA, Z. ZHOU, Y. L. R. LEITE, AND L. P. COSTA.** 2012. Taxonomy and conservation status of the elusive *Oecomys cleberi* (Rodentia, Sigmodontinae) from central Brazil. *Mammalian Biology* 77:414–419.
- RODRIGUES, F. H. G., L. SILVEIRA, A. T. A. JÁCOMO, A. P. CARMIGNOTTO, A. M. R. BEZERRA, D. COELHO, H. GARBOGINI, J. PAGNOZZI, AND A. HASS.** 2002. Composition and characterization of the mammal fauna of the Emas National Park, Goiás. *Revista Brasileira de Zoologia* 19:589–600.
- SANTOS-FILHO, M., F. FRIEIRO-COSTA, Á. R. A. IGNÁCIO, AND M. N. F. SILVA.** 2012. Use of habitats by non-volant small mammals in Cerrado in Central Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 72:893–902.
- SILVA, J. F., M. R. FARIÑAS, J. M. FELFILI, AND C. A. KLINK.** 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography* 33:536–548.
- TSCHARNTKE, T., M. E. HOCHBERG, T. A. R., AND V. H. RESH, AND J. KRAUSS.** 2007. Author Sequence and Credit for Contributions in Multi-authored Publications. *PLoS Biol* 5(1): e18. doi:10.1371/journal.pbio.0050018.
- URBAN, D. I.** 2000. *Multivariate Analysis in Ecology*. University of Toronto Press. Toronto, Canada.
- VEECH, J.A., K. S. SUMMERVILLE, T. O. CRIST, AND J. C. GERING.** 2002. The additive partitioning of species diversity: recent revival of an old idea. *Oikos* 99:3–9.

- VIEIRA, M. V., AND A. R. T. PALMA.** 2005. Small mammals of the Cerrado: genera distribution and community structure in the different habitat types. Pp. 265–282 in *Biodiversity, Ecology and Conservation of the Cerrado* (Scariot, A., J. M. Felfili, and J.C. Sousa-Silva, eds.). EMBRAPA Brasília, Brazil.
- VIEIRA, E. M., G. IOB, D. C. BRIANI, AND A. R. T. PALMA.** 2005. Microhabitat selection and daily movements of two rodents (*Necromys lasiurus* and *Oryzomys scotti*) in Brazilian Cerrado, as revealed by a spoll-and-line device. *Mammalian Biology* 70:359–365.
- VIEIRA, C. M., D. BLAMIRE, J. A. F. DINIZ-FILHO, L. M. BINI, AND T. F. L. V. B. RANGEL.** 2008. Autoregressive modelling of species richness in the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Biology* 68:233–240.
- VIVO, M., AND R. GREGORIN.** 2001. Mammals. Pp. 116–123 in *Intervalos* (Leonel, C., org.). Fundação Para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. São Paulo, Brazil.
- VOSS, R. S., AND L. H. EMMONS.** 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 230:1–115.
- VOSS, R. S., LUNDE, D. P., AND A. S. JANSA.** 2005. On the contents of *Gracilinanus* Gardner and Creighton, 1989, with the description of a previously unrecognized clade of small didelphid marsupials. *American Museum Novitates* 3482:1–34.
- VOSS, R. S., AND S. A. JANSA.** 2009. Phylogenetic relationships and classification of didelphid marsupials, an extant radiation of new world metatherian mammals. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 322:1–177.
- WEKSLER, M., AND C. R. BONVICINO.** 2005. Taxonomy of pygmy rice rats genus *Oligoryzomys* Bangs, 1900 (Rodentia, Sigmodontinae) of the Brazilian Cerrado, with the description of two new species. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro* 63:113–130.
- WEKSLER, M., A. R. PERCEQUILLO, AND R. S. VOSS.** 2006. Ten new genera of Oryzomyine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). *American Museum Novitates* 3537:1–29.
- WERNECK, F. P.** 2011. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: historical biogeography and perspectives. *Quaternary Science Reviews* 30:1630–1648.
- WHITTAKER, R. H.** 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21:213–251.
- WILSON, D. E., AND D. M. REEDER (eds.).** 2005. *Mammal species of the world – a Taxonomic and Geographic Reference* 3rd ed. Vol II. Smithsonian Institution Press. Washington, EE.UU.

---

*Sometido: 26 de marzo de 2014*

*Revisado: 27 de Julio de 2014*

*Aceptado: 12 de agosto de 2014*

*Editor asociado: Robert Owen*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

Specimens examined from the Emas National Park (ENP), Goiás state, Brazil. Voucher number acronyms: MN, Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro; MZUSP – Museu de Zoologia da Universidade São Paulo; UNB – Mammal collection of the Universidade de Brasília; and APC – the field number of Ana Paula Carmignotto, which will be deposited in the MN.

**Order Didelphimorphia**  
**Family Didelphidae Gray 1821**

*Cryptonanus* Voss et al. 2005

*Cryptonanus* sp. ( $n = 4$ , skin, skull and skeleton): APC: 573, 593, and 595 (females); 582 (male).

*Didelphis* Linnaeus 1758

*Didelphis albiventris* Lund, 1840 ( $n = 2$ , skin and skull): MN: 71569 and UNB: 1704 (males).

*Gracilinanus* Gardner and Creighton 1989

*Gracilinanus agilis* (Burmeister 1854) ( $n = 2$ , skin, skull and skeleton): APC: 614 and 655 (females).

*Lutreolina* Thomas 1910

*Lutreolina crassicaudata* (Desmarest 1804) ( $n = 4$ , skin, skull and skeleton): MN: 71697 and UNB: 1927 (females); MN: 71673 and UNB: 1707 (males).

*Marmosa* Gray 1821

*Marmosa murina* (Linnaeus 1758) ( $n = 9$ , skin and skull): MN: 71648, 71658, 71669, UNB: 2548, 2551, and 2552 (females); MN: 71990, UNB: 2549, and 2550 (males).

*Monodelphis* Burnett 1830

*Monodelphis domestica* (Wagner 1842) ( $n = 1$ , skull and skin): UNB: 1708 (male).

*Monodelphis kungsi* Pine 1975 ( $n = 1$ , skull and skin): APC: 612 (male).

*Thylamys* Gray, 1843

*Thylamys velutinus* (Wagner 1842) ( $n = 1$ , skull and fluid): MZUSP: 32098 (male).

**Order Rodentia**  
**Family Cricetidae Fischer, 1817**  
**Subfamily Sigmodontinae Wagner, 1843**

*Calomys* Waterhouse 1837

*Calomys expulsus* (Lund 1841) ( $n = 7$ , skin and skull): MN: 71660, 71664, 71677, and UNB: 2090 (females); UNB: 2089 (male); MN: 71667 and UNB: 2091 (undetermined).

*Calomys tener* (Winge 1887) ( $n = 4$ , skin and skull): MN: 71661 and UNB: 2092 (females); MN: 71680 and UNB: 2093 (males).

*Cerradomys* Weksler et al. 2006

*Cerradomys marinhos* (Bonvicino 2003) ( $n = 11$ , skin and skull): UNB: 1912, 1916, 1918, MN: 71654, 71662, and 71689 (females); UNB: 1901, 1910, MN: 71649, 71653, and 71687 (males).

*Cerradomys scotti* (Langguth and Bonvicino 2002) ( $n = 14$ , skin and skull) = MN: 71646, 71671, 71698, UNB: 1904, and UNB: 1908 (females); MN: 71647, 71686, 71692, UNB: 1905, 1906, and 1915 (males); MN: 71666, 71709 (only skull), and UNB: 1922 (undetermined).

*Hylaeamys* Weksler et al. 2006

*Hylaeamys megacephalus* (Fischer 1814) ( $n = 18$ , skin and skull): MN 71683, 71684, 71704, 71705, UNB: 1909, 1907, 1913, and 1924 (females); UNB: 1921, MN: 71681, 71693, 71699, 71700, and 71701 (males); MN: 71685, UNB: 1914, 1919, 1920 (undetermined).

*Kunsia* Hershkovitz 1966

*Kunsia tomentosus* (Lichtenstein 1830) ( $n = 4$ , skin and skull): MN: 62567 (female); MN: 62569, UNB: 1705, 1706 (males).

*Necomys* Ameghino 1889

*Necomys lasiurus* (Lund 1841) ( $n = 28$  skin and skull, and 10 fluid): UNB: 1690, 1691, 1692, 1700, 1701, 1702, MN: 68978, 68980, 68981, 68983, 68985, 68984, 71682, 71702, 71706, 71707, 71713 (females), UNB: 1693, 1694, 1695, 1696, 1698, 1699, 1703, MN: 68976, 68982, 68977, 71670, 71679, 71694, 71695, 71708, 71711, 71712, 71715, 71714 (males), UNB: 1928, MN: 68979 (undetermined).

*Nectomys* Peters 1861

*Nectomys rattus* (Pelzeln 1883) ( $n = 5$ , skin and skull): MN: 71663 and UNB: 1710 (females); MN: 71655, UNB: 1709, and 1711 (males).

*Oecomys* Thomas 1906

*Oecomys bicolor* (Tomes 1860) ( $n = 17$ , skin and skull): MN: 71691, 71703, UNB: 1923, 1925, and 1917 (females); MN: 71650, 71651, 71656, 71672,

71688, UNB: 1712, 1713, 1716, and 1903 (males); MN: 71665, and UNB: 1926 (undetermined).

*Oligoryzomys* Bangs 1900

*Oligoryzomys fornesi* (Massoia 1973) ( $n = 2$ , skin and skull): MN: 71654 and UNB: 2553 (males).

*Oxymycterus* Waterhouse 1837

*Oxymycterus delator* Thomas 1903 ( $n = 14$ , skin and skull): MN: 71674, 71675, 71697, 71710, UNB: 2082, 2085, 2087, 2088 (females); MN: 71652, 71657, 71678, UNB: 2083, 2084, 2086 (males).

**Family Echimyidae Gray, 1825**

*Clyomys* Thomas, 1916

*Clyomys laticeps* (Thomas 1909) ( $n = 17$ , 1 skull, 15 skin and skull, and 2 fluid): MN: 68162, 68167, 68169, UNB: 2150, 2152, 2154, 2155 (females); MN: 68163, 68164, 68165, 68166, 68168, 68172, 68173, UNB: 2151, and 2153 (males); MN: 68170 (undetermined).

*Proechimys* Allen, 1899

*Proechimys longicaudatus* (Rengger 1830) ( $n = 3$ , skin and skull): UNB: 1911 (female); MN: 71668, and UNB: 1902 (undetermined).

# Un cariotipo del murciélago sedoso de cola corta (*Carollia brevicauda* [Schinz, 1821], Chiroptera: Phyllostomidae) de los andes de Colombia

Elkin A. Noguera-Urbano<sup>1,2\*</sup> y Silvia Muñoz-Montenegro<sup>2</sup>

**Introduction:** The only record of a *Carollia brevicauda* (Schinz, 1821) karyotype in Colombia to date was described from a single specimen collected from Leticia (department of Amazonas, Colombia). In this study, we offer a description of the karyotype of a female specimen of *C. brevicauda*, collected at 1,647 m in the locality of Chachagüi, in the Colombian Andes.

**Methodology:** The karyotype was obtained from bone marrow and conventional staining with Giemsa. We describe the chromosomal number, fundamental number and the karyotypic pattern. We compared the karyotype with others proposed for the species and several closely related species.

**Results:** This study increased the number of karyotypes reported for Colombian populations of *C. brevicauda*. The karyotype of *C. brevicauda* described in this paper agrees with karyotypes of other populations with  $2n = 20$  and  $FN = 36$ . The karyotypic pattern includes one sexual pair, two subtelocentrics pairs, two submetacentrics pairs and five metacentrics pairs.

**Discussion:** The pattern recorded herein is different to other reported for the species and the genus. The descriptions of variations in chromosomal morphology in *C. brevicauda* are incomplete, but it is possible that the different karyotypic patterns are indicators of polymorphism within the genus. Other studies are necessary to describe the yet undescribed karyotypes of *C. manu* and *C. monohernandezii* and to obtain additional evidence for the phylogenetic reconstructions of *Carollia*.

**Key words:** bat; chromosomes; genetics; genotype; mammal; variation.

## Resumen

Se reporta el cariotipo de un ejemplar hembra *C. brevicauda* capturado en el municipio de Chachagüi, Colombia. El cariotipo fue obtenido a partir de médula ósea con tinción convencional de *Giemsa*. Con este reporte se incrementó a dos el número de reportes citogenéticos de *C. brevicauda* para poblaciones de Colombia. El cariotipo de *C. brevicauda* analizado presentó  $2n = 20$  y  $NF = 36$ , mientras que la fórmula cromosómica del ejemplar esta compuesta por un par sexual, dos pares subtelocéntricos, dos pares submetacéntricos y cinco pares metacéntricos. Se determinaron variaciones en la morfología de los cromosomas, pero uniformidad en el número cromosómico. La información disponible indica la necesidad de estudios para describir los cariotipos de *C. manu* y *C. monohernandezii*.

<sup>1</sup> Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacan 04510 México. E-mail: elkalexno@gmail.com (EAN-U)

<sup>2</sup> Asociación GAICA. Pasto, Nariño, Colombia. E-mail: silvimomu@gmail.com (SM-M)

\*Corresponding author

**Palabras clave:** cromosomas; genética; genotipo; mamífero; murciélago; variación.

## Introducción

Los murciélagos pertenecientes al género *Carollia* Gray, 1838 se distribuyen desde México hasta Paraguay (McLellan y Koopman 2008), en un rango altitudinal entre 0 y 2,660 m (Muñoz 1995). En Colombia se han reportado cinco especies de *Carollia*, de las cuales cuatro son aceptadas actualmente (*C. castanea* H. Allen 1890, *C. brevicauda*, *C. perspicillata* [Linnaeus 1758] y *C. monohernandezii* Muñoz *et al.* 2004) y una se encuentra aún sin describir (Solari *et al.* 2013). Tres especies se distribuyen en el suroccidente del país: *C. castanea*, *C. perspicillata* y *C. brevicauda* (Solari *et al.* 2013). En particular, poblaciones de *C. brevicauda* se han reportado a lo largo de los Andes centrales y orientales de Nariño, en los municipios de Ancúya, Barbacoas, Chachagüi, Pasto, Ricaurte y San Lorenzo (Ramírez-Chaves y Noguera-Urbano 2010).

Las poblaciones de *C. brevicauda* muestran una amplia variabilidad morfológica atribuida a plasticidad por presiones ambientales (York y Papes 2007) y han sido objeto de estudios genéticos y filogenéticos como complejo de especies (Baker *et al.* 2002).

Otro tipo de información se ha reportado con el fin de explicar dicha variabilidad, desde la descripción de patrones biogeográficos (Hoffman y Baker 2003), caracterizaciones morfológicas (Pine 1972; McLellan 1984; Muñoz 1995; McLellan y Koopman 2008), cromosómicas (Patton y Gardner 1971; Stock 1975; Baker y Bleier 1971; Parish *et al.* 2003; Pieczarka *et al.* 2005; Noronha *et al.* 2009) y/o moleculares de algunas de sus poblaciones (Baker *et al.* 2002; Hoffman y Baker 2003; Solari y Baker 2006); pese a ello se desconoce información sobre los cromosomas de la especie en poblaciones andinas de Colombia.

En estudios previos se ha reportado que el cariotipo de *C. brevicauda* presenta un número cromosómico  $2n = 20$  hembras - 21 machos (Patton y Gardner 1971; Stock 1975; Parish *et al.* 2003; Pieczarka 2005). De manera general, para *C. brevicauda* se ha descrito una fórmula cariotípica compuesta por cuatro pares metacéntricos (4M), dos pares submetacéntricos (2SM) y tres pares subtelocéntricos (3ST); el número fundamental (NF) es 36. En las hembras el par sexual X es subtelocéntrico (ST), mientras que en los machos el cromosoma X es subtelocéntrico (ST) y los cromosomas  $Y_1$  y  $Y_2$  son dos pequeños acrocéntricos (Stock 1975). Algunos reportes sobre el cariotipo de *C. brevicauda* provienen del Perú y Brasil (Patton y Gardner 1971; Stock 1975; Pieczarka 2005). En Colombia el único reporte del cariotipo de *C. brevicauda* podría ser el de Baker y Bleier (1971) a partir de un ejemplar capturado en Leticia en el departamento de Amazonas (ejemplar Z137) identificado inicialmente como *C. subrufa* ( $2n = 20 - 21$ ).

Las características cromosómicas de *Carollia* son indicadoras de la diversidad genética del género y pueden ser importantes herramientas para el estudio de especies crípticas dentro del grupo (Stock 1975; Baker *et al.* 2002; Solari y Baker 2006), por lo tanto en este estudio se presenta el cariotipo de un ejemplar hembra de *C. brevicauda* proveniente de los Andes Colombianos.

El ejemplar fue capturado en el municipio de Chachagüí (1.42° N -77.27° W, 1,647 m), departamento de Nariño, Colombia. La localidad de muestreo se caracteriza por la presencia de parches de bosque y un avanzado grado de fragmentación, el ecosistema

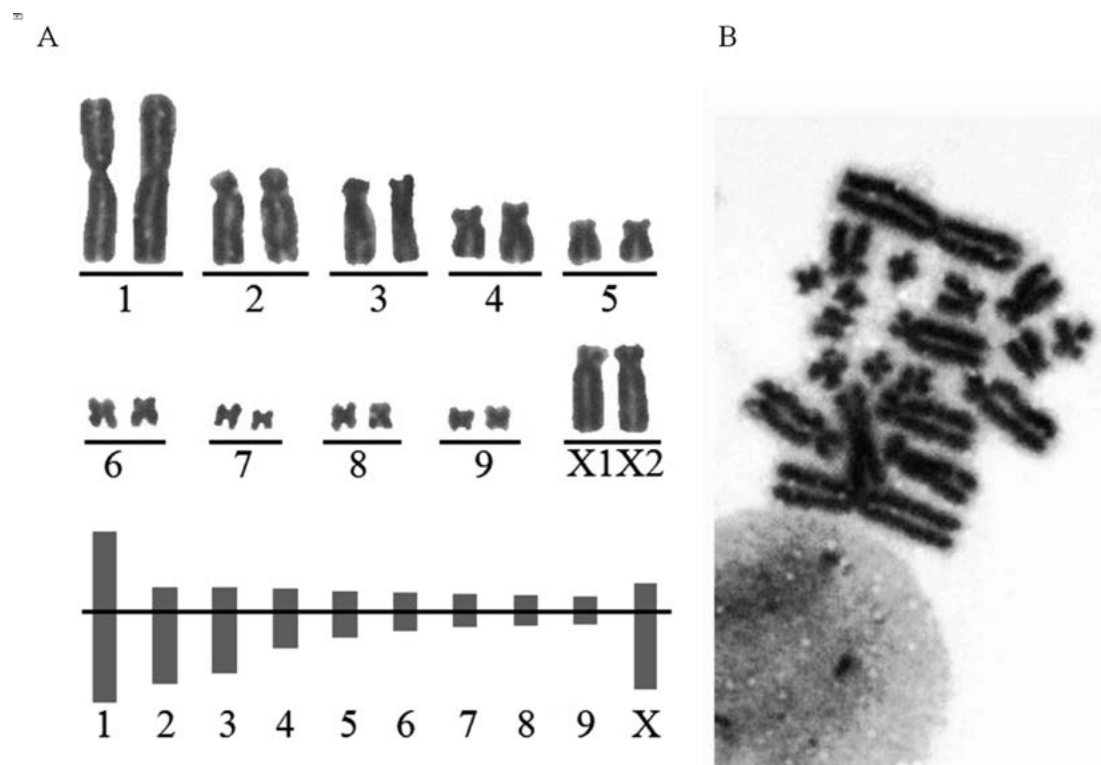


es del tipo sub-xerofítico (obs. pers.). La piel y el cráneo del ejemplar analizado (MUN-596 [EK058]) se encuentran depositados en el Museo de Historia Natural Universidad de Nariño (MUN), Pasto, Colombia. El ejemplar fue identificado considerando caracteres morfológicos y morfométricos de la especie (McLellan y Koopman 2008) y con la revisión de material de referencia en los museos de historia natural de las universidades de Nariño (MUN), del Valle (UV) y Antioquia (CTUA).

## Material y Métodos

La preparación cromosómica fue realizada a partir de medula ósea de húmero y tinción estándar con *Giemsa* (Baker *et al.* 2003). Los cromosomas se clasificaron considerando la relación entre brazo largo y corto (RB; Levan *et al.* 1964); además se determinó el número diploide (2n) con el conteo de cromosomas en 10 células metafásicas y el número fundamental (NF) identificado como el número total de los brazos de los autosomas. El cariotipo fue organizado de acuerdo a Baker y Bleier (1971). Para comparar la variación de los cariotipos en poblaciones de la especie y otras congéneres, se revisó literatura referente a las especies del género.

El ejemplar presentó  $2n = 20$  (Fig. 1A y B) y  $NF = 36$ . La fórmula cromosómica estuvo compuesta por dos pares de cromosomas subtelo-céntricos (RB: 3.5, 3.1), dos pares submetacéntricos (RB: 2.1, 1.8) y cinco pares metacéntricos (RB: 1.4, 1.4, 1.3, 1.3, 1.3).



**Figura 1.** Cromosomas del ejemplar hembra de *Carollia brevicauda* (MUN-596). (A) Cariotipo e idiograma de *C. brevicauda* y (B) Cariotipo extendido en metafase de médula ósea.

La fórmula obtenida fue  $X1X2:2:2:5$  (Grupo 1: Sexual ST, Grupo 2: Par 3 y 4 ST, Grupo 3: Par 5 y 6. SM, Grupo 4: Par 2, 7, 8, 9, 10. M). El cariotipo del ejemplar estudiado no presentó diferencias en cuanto a número de cromosomas y número fundamental, sin embargo la fórmula cromosómica es distinta a la reportada para la especie (Tabla 1).

Hasta este reporte, el cariotipo de *C. brevicauda* en Colombia era incierto, ya que Baker y Bleier (1971) describieron el cariotipo de un ejemplar de *C. subrufa* de Leticia, departamento de Amazonas, ejemplar que en la actualidad ha sido catalogado como *C. brevicauda* (TTU 8837 [TK 137]). Considerando que *C. subrufa* no tiene distribución conocida para Colombia (Solari *et al.* 2013), el reporte de Baker y Bleier (1971) sería el primer reporte del cariotipo de *C. brevicauda* en el país y el reportado en este estudio (Fig. 1) posiblemente es el segundo. Los resultados demuestran que el ejemplar de *C. brevicauda* presenta características típicas de la especie en cuanto al número cromosómico y número fundamental (Patton y Gardner 1971; Stock 1975; Baker y Bleier 1971; Parish *et al.* 2003; Pieczarka *et al.* 2005; Noronha *et al.* 2009). Asumiendo que la población *C. brevicauda* analizada presenta dimorfismo en los cromosomas sexuales como es frecuente en la especie y otras especies del género (Baker 1967; Hsu *et al.* 1968; Baker y Hsu 1970; Baker y Bleier 1971; Patton y Gardner 1971; Cloutier y Thomas 1992; Santos y de Souza 1998; Noronha *et al.* 2009), probablemente los machos de la población muestreada presentarían  $2n = 21$ . Sin embargo es necesario describir un mayor número de ejemplares e incluir a machos.

Para los murciélagos del género *Carollia* la homogeneidad en el número cromosómico ya ha sido documentada (Patton y Gardner 1971; Stock 1975; Pieczarka *et al.* 2005), se sugiere que los números cromosómico y fundamental en *Carollia* son estables y se han logrado mantener así aproximadamente desde hace siete millones de años (Parish 2003), con excepción de *C. benkeithi* (Tabla 1; Patton y Gardner 1971; Solari y Baker 2006).

El cariotipo del ejemplar de *C. brevicauda* analizado presentó un par sexual similar al de otras hembras de la especie (Patton y Gardner 1971) y otras especies del género (Baker 1967; Hsu *et al.* 1968; Baker y Hsu 1970; Baker y Bleier 1971; Stock 1975; Santos y de Souza 1998; Baker *et al.* 2002; Parish *et al.* 2003; Pieczarka 2005; Solari y Baker 2006). La fórmula de los autosomas descrita en este estudio es diferente a otras mencionadas en la literatura para la especie (Baker y Bleier 1971; Stock 1975), pero comparte con la reportada por Stock (1975) la presencia de dos pares submetacéntricos.

Los cambios en la fórmula cariotípica de los cromosomas han sido reportados para otras especies de *Carollia* (Baker 1967; Patton y Gardner 1971; Stock 1975), pero no se ha sugerido ningún tipo de relación con ordenamientos morfológicos o genéticos que son evidentes en análisis filogenéticos del género (Baker y Bleier 1971; Patton y Gardner 1971; Hoffman y Baker 2003; Solari y Baker 2006).

## Resultados

Con el presente trabajo se incrementa la representatividad geográfica de los estudios citogenéticos de *C. brevicauda* de los Andes. En Colombia, el conocimiento sobre las características cromosómicas de las poblaciones de murciélagos de *Carollia* y otros géneros es precario, por lo cual es necesario continuar con este tipo de estudios, ya que se reconoce que la citogenética aporta en los análisis de especies crípticas (Baker *et al.* 2002; Solari y Baker 2006) y permite proponer explicaciones sobre la evolución de las especies. Para *C. manu* del Perú y *C. monohernandezii* de Colombia se desconocen los cariotipos, mientras que de *C. benkeithi* y *C. sowellii* la información aun es escasa, por lo tanto sugerimos que estudios citogenéticos adicionales se podrían enfocar en las cuatro especies.

**Tabla 1.** Variación cromosómica publicada para el género *Carollia*. En cariotipo las letras indican la morfología de los cromosomas (A: acrocéntricos; M: metacéntricos; SM: submetacéntricos y ST: subteloacéntrico).

Especie	Cariotipo						Fuente y Observaciones
	2n	NF	Autosomas	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	
<i>C. brevicauda</i>	20	36	2ST+2SM+5M	ST			Este estudio.
<i>C. brevicauda</i>	20-21	36	3ST+2SM+4M 2ST+1SM+6SM	ST ST	A A	A A	Patton y Gardner 1971; Stock 1975 (formula); Baker y Bleier 1971 (ejemplar Colombia); Parish <i>et al.</i> 2003, Pieczarka <i>et al.</i> 2005 (CS-B); Noronha <i>et al.</i> 2009 (CS-B)
<i>C. perspicillata</i>	20-21	36	3ST+4M+2SM 2ST+1SM+6SM 4M+2SM+3SA	ST ST SA	A A A	A A A	Baker 1967 (formula); Hsu <i>et al.</i> 1968, Baker y Hsu 1970 (NC-CS); Baker y Bleier 1971 (ejemplar Colombia); Patton y Gardner 1971; Cloutier y Thomas 1992 (formula); Santos y de Souza 1998 (CS y bandas); Noronha <i>et al.</i> 2009 (CS-B)
<i>C. subrufa</i>	20-21	36	3ST+4M+2SM	ST	A	A	Baker 1967 (formula); Hsu <i>et al.</i> 1968 (CS)
<i>C. castanea</i>	20		3ST+4M+2SM 2ST+1SM+6SM	ST ST	A	A	Stock 1975 (formula); Baker y Bleier 1971 (ejemplar Colombia)
<i>C. benkeithi</i>	22		2ST+1A+6SM	SM	A		Patton y Gardner 1971 (formula); Solari y Baker 2006 (CS)
<i>C. manu</i>	?						No conocido
<i>C. monohernandezii</i>	?						No conocido
<i>C. sowellii</i>	21	36	3ST+4M+2SM	ST	A		Baker <i>et al.</i> 2002 (Cariotipo similar al de <i>C. brevicauda</i> )

<sup>(\*)</sup> El símbolo de interrogación indica la ausencia del dato para la especie, NC: número cromosómico, CS: cromosomas sexuales y B: bandas.

## Agradecimientos

A S. Solari de la Colección Teriológica de la Universidad de Antioquia (CTUA) y O. Murillo de la Universidad del Valle (UV) por permitir el acceso a los ejemplares bajo su cuidado. A S. Solari por los comentarios sobre ejemplares de *Carollia* de la Amazonia y a D. Zurc por la colaboración en la revisión de ejemplares. A D. Tirira, H. Ramírez-Chaves, J. J. Calderón y R. Prieto por los comentarios realizados a una versión inicial del documento. A la Asociación GAICA por los equipos y a la VIPRI de la Universidad de Nariño por la beca para el proyecto de grado “Cariología comparada de *C. perspicillata* y *C. brevicauda* en Nariño- Colombia”, realizado por el primer autor. EANU agradece al posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y al programa de becas de posgrado de CONACyT por el soporte dado durante las adecuaciones finales de este documento. A J. E. Maldonado y dos revisores anónimos que aportaron con comentarios y sugerencias para el mejoramiento del documento.

## Literatura citada

- BAKER, R. J., S. SOLARI, Y F. G. HOFFMANN.** 2002. A new Central American species from the *Carollia brevicauda* complex. Occasional Papers of the Museum of Texas Tech University 217:1–16.
- BAKER, R. J.** 1967. Karyotypes of bats of the family Phyllostomidae and their taxonomic

- implications. *Southwestern Naturalist* 12:407–428.
- BAKER, R. J., Y T. C. HSU.** 1970. Further studies in the sex chromosome systems of American leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomatidae). *Cytogenetics* 9:131–138.
- BAKER, R. J., M. HAMILTON, Y D. A. PARISH.** 2003. Preparations of mammalian karyotype under field conditions. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University* 228:1–8.
- BAKER, R. J., Y W. J. BLEIER.** 1971. Karyotypes of bats of the subfamily Carollinae (Mammalia: Phyllostomatidae) and their evolutionary implications. *Experientia* 27:220–222.
- HOFFMAN, F. G., Y R. J. BAKER.** 2003. Comparative phylogeography of short-tailed bats (*Carollia*: Phyllostomidae). *Molecular Ecology* 12:3403–3414.
- HSU T., R. J. BAKER, Y T. UTAKOJI.** 1968. The multiple sex chromosome system of American leafnosed bats (Chiroptera, Phyllostomatidae). *Cytogenetics* 7:27–38.
- LEVAN, A., K. FREDGA, Y A. A. SANDBERG.** 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52:201–220.
- MCLELLAN, L. A.** 1984. Morphometric analysis of *Carollia* (Chiroptera, Phyllostomidae). *American Museum Novitates* 2791:1–35.
- MCLELLAN, L. J., Y K. F. KOOPMAN.** 2008. Subfamily Carollinae. Pp. 211 en *Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews and bats* (Gardner, A. L., ed.). The University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- MUÑOZ, J.** 1995. Clave de murciélagos vivientes en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- NORONHA R. C. R., C. Y. NAGAMACHI, P. C. M. O'BRIEN, M. A. FERGUSON-SMITH, Y J. C. PIECZARKA.** 2009. Neo-XY body: an analysis of XY1Y2 meiotic behavior in *Carollia* (Chiroptera, Phyllostomidae) by chromosome painting. *Cytogenetic and Genome Research* 124:37–43.
- PARISH, D. A.** 2003. Genome organization, mobile DNA, and Chromosomal evolution in mammals. Tesis de Doctorado. Texas Tech University. Lubbock, EE.UU.
- PATTON, J., Y A. GARDNER.** 1971. Parallel evolution of multiple sex-chromosomes systems in the Phyllostomatidae bats, *Carollia* and *Choeroniscus*. *Experientia* 27:105–106.
- PIECZARKA, J. C., C. Y. NAGAMACHI, P. C. O'BRIEN, F. YANG, W. RENS, R. M. BARROS, R. C. NORONHA, J. RISSINO, E. H. DE OLIVEIRA, Y M. A. FERGUSON-SMITH.** 2005. Reciprocal chromosome painting between two South American bats: *Carollia brevicauda* (Schinz, 1821) and *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae, Chiroptera). *Chromosome Research* 13:339–347.
- PINE, R. H.** 1972. The bats of the genus *Carollia*. Texas A & M University, Technical Monograph 8:1–25.
- RAMÍREZ-CHAVES, H. E., Y E. A. NOGUERA-URBANO.** 2010. Lista preliminar de los mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento de Nariño - Colombia. *Biota Colombiana* 11:117–140.
- SANTOS, N., Y M. J. DE SOUZA.** 1998. Characterization of the constitutive heterochromatin of *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae, Chiroptera) using the base-specific fluorochromes, CMA3 (GC) and DAPI (AT). *Caryologia* 51:51–60.

- SOLARI, S., Y R. J. BAKER.** 2006. Mitochondrial DNA sequence, karyotypic, and Morphological variation in the *Carollia castanea* species complex (Chiroptera: Phyllostomidae) with description of the new species. Occasional Papers Museum of Texas Tech University 254:1–16.
- SOLARI, S., Y. MUÑOZ-SABA, J. V. RODRÍGUEZ-MAHECHA, T. R. DEFLER, H. E. RAMÍREZ-CHAVES, Y F. TRUJILLO.** 2012. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical 20:301–365.
- STOCK, A. D.** 1975. Chromosome banding pattern homology and its phylogenetic implications in the bat genera *Carollia* and *Choeroniscus*. Cytogenetics and Cell Genetics 14:34–41.
- YORK, H., Y M. PAPES.** 2007. Limiting similarity in the short-tailed fruit bats. Journal of Zoology 273:1–8.

---

*Sometido: 19 de julio de 2013*

*Revisado: 23 de julio de 2014*

*Aceptado: 29 de julio de 2014*

*Editor asociado: Jesús Maldonado*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*



# El registro de mayor altitud del Hurón Mayor *Galictis vittata*, con notas sobre su presencia y conservación dentro del departamento de Caldas, en la región andina de Colombia

Sergio Escobar-Lasso<sup>1,2\*</sup> y Christian F. Guzmán-Hernández<sup>3,4</sup>

**Introduction:** The Greater Grison *Galictis vittata* is distributed in the northern part of Latin America, from southern Mexico through Central America to reach northern Bolivia and Brazil, from sea level to 1.500 m, being more common below 500 m. In the department of Caldas, located in the Central Cordillera of Colombia, there is no literature to collect information of *G. vittata*. Therefore, the aim of this paper is to present the record of greater height of the species, conduct a review of the distribution of *G. vittata* within the Caldas department, and investigate about threats to their populations in that region.

**Materials and methods:** To carry out the review of the distribution and conservation of *G. vittata* within the Caldas department, were taken into account: A) Specimens, or part of these, deposited within biological collections. B) Records in scientific literature. C) Photographic records. D) Records of live individuals coming from the Caldas department who entered to the Center of Care, Assessment and Rehabilitation of Wildlife of the Regional Autonomous Corporation of Caldas (Corpocaldas).

**Results and discussion:** To date, there are records in the municipalities of Manizales, Marquetalia, and Villamaría, between 900 and 2,200 m. In this work, we determined that this was the highest elevation that has been reported to date for this species not only in Colombia but throughout all its range of distribution. Its main threats within the Caldas department are illegal hunting and habitat loss. In the department of Caldas, the majority of the records are concentrated on the banks of the Guarino River, in the municipality of Marquetalia. We proposed that the area of the Guarino River, could be protected to prevent the local extinction of *G. vittata* in that department.

**Key words:** Andean forest, habitat loss, illegal hunting, local distribution.

## Resumen

Realizamos una revisión de la distribución y amenazas del Hurón Mayor *Galictis vittata* dentro del departamento de Caldas, en la región andina de Colombia. Hasta la fecha, hay registros en los municipios de Manizales, Marquetalia, y Villamaría, entre los 900 y los 2,200 m. Encontramos que esta última altura corresponde a la mayor altitud de esta especie tanto en Colombia como a través de su intervalo de distribución. Su principal amenaza dentro del departamento es la cacería ilegal y la pérdida de hábitat.

<sup>1</sup>Fundación R.A.N.A (Restauración de Ambientes Neotropicales Alterados). Calle 66 23 b 56, Manizales. Caldas, Colombia 17001000. E-mail: biosergjobike@gmail.com (SE-L)

<sup>2</sup>Programa de Posgrado en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Instituto Internacional de Conservación y Manejo de Vida Silvestre. ICOMVIS. Heredia, Costa Rica.

<sup>3</sup>Semillero de Investigación en Mastozoología (SIMas), Programa de Biología, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. E-mail: christian.1710514860@ucaldas.edu.co (CFGG-H)

<sup>4</sup>Grupo de Genética, Biodiversidad y manejo de Ecosistemas (GEBIOME), Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.

\*Corresponding autor

**Palabras clave:** bosques andinos, cacería ilegal, distribución local, pérdida de hábitat.

## Introducción

Como lo corroboran recientes estudios morfológicos, biogeográficos y moleculares para el género *Galictis* se reconocen dos especies: *G. cuja* (Hurón Menor) y *G. vittata* (Hurón mayor; Bornholdt *et al.* 2013). *Galictis cuja* se distribuye en el sur de América Latina, desde el extremo sur de Perú, el sur de Bolivia y el noreste de Brasil hasta el sur de Chile y Argentina; en contraste *G. vittata* se distribuye en la parte norte, desde el sur de México atraviesa todo Centro América hasta llegar al norte de Bolivia y Brasil (Yensen y Tarifa 2003; Cuarón *et al.* 2008; Bornholdt *et al.* 2013). Esta última especie es considerada una rareza demográfica, ya que tiene una densidad baja a lo largo de su intervalo de distribución (Yensen y Tarifa 2003; Cuarón *et al.* 2008).

El Hurón Mayor *G. vittata* tiene un cuerpo alargado y delgado, sus patas son cortas con garras afiladas y levemente palmeadas, tiene una cola pequeña y peluda (Yensen y Tarifa 2003). Su cuello es alargado y su cabeza es pequeña y aplanada, con orejas pequeñas, anchas y redondeadas; los ojos tienen un iris de color café o negro (Yensen y Tarifa 2003), con una reflexión azul brillante en la noche (Kaufmann y Kaufmann 1965).

El dorso de la cabeza, la espalda, los costados y la cola son de apariencia canosa “color gris” debido a que los pelos son negros con la punta blanca; el rostro, la garganta, el vientre y las extremidades suelen ser de color negro sólido; una franja de color blanco recorre la frente hasta llegar a los hombros, la cual separa el gris dorsal del negro ventral (Yensen y Tarifa 2003). *G. vittata* tienen una actividad principalmente diurna (Kaufmann y Kaufmann 1965), pero también es activo en la noche; son solitarios, formando en ocasiones grupos familiares discretos (Yensen y Tarifa 2003). Generalmente se refugia en oquedades de árboles y en cuevas abandonadas por armadillos, habita en las cercanías de ríos, quebradas y riachuelos, ya que es una especie de hábitos asociados al agua (Linares 1998). Es considerada una especie omnívora y en ocasiones ataca aves de corral en áreas rurales (Nowak 2005; Cuarón *et al.* 2008).

## Material y Métodos

Altitudinalmente *G. vittata* ocurre desde el nivel del mar hasta los 1,500 m, siendo más común por debajo de los 500 m (Timm *et al.* 1989; Yensen y Tarifa 2003; Cuarón *et al.* 2008; Monjeau *et al.* 2009; Bornholdt *et al.* 2013). En Colombia su distribución es poco conocida; de acuerdo con la lista de mamíferos publicada por Alberico *et al.* (2000) esta especie ocurre en los departamentos de Antioquia, Caldas, Casanare, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Nariño, Sucre y Vichada, desde el nivel del mar hasta los 1,200 m, registros igualmente soportados *a posteriori* por Cuartas-Calle y Muñoz-Arango (2003), Castaño (2012), Ramírez-Chaves y Noguera-Urbano (2010), Ramírez-Chaves y Pérez (2010), y Solari *et al.* (2013).

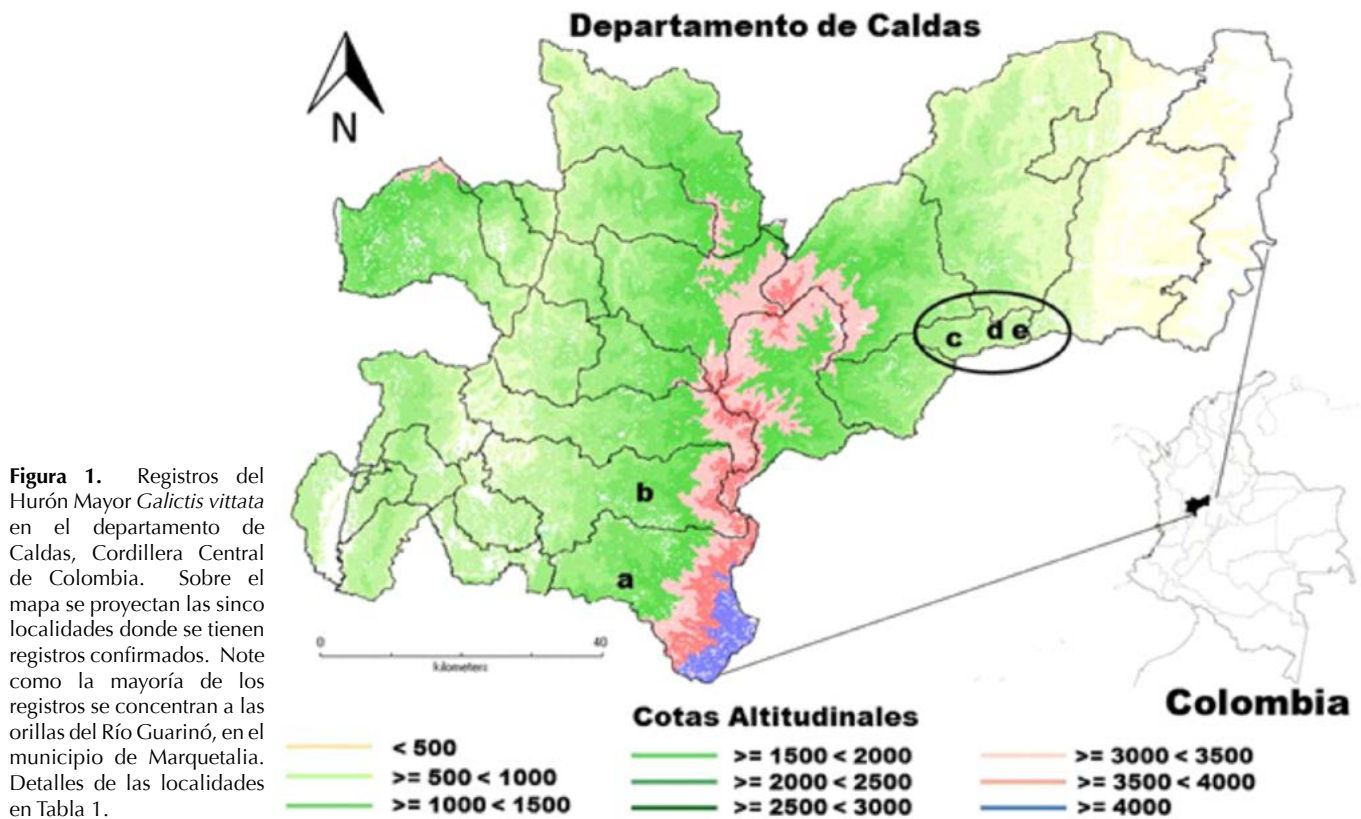
Específicamente para el departamento de Caldas los trabajos de Castaño (2012) y Escobar-Lasso *et al.* (2013), son los únicos que reportan avistamientos de *G. vittata*. Sin embargo, éstos no documentan registros de ejemplares depositados en colecciones científicas o fotografías publicadas que corroboren las observaciones. De esta manera,



no se cuenta con publicaciones que recopilen mayor información sobre *G. vittata* en el departamento.

Considerando lo anterior, el objetivo de este trabajo es dar a conocer el registro de mayor altura para la especie, realizar una revisión de la distribución de *G. vittata* dentro del departamento de Caldas, e indagar sobre las amenazas de sus poblaciones en esta región.

El Departamento de Caldas está ubicado en la parte centro occidental de la región andina de Colombia (Fig. 1). Sus límites se extienden desde la cuenca del río Magdalena hasta la cuenca del río Cauca, incluyendo ambas vertientes de la cordillera Central y la vertiente oriental de la cordillera Occidental (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1990; Castaño *et al.* 2003). El departamento de Caldas está compuesto por 12 cuencas hidrográficas y 27 municipios (Fig. 1), tiene una extensión de 7,457 km<sup>2</sup> que representan el 0.7% del total del país y presenta un intervalo altitudinal entre los 200 y los 5,423 m (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1990; Castaño 2012).



## Resultados

De las seis especies de mustélidos registradas para Colombia (Alberico *et al.* 2000; Ramírez-Chaves y Mantilla-Meluk 2009), en el departamento de Caldas se encuentran cuatro (66.6%): *Eira barbara* (Tayra), *Lontra longicaudis* (Nutria), *Mustela frenata* (Comadreja) y *Galictis vittata* (Hurón; Castaño *et al.* 2003; Castaño 2012; Castaño y Corrales 2010; Escobar-Lasso *et al.* 2013), de éstas sólo se evaluó la distribución de *G. vittata*, en dicho departamento, a partir de especímenes depositados en la colección mastozoológica del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Manizales-

Colombia (MHN-UC), y registros fotográficos realizados *in situ* de individuos que ingresaron al Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAV) de Caldas; también se tuvo en cuenta los registros encontrados por Castaño (2012) y Escobar-Lasso *et al.* (2013). Se realizaron los mapas de las localidades con resultados de Hurón en el departamento (Fig. 1), para identificar posibles áreas con alta concentración de registros.

Para el departamento de Caldas se tienen registros de cinco individuos de *G. vittata* (Tabla 1), pertenecientes a los municipios de Manizales, Marquetalia, y Villamaría, entre los 900 y los 2,200 m (Fig. 1 y 2), que al ser revisados en este trabajo se precisa que el individuo registrado en el municipio de Manizales a los 2,200 m (Fig. 2A), es el reporte de mayor altura de *G. vittata* para Colombia. Por lo tanto, el registro en la cordillera Central de Colombia y el reportado por Rumiz *et al.* (1998) en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes en Bolivia a los 2,000 m. Se constituyen como los registros de mayor altura para la especie.

Código Mapa	Localidad	Coordenadas
a	Individuo avistado a las cercanías de Río Claro, Municipio de Villamaría (Escobar-Lasso <i>et al.</i> 2013).	4° 59' 07.84" N, -75° 33' 1.7" W; 1,624 m
b	Individuo avistado en el 2009 en el Recinto del Pensamiento, Municipio de Manizales (Fig. 2a).	5° 2' 28.91" N, -75° 26' 48.17" W; 2,200 m
c	Individuo ingresado en el 2009 al Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAV) de Caldas, proveniente de la zona urbana del municipio de Marquetalia, sector barrio La Castilla (ver Fig. 2b).	5° 17' 46.88" N, -75° 03' 20.63" W; 1,600 m
d	Individuo registrados en el 2009 a las orillas del río Guarinó, en el municipio de Marquetalia, límites con el municipio de Victoria (MHN-UC 1156).	5° 17' 26.06" N, -75° 00' 27.57" W; 900 m
e	Individuo ingresado en el 2009 al Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAV) de Caldas, proveniente del río Guarinó, Municipio de Marquetalia (Fig. 2c).	5° 17' 26.06" N, -75° 00' 27.57" W; 900 m

**Tabla 1.** Localidades donde se tienen registros de el huron mayor *Galictis vittata* en el departamento de Caldas, Cordillera Central de Colombia.

## Discusión

De los cinco individuos registrados (Fig. 1) tres provienen de decomisos a cazadores (Fig. 2B, C y MHN-UC 1156), problemática que ya ha sido documentada para la región debido a la fuerte presión antrópica por causa de la cacería ilegal y uso como mascotas, poniendo en riesgo la supervivencia de la especie en diferentes lugares donde se encuentra (Yensen y Tarifa 2003; Cuarón *et al.* 2008).

Al mapear las localidades donde se tienen registros confirmados de *G. vittata* en el departamento de Caldas, se puede ver que hay registros en ambos flancos (occidental y oriental) de la Cordillera Central (Fig. 1). Sin embargo, la mayoría de los registros se concentran a las orillas del Río Guarinó, en el municipio de Marquetalia. Considerando lo anterior se propone que el área del río Guarinó sea protegida para evitar la extinción local de *G. vittata* en dicho departamento, aspecto que debería ser considerado como componente importante a la hora de generar planes de conservación del Hurón en el departamento de Caldas y otras áreas de Colombia.



**Figura 2.** Registros fotográficos del Hurón Mayor *Galictis vittata* en el departamento de Caldas-Colombia. (a), Individuo avistado en el 2009 en el Recinto del Pensamiento, Municipio de Manizales. (b) Individuo ingresado al Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAV) en el 2009, proveniente de la zona urbana del municipio de Marquetalia. (c) Individuo ingresado al Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAV) en el 2009, proveniente del Río Guarinó, municipio Marquetalia. Fotos: Oscar Ospina-Herrera.

## Agradecimientos

Deseamos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a J. Salazar-Escobar curador del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas (Colombia) por permitirnos el acceso a la colección de mamíferos bajo su cuidado. A O. Ospina-Herrera coordinador de fauna silvestre de la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas) por compartir sus fotografías y registros con nosotros. A T. Lasso-Amézquita por facilitar las instalaciones y recursos del Observatorio de Conflictos Ambientales (OCA) de la Universidad de Caldas, para la preparación del presente manuscrito.

- ALBERICO, M., A. CADENA, J. HERNÁNDEZ-CAMACHO, Y Y. MUÑOZ-SABA.** 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1:43-75.
- BORNHOLDT, R., K. HELGEN, K. KLAUS-PETER, L. OLIVEIRA, M. LUCHERINI, Y E. EIZIRIK.** 2013. Taxonomic revision of the genus *Galictis* (Carnivora: Mustelidae): species delimitation, morphological diagnosis, and refined mapping of geographical distribution. *Zoological Journal of the Linnean Society* 167:449-472.
- CABRERA, A.** 1958. Catálogo de los Mamíferos de América del Sur. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, Zoología* 4:1-305.
- Castaño, J. H.** 2012. Mamíferos de Caldas: un análisis de vacíos de información. *Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas* 16:101-119.
- CASTAÑO, J. H., Y J. D. CORRALES.** 2010. Mamíferos de la cuenca del río La Miel (Caldas): diversidad y uso cultural. *Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas* 14:56-75.
- CASTAÑO, J. H., Y. MUÑOZ-SABA, J. H. BOTERO, Y J. H. VÉLEZ.** 2003. Mamíferos del departamento de Caldas-Colombia. *Biota Colombiana* 4:247-259.
- Cuarón, A. D., F. Reid, y K. Helgen.** 2008. *Galictis vittata*. In IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1.
- CUARTAS-CALLE, C. A., Y J. MUÑOZ-ARANGO.** 2003. Listado de mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento de Antioquia, Colombia. *Biota Colombiana* 4:65-78.
- ESCOBAR-LASSO, S., J. CERÓN-CARDONA, Y J. H. CASTAÑO.** 2013. Los mamíferos de la cuenca del río Chinchiná, en la región andina de Colombia. *Therya* 4:139-155.
- KAUFMANN, J. H., Y A. KAUFMANN.** 1965. Observations of the behavior of tayras and grisons. *Zeitschrift fur Saugetierkunde* 30:146-155.
- LASSO-AMÉZQUITA, T., F. SÁNCHEZ-ZAPATA, Y J. G. VALENCIA-HERNÁNDEZ.** 2008. El derecho de una región al agua. Transvase del río Guarinó al río la Miel. Editorial Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- Linares, O. J.** 1998. Mamíferos de Venezuela. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- MONJEAU, J. A., J. A. TORT, J. MÁRQUEZ, P. JAYAT, B. N. PALMER-FRY, S. D. NAZAR-ANCHORENA, A. D. VINCENZO, AND F. POLOP.** 2009. Latitudinal patterns of species richness distribution in South American carnivores. *Mastozoología Neotropical* 16:1-14.
- NOWAK, R. M.** 2005. Walker's Carnivores of the world. Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- RAMÍREZ-CHAVES, H. E., Y H. MANTILLA-MELUK.** 2009. Nuevo registro de la Comadreja Colombiana *Mustela felipei* (Carnivora: Mustelidae), con notas sobre su distribución y conservación. *Mastozoología Neotropical* 16:379-388.
- RAMÍREZ-CHAVES, H. E., Y E. A. NOGUERA-URBANO.** 2010. Lista preliminar de los mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento de Nariño, Colombia. *Biota Colombiana* 11:117-140.
- RAMÍREZ-CHAVES, H. E., Y W. A. PÉREZ.** 2010. Mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 11:141-171.

- RUMIZ, D. I., C. F. EULERT, Y R. ARISPE.** 1998. Evaluación de la diversidad de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional Carrasco (Cochabamba, Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología* 4:77-90.
- SOLARI, S., Y. MUÑOZ-SABA, J. V. RODRÍGUEZ-MAHECHA, T. R. DEFLER, H. E. RAMÍREZ-CHAVES Y F. TRUJILLO.** 2013. Riqueza, Endemismo y Conservación de los Mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20:301-365.
- TIMM, R. M., D. E. WILSON, B. L. CLAUSON, R. K. LAVAL, AND C. S. VAUGHAN.** 1989. Mammals of the La Selva-Braulio Carrillo complex, Costa Rica. *North American Fauna* 75:1-162.
- YENSEN, E., AND T. TARIFA.** 2003. *Galictis vittata*. *Mammalian Species* 727:1-8.

---

*Sometido: 17 de septiembre de 2013*

*Revisado: 23 de julio de 2014*

*Aceptado: 1 de agosto de 2014*

*Editor asociado: Jesús Maldonado*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*



# Los felinos silvestres del departamento de Caldas, en la región andina de Colombia: composición, distribución y conservación

Sergio Escobar-Lasso<sup>1, 2\*</sup>, Juliana Cerón-Cardona<sup>1</sup>, John Harold Castaño-Salazar<sup>3</sup>,  
Leonardo Mendieta-Giraldo<sup>4, 5</sup> y Oscar Ospina-Herrera<sup>5</sup>

**Introduction:** The department of Caldas is located in the Central Andes of Colombia, it includes a mosaic of environments that originally was conformed by páramos, sub-Andean and Andean forests, and rainforests. Although several studies have contributed to the knowledge of wild felids that inhabit the department of Caldas, Central Andes of Colombia, to date, there are no publications summarizing the existing information on the felids in this area. The aim of this paper is to review the composition, distribution and conservation status of felids of the Caldas department.

**Materials and methods:** To carry out the review of the composition, distribution and conservation status of the wild cats of Caldas department, were taken into account: A) Specimens, or part of these, deposited within biological collections. B) Records in scientific literature. C) Photographic records. D) Records of live individuals coming from the Caldas department who entered to the Center of Care, Assessment and Rehabilitation of Wildlife of the Regional Autonomous Corporation of Caldas (Corpocaldas). E) Records coming from attacks by wild cats on sheep, cattle and horses within the department.

**Results and discussion:** We identified 33 locations with records of wild felids, which belong to six species: *Leopardus pardalis* (Ocelote), *L. wiedii* (Margay), *L. tigrinus* (Oncilla), *Puma yagouaroundi* (Jaguarundi), *P. concolor* (Puma), and *Panthera onca* (Jaguar). In this work, we identified two areas of the department where most of the records were made. The first area is located in the south-central portion of Caldas and it includes the majority of the records of *L. tigrinus* and *P. concolor*. The second area is located in the northeastern portion of the department and it is associated with all of the records of *L. wiedii* and most of the records of *L. pardalis* and *P. yagouaroundi*. The main threats to the survival of wild cats in Caldas are: habitat loss, fragmentation, hunting, as well as road mortality. Since 1999, there are no records of *Panthera onca* for Caldas, and more research is required to confirm whether this species still inhabits the department.

**Key words:** Andean forest, Caldas department, threats, wild felids.

## Resumen

El departamento de Caldas, se encuentra ubicado en los Andes centrales de Colombia. Aunque varios estudios han contribuido al conocimiento de los felinos silvestres que habitan el departamento de Caldas en los Andes centrales de Colombia, a la fecha, no se

<sup>1</sup>Fundación R.A.N.A (Restauración de Ambientes Neotropicales Alterados). Calle 66 23 b 56, Manizales. Caldas, Colombia 17001000. E-mail: [biosergiobike@gmail.com](mailto:biosergiobike@gmail.com) (SEL) o [juli.ceron@gmail.com](mailto:juli.ceron@gmail.com) (JC-C).

<sup>2</sup>Programa de Posgrado en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Instituto Internacional de Conservación y Manejo de Vida Silvestre. ICOMVIS. Heredia, Costa Rica.

<sup>3</sup>Director Investigaciones UNISARC (Universidad de Santa Rosa de Cabal). Kilómetro 4 Vereda El Jazmín, Santa Rosa de Cabal, Risaralda, Colombia. E-mail: [jhcastano@gmail.com](mailto:jhcastano@gmail.com) (JHC-S).

<sup>4</sup>Departamento de Biología, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. E-mail: [mendieta.leo@gmail.com](mailto:mendieta.leo@gmail.com) (LM-G)

<sup>5</sup>Corpocaldas (Corporación Autónoma Regional de Caldas), Calle 21 23 22, Manizales. Caldas, Colombia.

\*Corresponding author

cuenta con trabajos publicados que recopilen la información existente sobre los felinos del departamento. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión de la composición, la distribución y el estado de conservación de los felinos del departamento de Caldas. Se logró identificar 33 localidades con registros de felinos pertenecientes a seis especies: *Leopardus pardalis* (Ocelote), *L. wiedii* (Margay), *L. tigrinus* (Oncilla), *Puma yagouaroundi* (Jaguarundí), *P. concolor* (Puma), y *Panthera onca* (Jaguar). Se determinaron dos áreas que concentran la mayoría de los registros en el departamento: la primer área se ubica en la parte centro-sur de Caldas, donde se concentran los registros de *L. tigrinus* y *P. concolor*. La segunda área, está ubicada en el nororiente de Caldas, en esta se concentran todos los registros de *L. wiedii* y casi todos los registros de *L. pardalis* y *P. yagouaroundi*. Las principales amenazas para la supervivencia de los felinos silvestres en el departamento de Caldas son: la pérdida y fragmentación del hábitat, la cacería y la muerte por atropellamiento vehicular. Desde 1999 no se tienen registros de *Panthera onca* para Caldas, por lo que se sugieren mayores esfuerzos de investigación para corroborar si dicha especie todavía habita en el departamento.

**Palabras clave:** Amenazas, bosques andinos, departamento de Caldas, felinos silvestres.

## Introducción

El departamento de Caldas, se encuentra ubicado en los Andes centrales de Colombia, incluye un mosaico de ambientes que originalmente se componían de páramos, bosques andinos, sub-andinos y selvas tropicales (*sensu* Cuatrecasas 1958). Sin embargo, el departamento, a lo largo de su extensión, enfrenta fuertes procesos de transformación del paisaje (Corpocaldas 2013). Estos cambios se asocian principalmente a la deforestación y fragmentación de los bosques naturales (Álvarez-Mejía *et al.* 2007; Corpocaldas 2013), la actividad minera y la creación de represas hidroeléctricas (Lasso-Amézquita *et al.* 2008; Corpocaldas 2013).

A pesar de los diversos procesos de transformación de los ambientes naturales, el departamento de Caldas todavía contiene importantes áreas con vegetación nativa como los Parques Nacionales Naturales Los Nevados y Selva de Florencia, las Reservas Forestales Naturales Bosques de la CHEC, El Diamante, El Popal, La Linda, La Marina, La Tarcara, Planalto, Río Blanco y Torre Cuatro (Vásquez y Serrano 2009). Además una gran cantidad de bosques flanquean las quebradas que surten los acueductos de veredas y caseríos (Corpocaldas 2013). Varios estudios han contribuido al conocimiento de los felinos que habitan en el departamento de Caldas (*e. g.* Castaño *et al.* 2003; Sánchez y Alvear 2003; Sánchez *et al.* 2004; Castaño y Corrales 2010; Castaño 2012; Payán-Garrido y Soto-Vargas 2012; Escobar-Lasso *et al.* 2013). Sin embargo, no se cuenta con publicaciones que resuman y recopilen la información existente sobre los felinos que habitan el departamento de Caldas. Lo anterior es un requisito esencial para generar estrategias de conservación apropiadas, que al caracterizar la biodiversidad permitan identificar y priorizar las necesidades de conservación (Lozano-Zambrano 2009). En este trabajo se hace una revisión de la composición, la distribución y el estado de conservación de los felinos que habitan en el departamento de Caldas.

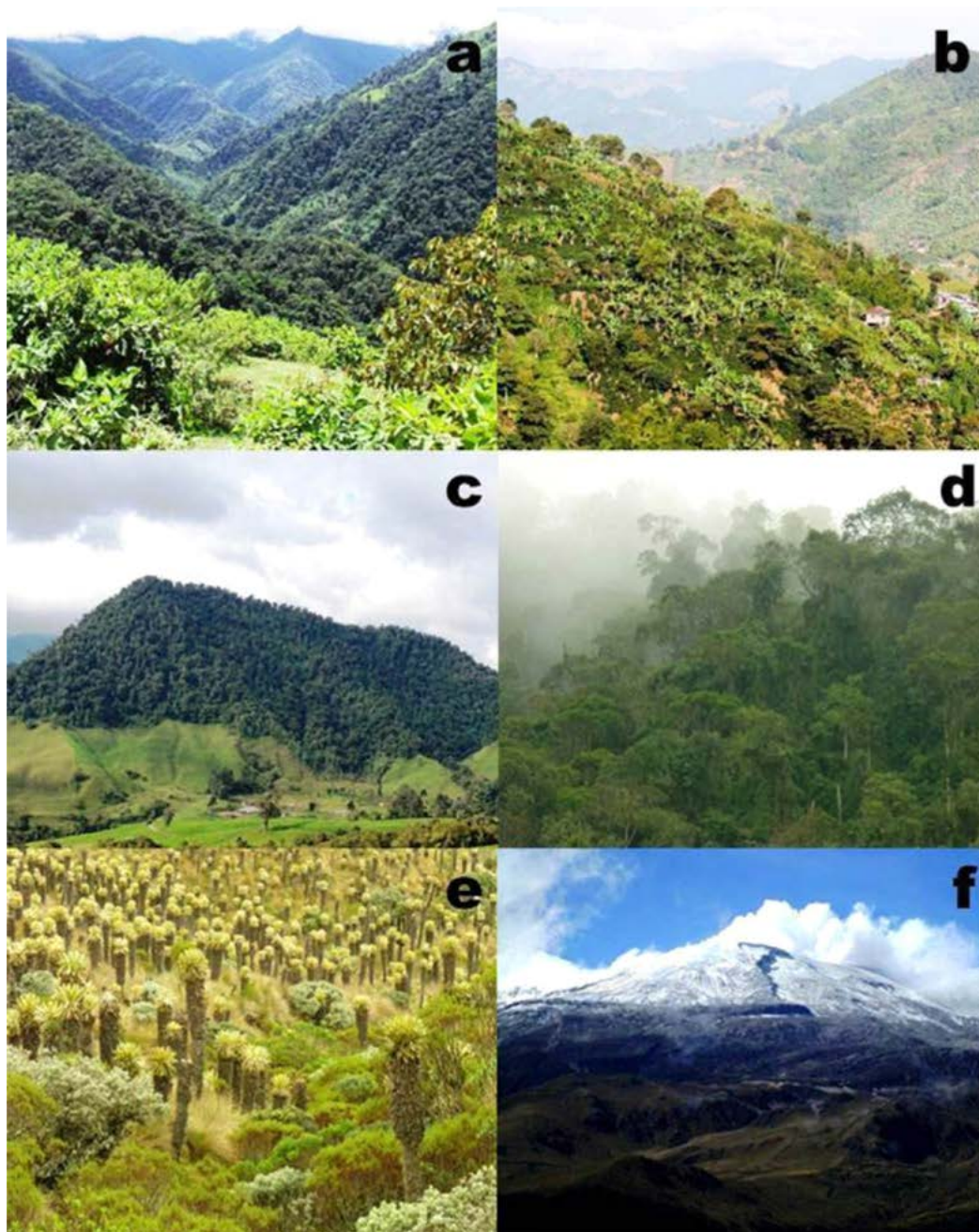
## Material y Métodos

**Área de estudio:** El Departamento de Caldas está ubicado en la parte centro occidental de la región andina de Colombia, sus límites se extienden desde la cuenca del río Magdalena hasta la cuenca del río Cauca, incluyendo ambas vertientes de la cordillera



Central y la vertiente oriental de la cordillera Occidental (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1990; Castaño et al. 2003). El departamento de Caldas está compuesto por 12 cuencas hidrográficas y 27 municipios, tiene una extensión de 7,457 km<sup>2</sup> entre los 200 y los 5,423 m que representan el 0.7% del total del país (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1990; Castaño 2012). Debido a dicho intervalo altitudinal, el departamento de Caldas se puede dividir en cuatro áreas de acuerdo con las formaciones vegetales *sensu* Cuatrecasas 1958. 1) *área baja* (desde los 200 hasta los 1,000 m), consiste en la formación vegetal de selva húmeda (Fig. 1a). 2) *área media-baja* (desde los 1,000 hasta los 2,400 m) consiste en la formación vegetal de bosque sub-andino (Fig. 1b). 3) *área media-alta* (desde los 2,400 hasta los 3,800 m) está compuesta por la formación vegetal de bosque andino (Fig. 1c,d). 4) *área alta* (desde los 3,800 hasta los 5,423 m) consiste en la formación vegetal de Páramo (Fig. 1e) y nieves perpetuas o arenales (Fig. 1f).

**Figura 1.** Tipos de bosque y ecosistemas encontrados desde los 200 hasta los 5,423 m en el departamento de Caldas-Colombia (*sensu* Cuatrecasas 1958): (a) selva húmeda, parte baja (200-1 000 m), (b) bosque sub-andino o zona cafetera, parte media-baja (1,000 - 2,400 m), (c) y (d) bosque andino o bosque de niebla, parte media-alta (2,400 - 3,800 m), (e) y (f) ecosistema de páramo y nevado del Ruiz o Kumanday, parte alta (3,800 - 5,423 m). Fotos: (a y f) Juliana Cerón-Cardona; (b, c, y d) Sergio Escobar-Lasso; (e) Jesús Hernán-Vélez.



La realización de la revisión de la composición, la distribución y el estado de conservación de los felinos del departamento de Caldas, se tuvieron en cuenta especímenes o parte de estos, depositados en las colecciones mastozoológicas del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Manizales-Colombia (MHN-UC), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá-Colombia (IAvH), y el Field Museum of Natural History, Chicago-EE.UU (FMNH). También se tuvieron en cuenta: A) registros en literatura científica (e. g. Castaño *et al.* 2003; Sánchez y Alvear 2003; Sánchez *et al.* 2004; Castaño y Corrales 2010; Castaño 2012; Payán-Garrido y Soto-Vargas 2012; Escobar-Lasso *et al.* 2013). B) registros fotográficos tomados *in situ* y por cámaras trampa. C) registros de individuos vivos provenientes del departamento de Caldas que ingresaron al Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAV) de la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas). D) registros de Corpocaldas provenientes de ataques de felinos a ganado ovino, bovino y equino dentro del departamento.

## Resultados

En el departamento se registra la presencia de seis especies de felinos, en 33 localidades (Tabla 1). Las especies que cuentan con un mayor número de registros son en orden descendiente: *Leopardus tigrinus* (13 registros), *Puma concolor* (10 registros), *L. pardalis* (6 registros), *P. yagouaroundi* (2 registros), *Panthera onca* y *L. wiedii* (1 registro cada uno; Tabla 2; Anexo 1).

Especies de Felinos	Municipios del departamento de Caldas																											Tabla 1. Felinos del departamento de Caldas-Colombia, y su presencia en los diferentes municipios del departamento.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
<i>Leopardus tigrinus</i> (Oncilla)								X				X	X		X							X					X	
<i>L. pardalis</i> (Ocelote)											X			X			X					X				X		
<i>L. wiedii</i> (Margay)																							X					
<i>Puma concolor</i> (Puma)							X	X				X	X					X		X	X						X	
<i>Puma yagouaroundi</i> (Jaguarundí)								X														X						
<i>Panthera onca</i> (Jaguar)																			X									

(1) Anserma, (2) Aguadas, (3) Aranzazu, (4) Belalcázar, (5) Chinchiná, (6) Filadelfia, (7) La Dorada, (8) La Merced, (9) Manizales, (10) Manzanares, (11) Marmato, (12) Marquetalia, (13) Marulanda, (14) Neira, (15) Norcasia, (16) Pácora, (17) Palestina, (18) Pensilvania, (19) Riosucio, (20) Risaralda, (21) Salamina, (22) Samaná, (23) San José, (24) Supía, (25) Victoria, (26) Villamaría, (27) Viterbo.

*Puma yagouaroundi* (É. Geoffroy Saint-Hilaire 1803; Jaguarundí). En el departamento de Caldas se tiene registros confirmados en dos localidades (ver Fig. 2a), pertenecientes a los municipios de Samaná (Parque Nacional Natural Selva de Florencia) y Manizales (Tabla 1), entre los 1,212 - 1,500 m (Fig. 3). Dichos registros se constituyen como las primeras observaciones de la especie para el departamento de Caldas (ver Castaño *et al.* 2003). El hecho de que no se tengan más registros de poblaciones de *P. yagouaroundi* para el departamento denota la falta de muestreo en el territorio.

*Puma concolor* (Linnaeus 1771; Puma). En el departamento de Caldas se ha registrado en diez localidades (Fig. 2b y 3), pertenecientes a los municipios de La Dorada, Samaná, Neira, Salamina, Riosucio, Marulanda, Manizales y Villamaría (Tabla 1), entre los 1,000 - 3,500 m. Sin embargo, nosotros creemos que el Puma tiene una distribución más amplia en Caldas y se puede encontrar en otros municipios con áreas boscosas bien conservadas. Por lo tanto, es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo para tener en cuenta otras localidades no estudiadas (ver Castaño 2012).

Gran parte de los registros que se tienen de *P. concolor* para el departamento de Caldas provienen ataques a ganado ovino, bovino y equino, además de pieles decomisadas y / o donadas por cazadores que matan los individuos como represalia por la muerte de animales (Tabla 2). Estas problemáticas ya han sido documentada en otras áreas de Colombia (ver Payán 2004; Jorgenson et al. 2006a; González-Maya et al. 2010 a, b; González-Maya et al. 2013). En el municipio de Marulanda un solo individuo de *P. concolor* mató en una sola noche 15 ovejas. Lo mismo sucedió en el municipio de Salamina, ya que en una sola noche murieron 11 ovejas. En ambos casos el Puma mató muchas ovejas por noche, pero solo se alimentó de unas pocas. Basados en nuestras observaciones de los ataques de Puma en el departamento, se puede concluir que en general los campesinos perciben a dicho felino como peligroso y dañino, por lo que debe ser cazado y exterminado. Este aspecto debe ser considerado como un componente importante a la hora de generar planes de conservación del Puma en el departamento de Caldas y en otras áreas de Colombia.

*Panthera onca* (Linnaeus 1758; Jaguar). En el departamento de Caldas el único registro que se tiene fue dado en el año de 1999 por funcionarios de Corpocaldas al fotografiar un individuo adulto de Jaguar (Fig. 2c) que fue cazado por campesinos como represalia ante la muerte de ganado en los alrededores del resguardo indígena Nuestra Señora Candelaria de la Montaña, vereda El Rosario, municipio de Riosucio (Fig. 3). Hasta la fecha, no se cuentan con más registros de Jaguar en el departamento de Caldas que permitan conocer si todavía persisten poblaciones en el departamento.

*Leopardus tigrinus* (Schreber 1775; Oncilla). En el departamento de Caldas se tienen registros en 13 localidades ubicadas en los municipios de Neira, Manizales, Samaná, Marulanda, Pácora y Villamaría (Tabla 1), entre los 1,200 - 4,800 m (Fig. 2d y 3). La mayoría de los registros de *L. tigrinus* se encuentran concentrados en la parte centro-sur de Caldas, en la franja que corresponde a los bosques andinos, alto-andinos y páramos de los municipios de Villamaría, Manizales, Marulanda, Neira (Fig. 3).

*Leopardus pardalis* (Linnaeus 1758; Ocelote). En el departamento de Caldas se tiene registros en seis localidades, ubicadas en los municipios de Marquetalia, Norcasia, Pensilvania, Samaná y Victoria (Tabla 1), entre los 400 y los 1,800 m (Fig. 2e y 3). Al observar la distribución del Ocelote en el departamento de Caldas, su puede ver que la mayoría de los registros se encuentran concentrados en el nororiente de dicho departamento, hacia la cuenca del río Magdalena (Fig. 3). Por lo tanto, el nororiente de Caldas, debe ser tratado como un área clave para la conservación del Ocelote, ya que en

la actualidad esta área presenta el mayor número de transvases y represas hidroeléctricas de todo el departamento de Caldas (Lasso-Amézquita *et al.* 2008; Corpocaldas 2013).

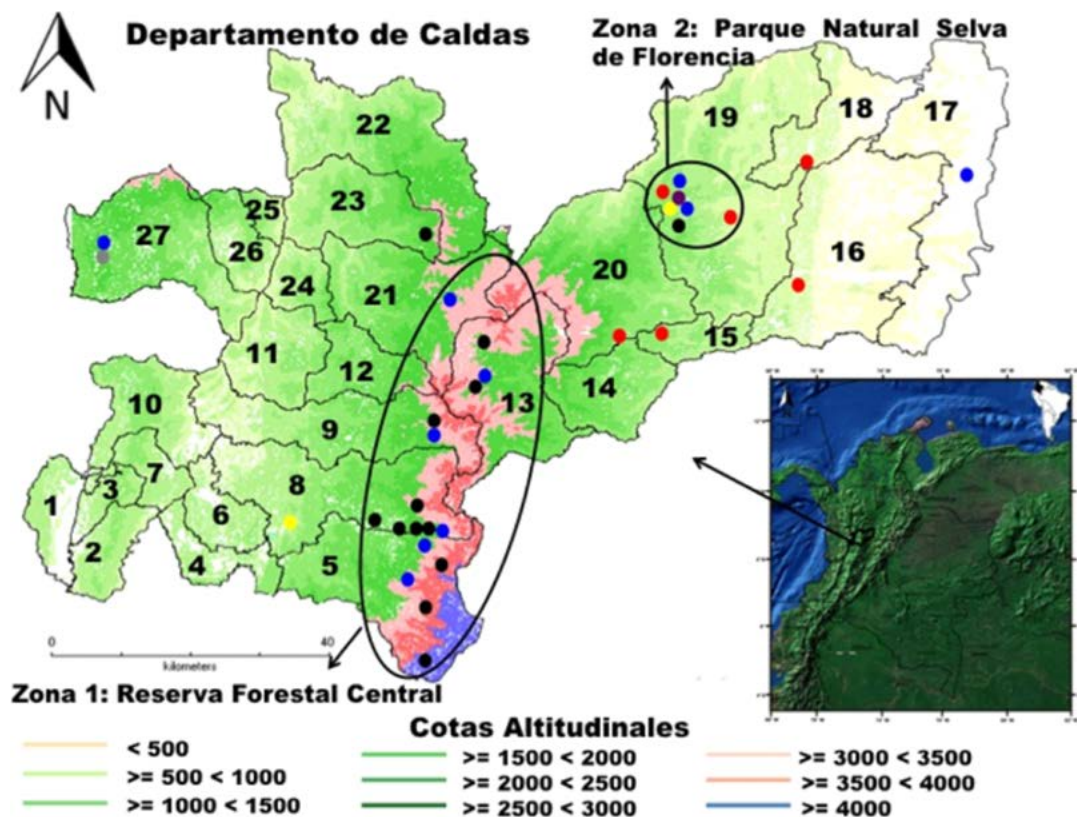


**Figura 2.** Registros fotográficos de felinos silvestres en el departamento de Caldas-Colombia. (a) *Puma yagouaroundi* registrado el 11 de enero del 2011, en el municipio de Samaná, corregimiento de Florencia, entre la vereda La Argentina y La Encimada, en el Parque Nacional Natural Selva de Florencia, 1,500 m. (b) individuo juvenil de *Puma concolor* fotografiado el 13 de mayo del 2014, dentro de la reserva natural Bosques de la CHEC, municipio de Villamaría. (c) Individuo de *Panthera onca* sacrificado por cazadores en el Resguardo indígena Nuestra Señora Candelaria de la Montaña, vereda El Rosario, municipio de Riosucio. (d) Individuo de *Leopardus tigrinus* ingresado en Junio de 2010 al Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAV) proveniente del Municipio de Marulanda. (e) Individuo de *Leopardus pardalis* ingresado al Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre CAV en el año de 2009 proveniente del Río La Miel, municipio de Marquetalia. Fotos: (a) Leonardo Mendieta, (b) periódico La Patria, (c, d y e) Oscar Ospina.

*Leopardus wiedii* (Schinz 1821; Margay). En el departamento de Caldas se ha registrado únicamente en el Parque Nacional Natural Selva de Florencia, municipio de Samaná, nororiente de Caldas (Payán-Garrido y Soto-Vargas 2012) (Fig. 3). El Margay es considerado el felino menos tolerante a la intervención humana (Nowell y Jackson 1996), el cual está catalogado como Casi Amenazado (NT) tanto a nivel nacional como internacional (Jorgenson *et al.* 2006b; Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006a; Payán *et al.* 2008). Es importante evaluar y monitorear el estado de las poblaciones de *L. wiedii* en

el parque Natural Selva de Florencia y muestrear otras áreas boscosas del departamento de Caldas, ya que el Margay podría tener una distribución más amplia.

Al mapear las 33 localidades donde se tienen registros de felinos en el departamento (Fig. 4), se lograron identificar dos zonas, donde se concentran la mayoría de los registros. En la *zona 1* (ver Fig. 3), se identificaron 17 localidades con presencia de felinos, y es donde se concentran la mayoría de los registros de *L. tigrinus* y *P. concolor* (Fig. 3).



**Figura 3.** Registros de felinos silvestre en el departamento de Caldas, Cordillera Central de Colombia. Sobre el mapa se proyectan las 33 localidades donde se tienen registros confirmados. *Puma yagouaroundi* (Amarillo), *P. concolor* (Azul), *Panthera onca* (Gris), *Leopardus tigrinus* (Negro), *L. pardalis* (Rojo), *L. wiedii* (Purpura). Note como la mayoría de los registros se concentran en la parte alta de Cordillera Central (zona 1) y al nororiente del departamento (zona 2). Detalles de las localidades en Anexo 1. Municipios del departamento de Caldas: (1) Viterbo, (2) Belalcázar, (3) San José, (4) Chinchiná, (5) Villamaría, (6) Palestina, (7) Risaralda, (8) Manizales, (9) Neira, (10) Anserma, (11) Filadelfia, (12) Aranzazu, (13) Marulanda, (14) Manzanares, (15) Marquetalia, (16) Victoria, (17) La Dorada, (18) Norcasia, (19) Samaná, (20) Pensilvania, (21) Salamina, (22) Aguadas, (23) Pácora, (24) La Merced, (25) Marmato, (26) Supía, (27) Riosucio.

Dicha área está ubicada en la parte centro-sur del departamento de Caldas, y abarca los bosque andinos, alto-andinos y páramos de los municipios de Villamaría, Manizales, Neira, Aranzazu, Salamina y Marulanda, entre los 2,400 - 4,800 m (Fig. 3). La *zona 1*, se encuentra ubicada dentro del área que comprende la Reserva Forestal Central (Ospina-Herrera 2002; Corpocaldas 2013), la cual contiene seis áreas protegidas, como el Parque Nacional Natural Los Nevados (8,200 ha), y las Reservas Forestales La Marina (168 ha), Bosques de la CHEC (3,893 ha), Torre 4 (310 ha), Río Blanco (4,900 ha) y El Diamante (640 ha; Vásquez y Serrano 2009; Corpocaldas 2013). Sin embargo, los bosques naturales de dichas áreas protegidas se encuentran aislados y además están atravesados por la carretera que desde la ciudad de Manizales conduce a la ciudad de Bogotá (vía panamericana), en el punto conocido como Torre 4, lugar donde ya se han

reportado muerte de tres individuos de *L. tigrinus* por atropello vehicular (ver Fig. 3a en Escobar-Lasso *et al.* 2013; MHN-UC 1154, 1155). Lo anterior sugiere que existe un constante movimiento de individuos entre las reservas.

Dado que la *Oncilla* ha sido catalogada como vulnerable (VU) a la extinción, tanto a nivel nacional como internacional (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006b; De Oliveira *et al.* 2008), el área que comprende la *zona 1* debe ser considerada como un punto estratégico para la conservación de *L. tigrinus* en el departamento de Caldas y en toda la cordillera central de Colombia. Nosotros recomendamos realizar corredores biológicos como los sugeridos por Ospina-Herrera (2002) para conectar las reservas naturales de la *zona 1* y facilitar la dispersión de *L. tigrinus* a través de estas. La parte alta del departamento de caldas es muy importante para la conservación del hábitat de *L. tigrinus* en Colombia, ya que se ubica en la parte media de la Cordillera Central y es el vínculo entre la parte norte y sur de dicha cordillera (ver Fig. 3). La dispersión de individuos a través de la cordillera central dependerá en gran parte del estado de conservación y fragmentación de los bosques andinos, alto-andinos y páramos de Caldas.

En la *zona 2* (ver Fig. 3), se identificaron siete localidades con presencia de felinos y es donde se concentran todos los registros de *L. wiedii* y casi todos los registros de *P. yagouaroundi* y *L. pardalis* (Fig. 3). Esta área se encuentra al nororiente del departamento de Caldas, entre los municipios de Samaná y Pensilvania; abarca la totalidad del Parque Nacional Natural Selva de Florencia y sus inmediaciones (Vásquez y Serrano 2009). Dicha área, con alrededor de 10,018 ha entre los 1,600 - 2,300 m, encierra uno de los últimos relictos de Bosque Húmedo Montano Bajo (en estado primario) de la cordillera Central (Vásquez y Serrano 2009). Nosotros pensamos que dicho lugar debe ser considerado como un punto estratégico para la conservación de *L. wiedii*, *L. pardalis* y *P. yagouaroundi*, dentro del departamento de Caldas.

Desde 1999 no se tienen registros de *Panthera onca* dentro del departamento de Caldas (ver Fig. 2c), nosotros pensamos que el Parque Nacional Natural Selva de Florencia y sus inmediaciones (*zona 2*), quizá sea la última área boscosa de Caldas que aún podría sustentar poblaciones viables de Jaguar, por lo que recomendamos hacer esfuerzos de muestreo en dicha zona. Es muy importante generar estrategias de conservación dirigidas a buscar la conexión entre el PNN Selva de Florencia con otras áreas boscosas del nororiente de Caldas y el sur del departamento de Antioquia.

El 50% de los registros de felinos en Caldas provienen de individuos vivos y/o muertos decomisados a cazadores o donados por estos, siendo *L. tigrinus* y *L. Pardalis* las especies más afectadas (Tabla 2). La cacería de felinos silvestres como represalia por la muerte de ganado y / o aves de corral, al parecer es una actividad generalizada en el departamento. Recomendamos realizar programas de educación ambiental, dirigidos a reducir el conflicto existente entre los campesinos y los felinos silvestres, siguiendo las estrategias propuestas por Hoogesteijn y Hoogesteijn (2013). La muerte de felinos por atropellamiento en Caldas (e. g. Fig. 3 en Escobar-Lasso *et al.* 2013; MHN-UC 1154, 1155) es una amenaza que no está bien estudiada y documentada, la cual debe ser investigada y tenida en cuenta a la hora de generar estrategias de conservación.

Esperamos que este trabajo sea la base para futuras investigaciones y sea tenido en cuenta a la hora de generar estrategias de conservación de los felinos que habitan el departamento de Caldas y la región andina de Colombia.

**Tabla 2.** Formas de registro de felinos silvestres en el departamento de Caldas, Cordillera Central de Colombia.

Especies de felinos	Forma de registro							N. registros por especie
	A	B	C	D	E	F	G	
<i>Leopardus tigrinus</i> (Tigrillo)	7	3	1				2	13
<i>L. pardalis</i> (Ocelote)	5			1				6
<i>L. wiedii</i> (Margay)				1				1
<i>Puma concolor</i> (Puma)	3		2		1	4		10
<i>Puma yagouaroundi</i> (Jaguarundí)		1	1					2
<i>Panthera onca</i> (Jaguar)	1							1
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>33</b>

(A): Individuos vivos y / o muertos decomisados a cazadores o donados por ellos. (B): Registro por atropello vehicular. (C): Registro fotográfico *in situ* o por cámaras trampa. (D): Registro encontrado en la literatura. (E): Registro por rastros y huellas. (F): Ataques a ganado. (G): Registro por encuentro de cráneo y/o huesos.

## Agradecimientos

Deseamos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a J. Salazar-Escobar curador del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas (Colombia) por permitirnos el acceso a la colección de mamíferos bajo su cuidado. A O. Castellanos, profesional universitario del Parque Nacional Natural los Nevados, por compartir sus fotografías y registros con nosotros. A T. Lasso-Amézquita por facilitar las instalaciones y recursos del Observatorio de Conflictos Ambientales (OCA) de la Universidad de Caldas, para la preparación del presente manuscrito. A M. Gil-Fernández por revisar el manuscrito en forma y contenido.

## Literatura citada

- ÁLVAREZ-MEJÍA, L. M., D. SANÍN, N. F. ÁLZATE-QUINTERO, N. CASTAÑO, J. C. MANCERA-SANTA, Y G. GONZÁLEZ-OCAMPO. 2007. Plantas de la Región Centro-sur de Caldas. Centro Editorial Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- ARENAS-DÍAZ, S. 2012. Plan de manejo ambiental y plan de monitoreo y seguimiento de fauna proyecto hidroeléctrico El Edén: Componente Mastofauna. Proyecto hidroeléctrico El Edén. Caldas, Colombia.
- CASTAÑO, J. H. 2012. Mamíferos de Caldas: un análisis de vacíos de información. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 16:101-119.
- CASTAÑO, J. H., Y J. D. CORRALES. 2010. Mamíferos de la cuenca del río La Miel (Caldas): diversidad y uso cultural. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 14:56-75.
- CASTAÑO, J. H., Y. MUÑOZ-SABA, J. H. BOTERO, Y J. H. VÉLEZ. 2003. Mamíferos del departamento de Caldas-Colombia. Biota Colombiana 4:247-259.
- CORPOCALDAS (CORPORACIÓN AUTÓNOMA DE CALDAS). 2013. Diagnóstico Ambiental de Caldas, Plan de Acción 2013-2015. Corporación autónoma regional de Caldas. Manizales, Colombia.
- CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Pérez-Arbelaesia 2:155-283.

- DE OLIVEIRA, T., E. EIZIRIK, J. SCHIPPER, C. VALDERRAMA, R. LEITE-PITMAN, Y E. PAYAN.** 2008. *Leopardus tigrinus*. In IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2013.1.
- ESCOBAR-LASSO, S., J. CERÓN-CARDONA, Y J. H. CASTAÑO.** 2013. Los mamíferos de la cuenca del río Chinchiná, en la región andina de Colombia. *Therya* 4:139-155.
- GONZÁLEZ-MAYA, J. F., D. ZÁRRATE-CHARRY, A. HERNÁNDEZ-ARÉVALO, A. A. CEPEDA, S. A. BALAGUERA-REINA, C. CASTAÑO-URIBE, Y C. ANGE.** 2010a. Traditional uses of wild felids in the Caribbean region of Colombia: new threats for conservation? *Latin American Journal of Conservation* 1:64-69.
- GONZÁLEZ-MAYA, J. F., D. ZARRATE-CHARRY, A. CEPEDA, S. BALAGUERA-REINA, A. BENÍTEZ, R. GRANADOS, Y M. GONZÁLEZ.** 2010b. Diagnóstico, evaluación y propuestas de solución a la problemática de conflictos ocasionados por jaguar y puma a actividades pecuarias en jurisdicción de Corpoquesar. Valledupar, Colombia.
- GONZÁLEZ-MAYA, J. F., J. RACERO-CASARRUBIA, Y A. ARIAS-ALZATE.** 2013. Records of occasional puma hunting for consumption in Colombia. *Cat News* 58:9-10.
- HOOGESTEIJN, A., Y R. HOOGESTEIJN.** 2013. Conservación de jaguares en espacios humanizados, estrategias para reducir conflictos. Pp. 103-111 en *Grandes Felinos de Colombia* (Payan-Garrido, E., y C. Castaño-Uribe, eds.). Panthera Colombia, Fundación Herencia Ambiental Caribe, Conservación Internacional y Cat Specialist Group UICN/SSC. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI.** 1990. Caldas aspectos geográficos. Imprenta IGAC. Bogotá, Colombia.
- JORGENSEN, J., J. V. RODRIGUEZ-MAHECHA, Y C. DURAN.** 2006a. Puma *Puma concolor*. Pp. 351-256 en *Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia* (Rodríguez-Mahecha. J. V., M. Alberico, F. Trujillo, y J. Jorgenson, eds.). Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- JORGENSEN, J., J. V. RODRÍGUEZ-MAHECHA, C. DURÁN-RAMÍREZ, Y M. BEDOYA-GAITÁN.** 2006b. Tigrillo Peludo *Leopardus wiedii*. Pp. 346-349 en *Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia* (Rodríguez-Mahecha. J. V., M. Alberico, F. Trujillo, y J. Jorgenson, Eds). Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- LASSO-AMÉZQUITA, T., F. SÁNCHEZ-ZAPATA, Y J. G. VALENCIA-HERNÁNDEZ.** 2008. El derecho de una región al agua. Transvase del río Guarinó al río la Miel. Centro Editorial Universidad de Caldas, Manizales. Caldas, Colombia.
- LOZANO-ZAMBRANO, F. H.** 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá, Colombia.
- NOWELL, K., Y P. JACKSON.** 1996. Wild Cats. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN Specialist Group, Switzerland and Cambridge, Reino Unido.
- OSPINA-HERRERA, O.** 2002. Diseño de un corredor biológico como componente básico de la ecología del paisaje en la conservación de agro ecosistemas locales. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales, Colombia.



- PAYÁN, E.** 2004. Diagnóstico, análisis y propuestas de manejo para el conflicto de predación entre carnívoros y los sistemas productivos de la región Andina con énfasis en el eje cafetero. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- PAYÁN, E., E. EIZIRIK, T. DE OLIVEIRA, R. LEITE-PITMAN, M. KELLY, Y C. VALDERRAMA.** 2008. *Leopardus wiedii*. In IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2013.1.
- PAYÁN-GARRIDO, E., Y C. SOTO-VARGAS.** 2012. Los Felinos de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera. Bogotá, Colombia.
- RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., M. ALBERICO, F. TRUJILLO, Y J. JORGENSON.** 2006a. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., J. P. JORGENSON, C. DURÁN-RAMÍREZ, Y M. BEDOYA-GAITÁN.** 2006b. Tigrillo Gallinero *Leopardus tigrinus*. Pp. 257-261 En Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia (Rodríguez-Mahecha. J. V., M. Alberico, F. Trujillo, y J. Jorgenson, Eds). Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- SÁNCHEZ, F., Y M. ALVEAR.** 2003. Comentarios sobre el uso de hábitat, dieta y conocimiento popular de los mamíferos en un bosque andino en el departamento de Caldas. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 7:121-144.
- SÁNCHEZ, F., P. SÁNCHEZ-PALOMINO, Y A. CADENA.** 2004. Inventario de mamíferos en un bosque de los andes centrales de Colombia. Caldasia 26:291-309.
- VÁSQUEZ, V. H., Y M. A. SERRANO.** 2009. Las áreas Naturales Protegidas de Colombia. Conservación Internacional-Colombia y Fundación Biocolombia. Bogotá, Colombia.

---

*Sometido: 29 de septiembre de 2013*

*Revisado: 23 de julio de 2014*

*Aceptado: 1 de agosto de 2014*

*Editor asociado: Jesús Maldonado*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

Localidades donde se tienen registros de felinos silvestres en el departamento de Caldas, Cordillera Central de Colombia.

---

**Registros de Jaguarundí *Puma yagouaroundi***


---

Localidad	Coordenadas
Individuo atropellado por carro en el sector peaje Las Pavas, municipio de Manizales (Escobar-Lasso <i>et al.</i> 2013).	5° 01' 47.01" N, -75° 35' 83.28" W; 1,212 m
Individuo registrado el 11 de enero del 2011, en el municipio de Samaná, corregimiento de Florencia, entre la vereda La Argentina y La Encimada, en el Parque Nacional Natural Selva de Florencia (Fig. 2a).	5° 26' 52.45" N, -75° 02' 33.17" W; 1,500 m

---

**Registros de Puma *Puma concolor***


---

Individuos registrados en el Parque Nacional Natural Los Nevados, municipio de Villamaría (Payán-Garrido y Soto-Vargas 2012).	4° 56' 23.01" N, -75° 25' 04.08" W; 2,800-3,500 m
Individuo fotografiado el 25 de agosto del 2013, dentro de la reserva natural Bosques de la CHEC, entre los límites de los municipios de Villamaría y Manizales.	5° 00' 43.68" N, -75° 24' 28.62" W; 2,688 m
Piel donada por campesino que cazó el individuo el 3 de noviembre del 2012, en la Finca la Gruta-Santa Ana, Vereda Monte Bonito, Municipio de Neira (MHN-UC 1152).	5° 08' 13.82" N, -75° 19' 57.4" W; 3,375 m
Ataque a ganado ovino, el 17 de mayo de 2011 en la finca Los Sauces, vereda Los Sauces, municipio de Marulanda.	5° 08' 31.27" N, -75° 18' 10.48" W; 2,800 m
Ataque a ganado ovino, el 19 de mayo de 2011 en la finca Cruces, vereda Candelaria, Corregimiento de San Félix, municipio de Salamina.	5° 23' 1.29" N, -75° 24' 37.97" W; 2,800 m
Individuo proveniente del Parque Nacional Natural Selva de Florencia, Municipio de Samaná, corregimiento de Florencia, sector Río Hondo (FMNH 70567).	5° 26' 25.26" N, -75° 02' 52.73" W; 1,713 m
Ataque a ganado bovino, el 11 de enero del 2011 entre las veredas de La Argentina y La Encimada, corregimiento de Florencia, municipio de Samaná.	5° 27' 58.03" N, -75° 03' 05.88" W; 1,908 m
Huellas de un individuo adulto registradas el 01 de julio de 2010, en Finca La Elisa, vereda Purnio, Municipio de La Dorada (MHN-UC 1037).	5° 33' 55.85" N, -75° 43' 06.56" W; 250 m
Ataques a ganado equino, entre 12 y 19 de enero 2010 en la vereda El Rosario, municipio de Riosucio.	5° 16' 47.90" N, -75° 14' 19.52" W; 2,900 m
Individuo fotografiado el 13 de mayo del 2014, dentro de la reserva natural Bosques de la CHEC (Fig. 2b).	5° 00' 58.10" N, -75° 25' 05.88" W; 2,426 m

---

**Registros de Jaguar *Panthera onca***


---

Individuo cazado por campesinos en el resguardo indígena Nuestra Señora Candelaria de la Montaña, vereda El Rosario, municipio de Riosucio (Fig. 2c).	5° 47' 5.28" N, -75° 83' 61" W; 2,640-2,900 m
---	---

---

---

**Registros de *Oncilla Leopardus tigrinus***


---

Piel donada por campesino que cazó el individuo en el Parque Nacional Natural Los Nevados, municipio de Villamaría (IAvH 4010)	4° 56' 00.6" N, -75° 21' 00.7" W; 4,800 m
Piel donada por campesino que cazó el individuo en diciembre del 2009, Parque Nacional Natural los Nevados, municipio de Villamaría (MHN-UC 951).	4° 49' 52.9" N, -75° 24' 59.2" W; 3,800 m
Piel donada por campesino que cazó el individuo en diciembre del 2009, en el Parque Nacional los Nevados, sector Brisas, municipio de Villamaría (MHN-UC 953).	4° 56' 56.01" N, -75° 21' 05" W; 3,500 m
Individuo atropellado por carro encontrado en octubre de 1994, en la vía que conduce al páramo de Letras (vía panamericana, sector Torre cuatro), municipio de Manizales, 3,000 m (MHN-UC 1154).	5° 01' 22.01" N, -75° 22' 38.59" W; 3,000 m
Piel donada por campesino que cazó el individuo en septiembre del 2003, en la finca La Fe, Reserva Bosques de la CHEC, municipio de Manizales (MHN-UC 384).	5° 1' 15.35" N, -75° 25' 2.24" W; 2,800 m
Individuo atropellado por carro encontrado muerto el 10 de Marzo de 2012, sector conocido localmente como puente de La Libertad en la periferia urbana del municipio de Manizales (Escobar-Lasso et al. 2013).	5° 02' 02.48" N, -75° 27' 56.88" W; 2,068 m
Individuo atropellado por carro encontrado en el área urbana de la ciudad de Manizales, municipio de Manizales (MHN-UC 1155).	5° 23' N, -75° 29' W; 2,200 m
Individuo juvenil fotografiado con cámara trampa en Abril de 2013, en la Reserva Forestal Protectora Torre 4, municipio de Manizales.	5° 1' 15.35" N, -75° 25' 2.24" W; 2,800 m
Piel donada por campesino que cazó el individuo el 31 de enero de 2003 en la Finca La Estrella, cuchilla El Guayabo, vereda La Cristalina, municipio de Neira (IAvH 7343).	5° 13' N, -75° 23' W; 3,300 m
Individuo juvenil ingresado en Junio de 2010 al CAV proveniente del municipio de Marulanda (Fig. 2d).	5° 14' 34.60" N, -75° 20' 52.47" W; 3,176 m
Cráneo de un individuo adulto encontrado el 09 de septiembre del 2009, en la Finca el Vergel, vereda El Páramo, municipio de Marulanda (MHN-UC 1040).	5° 17' 59" N, -75° 16' 49" W; 3,500 m
Individuo ingresado al centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAV) de Caldas, proveniente del Municipio de Pácora.	5° 27' 52.62" N, -75° 22' 56.73" W; 3,034 m
Cráneo colectado el 5 de enero del 2001 en la vereda La Cabaña, corregimiento de Florencia, municipio de Samaná (MHN-UC 205).	5° 31' 42.14" N, -75° 2' 24.29" W; 1,200 m

---

**Registros de *Ocelote Leopardus pardalis***


---

Individuo adulto fotografiado en abril de 2012, en la zona de captación del proyecto hidroeléctrico El Edén, sobre el río La Miel, municipio de Pensilvania (Arenas-Díaz 2012).	5° 19' 07.01" N, -75° 06' 07.05" W; 1,500 m
Individuo ingresado al Centro de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre CAV en el año de 2009 proveniente del Río La Miel, municipio de Marquetalia (Fig. 2e).	5° 19' 43.71" N, -75° 04' 11.056" W; 1,210 m
Individuo ingresado al CAV en el año de 2009 proveniente de la Vereda Corinto, municipio de Victoria.	5° 21' 45.20" N, -75° 56' 46.84" W; 520 m
Individuo ingresado al CAV de Caldas en Julio de 2007 proveniente de la Quebrada Tasajos, municipio de Samaná.	5° 27' 14.42" N, -75° 00' 52.24" W; 1,151 m

individuo proveniente del Parque Nacional Natural Selva de Florencia, Corregimiento de Florencia, municipio de Samaná (IAvH 7307). 5° 28' 27.31" N, -75° 03' 01.40" W; 1,800 m

Piel donada por campesino que cazó el individuo el 5 de junio de 2011 en los alrededores de la represa hidroeléctrica Miel I, sobre el río La Miel, municipio de Norcasia. 5° 33' 27.64" N, -74° 53' 28.94" W; 400 m

---

#### **Registros de Margay *Leopardus wiedii***

---

Individuo registrado en el Parque Nacional Natural Selva de Florencia, municipio de Samaná (Payán-Garrido y Soto-Vargas 2012). 5° 27' 46.33" N, -74° 02' 23.93" W; 1,493 m

---

# Variación intraespecífica en *Cryptotis aroensis* (Mammalia, Soricomorpha, Soricidae) de Venezuela

Franger J. García<sup>1\*</sup>, Mariana Isabel Delgado-Jaramillo<sup>1,2</sup> y Marjorie Machado<sup>1</sup>

**Introduction:** In Venezuela, the genus *Cryptotis* is represented by four species: *C. meridensis*, *C. tamensis*, *C. aroensis* and *C. venezuelensis*. *C. meridensis*, and *C. tamensis* have been documented in the Andes (Cordillera de Mérida, El Tamá, and Sierra de Perijá). On the other hand, *C. aroensis*, and *C. venezuelensis* are recorded only in the Cordillera de la Costa (Sierra de Aroa, and Serranía del Litoral). *Cryptotis aroensis*, was recently described and is known from only three specimens from type locality (Sector Milla, Sierra de Aroa, Yaracuy State), in Northern Venezuela. Based on a new series (45 specimens) from Yurubí National Park, Sierra de Aroa, Yaracuy State, Venezuela, in this article, we evaluated the intraspecific variations of *Cryptotis aroensis*, previously unknown in the literature.

**Methodology:** Specimens studied are preserved in the Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande (EBRG, Aragua State, Venezuela), and the Museo de Zoología, Universidad de Carabobo (MZUC, Carabobo State, Venezuela). External measurements (mm) and weight (g) were taken from the collector's tag. Craniodental terminology follows Woodman (2002, 2003), Quiroga-Carmona and Molinari (2012), and Woodman *et al.* (2013), and the craniodental measurements were taken with a digital caliper. Finally, for each measure, mean and range were calculated and we used a Student *t* test with intervals confidence not less than 95% to explore differences related to sex.

**Results:** Our morphological and metric analysis indicates that specimens of *Cryptotis aroensis* from Yurubí National Park are smaller and with longer tails, compared with *C. meridensis*, *C. tamensis* and *C. venezuelensis*. There were no significant differences between sexes for the individuals studied, suggesting that there is no sexual dimorphism in *C. aroensis*. Within this sample there were highly variable morphological characters such as the shape of the wart on the nasolabial groove in the rhinarium, numbers of postnasal warts on the muzzle, hindlimb digits, presence and position of the fourth unicuspid tooth, presence and size of dorsal foramina on the skull, presence and size of foramina on posterior border of tympanic process of petromastoids. The humerus was slightly smaller, less robust and slightly curved in *C. aroensis* compared with one humerus available for *C. meridensis*.

**Discussion:** The high intraspecific variation in *C. aroensis* is consistent with previous reports that indicates a high morphological and metric variation among individuals in the groups *Cryptotis nigrescens*, *C. goldmani*, *C. thomasi*, *C. mexicana*, and *C. parva*. With respect to the characters in the original description of *C. aroensis*, there are similarities when the sample increases from three (holotype and two paratypes) to 45 specimens. Such characters include body-head length, and length of mandible, besides the presence of cusps on the third upper molar that define a complex molar. Additionally, the result of this study suggests that tail length (extremely long) can be useful to separate *C. aroensis* of the different taxa in Venezuela. When we compared the type series of *C. venezuelensis*, a species known only from three specimens from the Cordillera de la Costa, like *C. aroensis*, there are several similarities in morphology and metrics. Those characters include its size and body coloration, presence and visibility of the fourth unicuspid tooth, shape

<sup>1</sup>Laboratorio Museo de Zoología, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACyT). Universidad de Carabobo, Campus Bárbula, municipio Naguanagua, Venezuela, Valencia E-mail: cormura@yahoo.com (FJG), marjoriesilvera@gmail.com (MM).

<sup>2</sup>Postgrado en Biología Animal (PPGBA), Departamento de Zoología, Universidad Federal de Pernambuco (UFPE), Pernambuco, Brasil. E-mail: marianadelgado13@yahoo.es (MID).

\*Corresponding autor

of the wart and its extension on the nasolabial groove in the rhinarium, the numbers of postnasal warts, size and shape of the angular and coronoid processes, and the average of scales per centimeter on the tail. These characters suggest that *C. aroensis* and *C. venezuelensis* might be closely related taxa.

**Key words:** *Cryptotis aroensis*, morphological variation, Sierra de Aroa, Yaracuy, Yurubí National Park.

## Resumen

Se evalúan las variaciones intraespecíficas de *Cryptotis aroensis*, especie descrita sobre la base de tres individuos en Venezuela. El estudio se realizó con 45 especímenes del Parque Nacional Yurubí, Estado Yaracuy, lo que permitió aportar información sobre variación morfológica y métrica. Se compararon estos resultados con la descripción original de éste y las especies geográficamente cercanas en Venezuela (*C. venezuelensis*, *C. meridensis* y *C. tamensis*). Se reportan rasgos altamente variables no documentados previamente que ayudan a enriquecer el conocimiento taxonómico de esta especie. Se encontró que un conjunto de caracteres morfológicos, como la forma de la verruga y extensión en el surco nasolabial del rinario, número de verrugas post-nasales, presencia del cuarto diente unicúspide y el tercer molar superior complejo, forma de los procesos angulares y coronoides entre otros, son similares entre *C. aroensis* y *C. venezuelensis*. Estos caracteres podrían sugerir que ambos taxones están cercanamente relacionados.

**Palabras clave:** *Cryptotis aroensis*, Parque Nacional Yurubí, Sierra de Aroa, variación morfológica, Yaracuy.

## Introducción

Las musarañas de orejas cortas del género *Cryptotis* (Orden Soricomorpha), han sido separadas en el Neotropico en cuatro grupos o complejos informales (Woodman y Timm 1999; Woodman 2002, 2003; Quiroga-Carmona y Molinari 2012, Quiroga-Carmona 2013). Los grupos presentes en Sur América pertenecen a dos complejos: *Cryptotis nigrescens*, que incluye a *C. nigrescens*, *C. mayensis*, *C. orophilus*, *C. magnus*, *C. merriami*, *C. hondurensis*, *C. merus*, *C. colombianus* y *C. brachyonyx*, y *C. thomasi*, que agrupa a *C. thomasi*, *C. medellinius*, *C. meridensis*, *C. tamensis*, *C. peruviensis*, *C. montivagus*, *C. squamipes*, *C. equatoris*, *C. venezuelensis* y *C. aroensis*.

En Venezuela se reconocen cuatro especies, conformadas por *C. meridensis* Thomas 1898, *C. tamensis* Woodman 2002, *C. aroensis* Quiroga-Carmona y Molinari 2012 y *C. venezuelensis* Quiroga-Carmona 2013 (Sánchez-Hernández y Lew 2012; Quiroga-Carmona y Molinari 2012; Quiroga-Carmona 2013). *C. meridensis*, *C. aroensis* y *C. venezuelensis* son especies endémicas. La primera es conocida para la Cordillera de Mérida, en los Estados Trujillo, Mérida y Táchira (Woodman 2002), la segunda de la Sierra de Aroa en el Estado Yaracuy (Quiroga-Carmona y Molinari 2012) y la tercera para la Serranía del Litoral en el Estado Aragua y Distrito Capital (Quiroga-Carmona 2013).

Por su parte, *C. tamensis* habita en el Páramo de El Tamá (oeste del Estado Táchira, en el Macizo de El Tamá), extendiendo su distribución al norte de la Cordillera Oriental de Colombia (Woodman 2002).

*Cryptotis aroensis* se describió recientemente con base en una pequeña serie de tres individuos (holotipo y dos paratipos), provenientes de un bosque nublado de la Sierra de Aroa, Estado Yaracuy en el noroccidente de Venezuela (Quiroga-Carmona y Molinari

2012). Hasta la fecha la información ecológica y taxonómica sobre este taxón es muy incipiente y no existen estudios que documenten la variación morfológica que pueda exhibir *C. aroensis* en su intervalo de distribución. Este último punto se hace importante ya que para el género en Venezuela se han documentado altas variaciones en algunos atributos utilizados como caracteres diagnósticos (Woodman 2002).

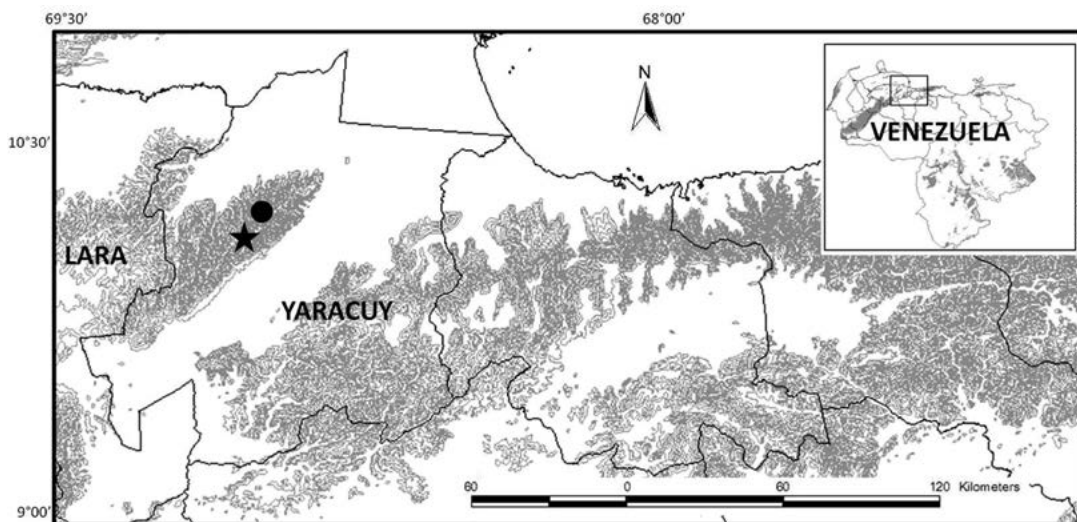
En el marco de un proyecto sobre el estudio de los pequeños mamíferos del extremo occidental de la Cordillera de la Costa de Venezuela, realizado en el Parque Nacional Yurubí, entre los años 2011-2012 (García et al. 2013), fueron colectados 45 individuos adultos referibles a *C. aroensis*. La adición de esta muestra permitió revisar algunos aspectos de la variabilidad intraespecífica no documentados previamente para la especie (Quiroga-Carmona y Molinari 2012) y de esta manera ampliar el conocimiento taxonómico y de distribución de *C. aroensis* en la Sierra de Aroa.

## Material y Métodos

Los especímenes estudiados provienen de un bosque nublado en un intervalo de altitud de 1400-1940 m, en el Parque Nacional Yurubí, Sierra de Aroa, Estado Yaracuy (La Trampa del Tigre, Sector El Silencio, 10° 24' 11" N -68° 48' 01" O; Fig. 1). Los ejemplares se encuentran depositados en el Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande (EBRG, Maracay, Venezuela) y Museo de Zoología de la Universidad de Carabobo (MZUC, Valencia, Venezuela) (Apéndice).

Las medidas externas y cráneo-mandibulares seleccionadas para esta nueva serie de *C. aroensis* y la nomenclatura de las partes óseas y dentarias siguen a las descripciones aportadas por Woodman (2002, 2003), Woodman et al. (2003) y Quiroga-Carmona y

**Figura 1.** Ubicación geográfica de la nueva población de *C. aroensis* (círculo) en el Parque Nacional Yurubí, Sierra de Aroa, Venezuela. La estrella indica la localidad tipo (Capilla de Milla, Sector Milla, Cocorote). Las áreas grises corresponden con alturas mayores a 500 m s.n.m.



Molinari (2012). Estas medidas fueron tomadas con un calibrador digital de 0.01mm de precisión, bajo un microscopio estereoscópico (LABOMED CZM6 4.5X). Las mismas fueron: longitud cabeza-cuerpo, longitud de la cola, longitud de la pata posterior, longitud de la oreja, longitud condilobasal, ancho de la caja cefálica, ancho del plato cigomático, ancho interorbitario, ancho del paladar en los primeros dientes unicuspides, ancho del paladar en los segundos molares superiores, longitud del paladar, longitud de la fila de dientes maxilar, longitud de la fila de dientes unicuspides, longitud de la fila de molares superiores, longitud de la mandíbula, altura del proceso coronoide, altura

del valle coronoide, altura del cóndilo articular, distancia del cóndilo articular al borde posterior del tercer molar inferior, longitud de la fila de dientes en la mandíbula, longitud del primer molar inferior y peso en gramos.

Para cada medida se calculó la media y el intervalo de variación y se realizó una prueba de *t* de Student con intervalos de confianza no menores a 95 % para explorar diferencias relacionadas con el sexo y de esta manera tener un criterio para separar o no a las muestras. La información generada en este trabajo permitió hacer comparaciones sobre variación con las otras especies del grupo *C. thomasi* presentes en Venezuela (*C. meridensis*, *C. tamensis* y *C. venezuelensis*). Para esto último, se revisaron especímenes depositados en MZUC, particularmente *C. meridensis* (Apéndice) y para el resto de los taxones, se consultó literatura previa y posterior a la descripción de *C. aroensis* (Woodman 2002; Quiroga-Carmona 2013).

## Resultados

En la Tabla 1 se presentan las medidas externas, craneanas y mandibulares para los ejemplares estudiados de *C. aroensis* (incluyendo la serie tipo), así como para las otras especies descritas para Venezuela referidas en la literatura. La prueba de *t* de Student no arrojó diferencias significativas entre las medidas de ambos sexos ( $P > 0.05$ ) y por lo tanto, los resultados son tratados de aquí en adelante como un único conjunto.

Los ejemplares de *C. aroensis* son de tamaño pequeño en las longitudes cabeza-cuerpo y peso, cuando se comparan con las especies andinas *C. meridensis* y *C. tamensis*; y similar a *C. venezuelensis* (Tabla 1). La verruga sobre el surco nasolabial presenta las siguientes variaciones: larga y delgada, extendida desde la base del rinario hasta la boca (EBRG-29385, 29389, 29396; MZUC-1010, 1011, 1018, 1021, 1024, 1027); o larga, pero no alcanzando la boca (EBRG-29384, 29390, 29393, 29394; MZUC-1013, 1015, 1016, 1019, 1022, 1023, 1025, 1026, 1028); o pequeña, de forma ovalada y restringida a la base del rinario (EBRG-29383, 29386, 29387, 29388, 29391, 29392, 29395, 29397; MZUC-1012, 1014, 1017, 1020, 1029, 1031, 1038; Fig. 2).

El hocico posee variaciones en las verrugas post-nasales: con cuatro pares en ambos lados (EBRG-29394); o cinco pares (EBRG-29383; MZUC-1022, 1031); o seis pares (EBRG-29389, 29391, 29393, 29395; MZUC-1010, 1012, 1018, 1020, 1021, 1023, 1024, 1025, 1028, 1029); o siete pares (EBRG-29384, 29385, 29386, 29390; MZUC-1011, 1013, 1014, 1016, 1017, 1019, 1026, 1030); u ocho pares (EBRG-29388, 29393, 29396, 29397; MZUC-1015) o diez pares (EBRG-29387).

La longitud de las manos, incluyendo las garras, varió entre 8.0 y 11.0 mm y fueron consideradas pequeñas cuando se comparan con ejemplares disponibles de *C. meridensis* (Fig. 3A). Todos los individuos de *C. aroensis*, presentaron un par de vibras sobre el lado ventral de la muñeca; tienen las escamas de las manos pequeñas, de forma redonda, abarcando una superficie amplia de las manos. Las escamas de los dedos de las manos en vista ventral son cuadradas y se disponen en dos hileras. Las medidas disponibles de un individuo (MZUC-1038), en esta nueva serie para el dígito III de la mano fueron: metacarpal = 3.93 mm; falange proximal = 2.23 mm; falange media = 1.29 mm y falange distal = 1.20 mm (longitud total del dígito = 8.65 mm).

Las longitudes de los pelos dorsales variaron de 3-6 mm y los ventrales de 3-4 mm. En todos los individuos la coloración dorsal fue gris oscura (negruzca), con un lustre



marrón claro, observado cuando el dorso es visto a contra luz. El vientre es de color gris, ligeramente más pálido que el dorso. Los pelos dorsales y ventrales presentaron dos

**Tabla 1.** Medidas externas, craneanas y mandibulares para *Cryptotis aroensis* y el resto de las especies descritas para Venezuela. Para todas las medidas se indica la media y los valores inferiores y superiores. Todas las medidas están expresadas en milímetros (mm).

Medidas	<i>C. aroensis</i> (EBRG, MZUC, Quiroga-Carmona y Molinari 2012)	<i>C. venezuelensis</i> (Quiroga-Carmona 2013)	<i>C. meridensis</i> (Woodman 2002)	<i>C. tamensis</i> (Woodman 2002)
Externas	n = 41	n = 2	n = 65	n = 21
Longitud cabeza-cuerpo	73.00 62.00 - 81.00	78.00 72.00 - 84.00	89.00 76.00 - 102.00	86.00 80.00 - 91.00
Longitud de la cola	42.29 34.00 - 47.00	33.50 33.00 - 34.00	34.00 25.00 - 41.00	36.00 32.00 - 39.00
Longitud de la pata posterior	14.07 13.00 - 16.00	14.50 14.00 - 14.50	-	-
Longitud de la oreja	7.06 6.00 - 8.00	6.75 6.50 - 7.00	-	-
Peso (g)	11.14 9.00 - 14.00	10.00 9.00 - 11.00	12.30 8.50 - 18.00 (n = 48)	13.90 10.80 - 16.10 (n = 6)
Craneanas	n = 24	n = 3	n = 35	n = 13
Longitud condilobasal	21.52 20.90 - 21.99 (n = 23)	21.23 21.00 - 21.50	21.50 20.50 - 23.50	21.50 20.80 - 22.90
Ancho de la caja cefálica	10.29 10.00 - 10.80 (n = 23)	10.80 10.70 - 10.90 (n = 2)	10.40 10.00 - 11.00	10.50 10.10 - 10.80 (n = 11)
Ancho del plato cigomático	2.18 1.80 - 2.54	2.23 2.10 - 2.40	2.00 1.60 - 2.40	2.10 1.90 - 2.30
Ancho interorbitario	4.87 4.60 - 5.10	5.03 5.00 - 5.10	5.00 4.70 - 5.40	5.00 4.80 - 5.30
Ancho del paladar en los primeros unicúspides	2.56 2.13 - 2.92	2.85 2.80 - 2.90 (n = 2)	2.90 2.60 - 3.10	3.00 2.70 - 3.10
Ancho del paladar en los segundos molares superiores	6.05 5.55 - 6.43	6.36 6.30 - 6.50	6.40 6.00 - 7.00	6.40 6.10 - 6.60
Longitud del paladar	9.22 8.41 - 9.52	9.73 9.50 - 9.80	9.50 8.80 - 10.20	9.50 9.10 - 9.80
Longitud de la fila de dientes maxilar	8.21 7.28 - 9.00	8.50 8.40 - 8.60 (n = 2)	8.20 7.30 - 8.80	8.20 7.90 - 8.70
Longitud de la fila de dientes unicúspide	2.70 2.29 - 3.30	2.50 2.50 - 2.50 (n = 2)	2.80 2.60 - 3.00	2.80 2.60 - 3.00
Longitud de la fila de molares superiores	5.78 5.37 - 6.03	5.95 5.90 - 6.00 (n = 2)	5.80 5.50 - 6.30	5.90 5.60 - 6.10

Continúa...

Continúa...

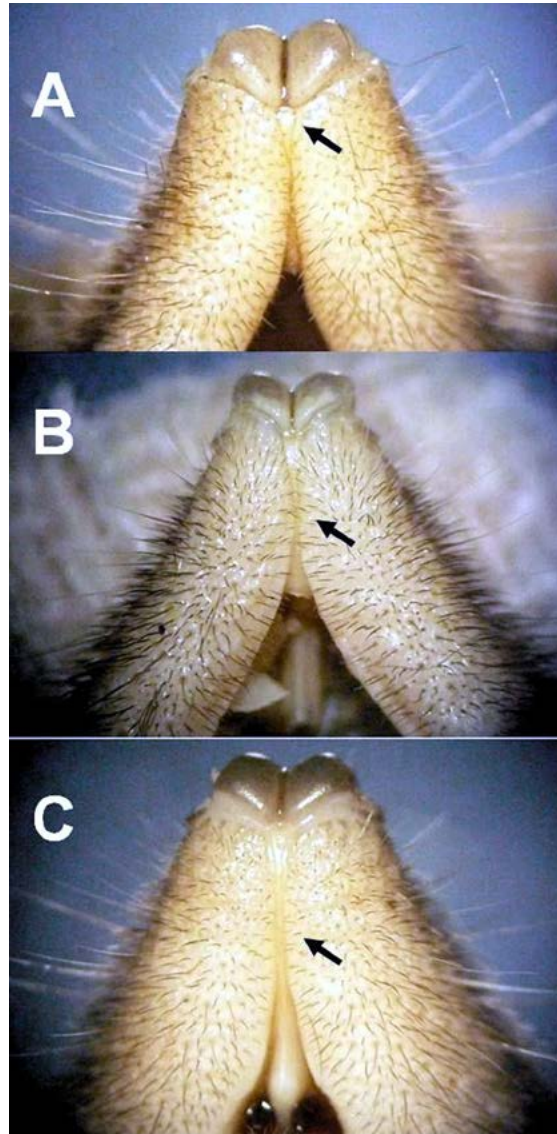
Medidas	<i>C. aroensis</i> (EBRG, MZUC, Quiroga-Carmona y Molinari 2012)	<i>C. venezuelensis</i> (Quiroga-Carmona 2013)	<i>C. meridensis</i> (Woodman 2002)	<i>C. tamensis</i> (Woodman 2002)
Longitud de la mandíbula	7.36 6.94 - 7.72	7.80 7.80 - 7.80 (n = 2)	6.90 6.30 - 7.60	7.00 6.90 - 7.40
Altura del proceso coronoide	4.57 4.08 - 4.90	4.65 4.50 - 4.80 (n = 2)	4.80 4.50 - 5.20	4.60 4.30 - 4.80
Altura del valle coronoide	3.09 2.90 - 3.30	3.15 3.10 - 3.20 (n = 2)	3.30 3.10 - 3.50	3.10 3.00 - 3.20
Altura del cóndilo articular	4.16 3.90 - 4.54	4.15 3.90 - 4.40 (n = 2)	4.40 4.00 - 4.80	4.40 4.20 - 4.60
Distancia del cóndilo articular al borde posterior del tercer molar inferior	5.14 4.55 - 5.60	5.10 5.10 - 5.10 (n = 2)	5.60 5.10 - 6.30	5.40 5.20 - 5.70
Longitud de la fila de dientes en la mandíbula	6.43 5.00 - 6.93	6.65 6.60 - 6.70 (n = 2)	6.50 6.10 - 6.90	6.60 6.30 - 6.90
Longitud del primer molar inferior	1.95 1.71 - 2.22	1.75 1.70 - 1.80 (n = 2)	2.00 1.80 - 2.10	1.90 1.80 - 2.10

bandas; una base gris amplia y la parte distal de color marrón. La coloración ventral es ligeramente más clara que el dorso.

Las escamas dorsales de los miembros posteriores son de forma redondeada y están acompañadas de un triplete de pelos en la base anterior de cada escama; en la última escama de la falange distal el número de pelos varía entre tres y siete. Los dígitos de los miembros posteriores en algunos individuos fueron delgados o robustos. Dentro de los dígitos delgados, se presentaron las siguientes variaciones en las escamas ventrales: redondas, juntas y arregladas en dos hileras (EBRG-29383, 29385); o cuadradas, juntas y arregladas en dos hileras (EBRG-29387, 29389; MZUC-1012, 1030, 1031); o cuadradas, muy juntas y arregladas en dos hileras (EBRG-29388); o cuadradas y ovaladas, juntas y arregladas en dos hileras (MZUC-1016, 1022). Las escamas en vista ventral de los dígitos robustos, presentaron las siguientes variaciones: redondas, separadas y arregladas en dos hileras (EBRG-29385, 29386, 29393, 29397); o redondas y cuadradas, separadas y arregladas en dos hileras (MZUC-1026, 1027); o sin un arreglo definido en los dígitos II, III, IV y V (EBRG-29384); u ovaladas, separadas y arregladas en dos hileras (EBRG-29396); o cuadradas, separadas y arregladas en dos hileras (MZUC-1013, 1024, 1025; EBRG-29390, 29391, 29392); o cuadradas, ovaladas y triangulares, separadas y arregladas en dos hileras (MZUC-1019); o cuadradas y ovaladas, separadas y arregladas en dos hileras (MZUC-1021); o rectangulares y ovaladas, separadas y arregladas en dos hileras (MZUC-1010, 1011, 1014).

La cola es marcadamente larga (42.29 mm en promedio) y delgada cuando se compara con *C. meridensis* (Fig. 3B) y el resto de las especies de Venezuela (Tabla 1). La longitud

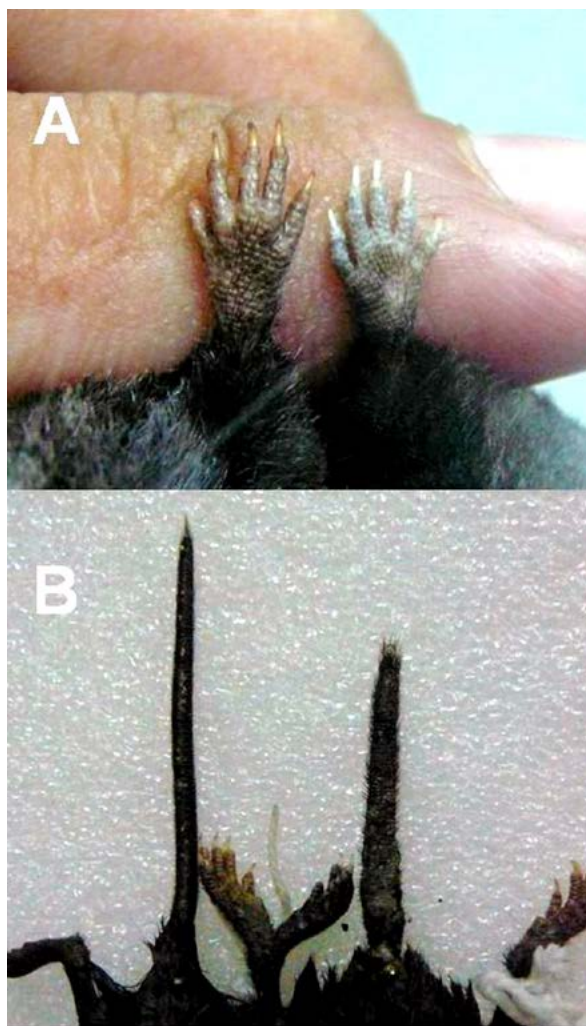
de la cola promedió el 60 % de la longitud cabeza-cuerpo; es densamente peluda desde la base hasta la punta, con escamas en la parte dorsal, que varían en forma (rectangular o redonda) y tamaño. Las escamas dorsales de la cola, tienen uno a tres pelos esparcidos sobre el borde anterior de ésta y tienen 30 escamas/centímetro en promedio. El menor número de escamas correspondió a 26 esc./cm proveniente de dos individuos y el mayor a 38 esc./cm.



**Figura 2.** Variación en la forma de la verruga sobre el surco nasolabial del rinario de *C. aroensis* en el Parque Nacional Yurubí, Venezuela. A.- pequeña y restringida a la base del rinario (MZUC-1012); B.- larga, pero no alcanzando la boca (MZUC-1013); C.- larga y delgada, extendida desde la base del rinario hasta la boca (EBRG-29385).

La pigmentación de la fila de dientes superiores e inferiores en individuos con los cráneos extraídos disponibles ( $n = 19$ ) varió de la siguiente manera: marcada en todos los dientes superiores (excepto el cuarto unicúspide) y en todos los dientes inferiores ( $n = 19$ ); o marcada en casi todos los dientes superiores (a excepción del cuarto unicúspide, que no posee coloración; el tercer unicúspide y tercer molar superior son más pálidos) y marcada en todos los dientes inferiores (EBRG-29384); o marcada en todos los dientes superiores (excepto el cuarto unicúspide, que no tiene coloración y tercer unicúspide, cuya coloración es muy pálida) y en la mandíbula marcada sólo en los incisivos y pálida en el resto (MZUC-1022).

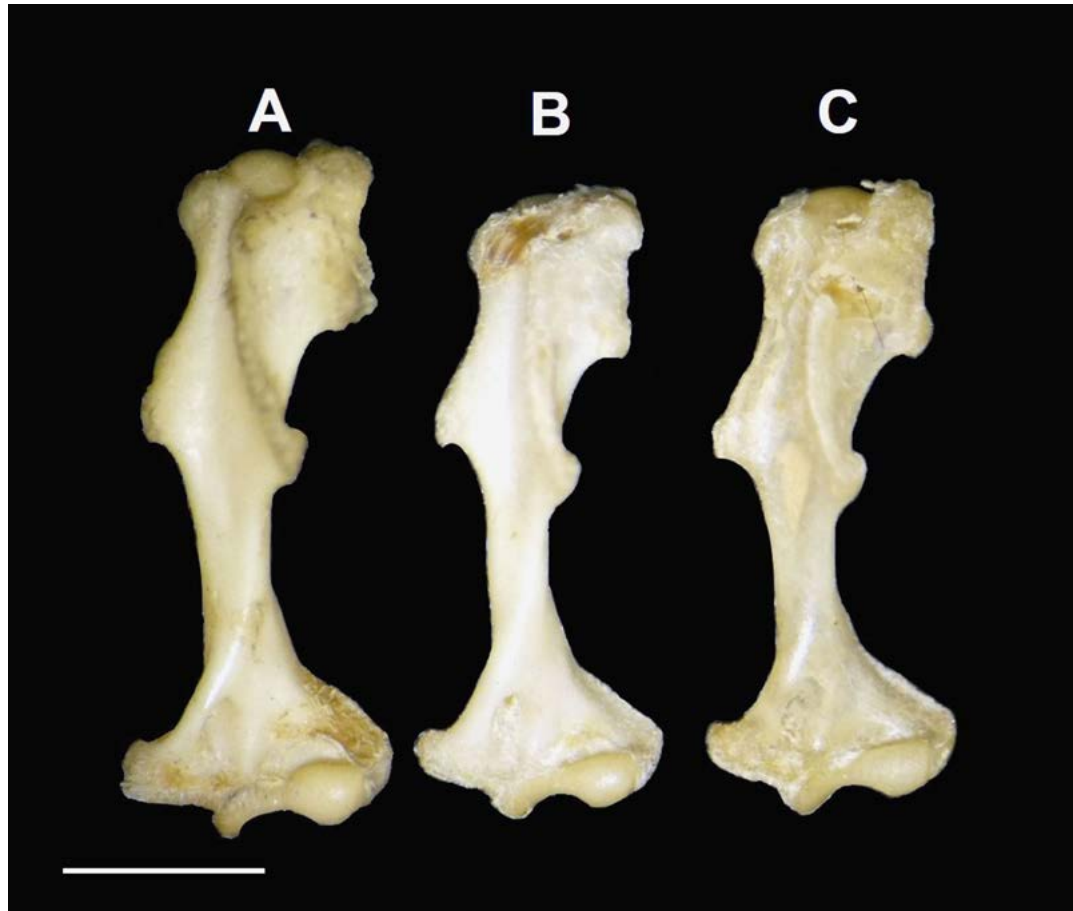
La presencia y visibilidad del cuarto diente unicúspide, varió de la siguiente manera: presente en ambos lados, reducido en comparación al tamaño de los unicúspides uno y tres (U1-U3) y visible en ambos lados del cráneo en vista labial (EBRG-29385, 29388, 29398; MZUC-1019, 1024, 1032, 1036, 1037, 1038); presente en ambos lados del cráneo, reducido en comparación al tamaño de los U1-U3 y no visible en ambas vistas (labial y lingual; EBRG-29383, 29384, 29386; MZUC-1033); presente en ambos lados del cráneo, reducido en comparación al tamaño de los U1-U3 y observado sólo del lado labial en uno de los laterales del cráneo (EBRG-29387; MZUC-1012, 1016, 1017, 1020, 1021, 1022). Un individuo (MZUC-1033) tiene el elemento posterior del ectolofó del primer molar superior del mismo tamaño que el posterior; para el resto, el elemento anterior es mayor al posterior.



**Figura 3.** A.- Tamaños de las manos de *C. meridensis* (izquierda; MZUC-855) y *C. aroensis* (derecha; EBRG-29383). Se detalla el menor tamaño de los ejemplares de la serie del Parque Nacional Yurubí con respecto a *C. meridensis*. B.- Se observa una cola más larga en *C. aroensis* (izquierda; EBRG-29383) respecto a *C. meridensis* (derecha; MZUC-855) y al resto de las especies en Venezuela.

Los forámenes dorsales sobre el cráneo variaron de la siguiente manera: con dos forámenes dorsales grandes, de igual tamaño, y ubicados en la sutura entre los huesos frontales (EBRG-29383; MZUC-1020, 1034, 1035); dos forámenes de diferentes tamaños, ubicados sobre lados opuesto de la sutura de los huesos frontales (EBRG-29384, 29385, 29386, 29387; MZUC-1019, 1021, 1022, 1037); un foramen dorsal grande, sobre un lado de la sutura (EBRG-29398; MZUC-1012, 1017, 1032, 1038); sin presencia de algún foramen dorsal a lo largo de la sutura entre los frontales (MZUC-1036).

La presencia o ausencia de un foramen sobre el borde posterior del proceso timpánico del petromastoideo varió de la siguiente manera: foramen ausente (EBRG-29383, 29384, 29398; MZUC-1016, 1020, 1022, 1033, 1034, 1036); o con un foramen en ambos procesos timpánicos (EBRG-29387; MZUC-1012, 1017, 1019, 1021, 1037); o un foramen sobre el lado derecho (EBRG-29386); o un foramen diminuto (casi imperceptible) sobre el lado izquierdo (EBRG-29385; MZUC-1024, 1035).



**Figura 4.** Tamaño, aspecto y forma de los húmeros izquierdos de dos especies de musarañas de Venezuela: A.- *C. meridensis* (MZUC-861), B y C.- *C. aroensis* (EBRG-29398; MZUC-1038). Escala = 4mm.

Las medidas promedio para dos húmeros disponibles (EBRG-29398; MZUC-1038; Fig. 4) fueron: longitud del húmero desde la cabeza hasta la tróclea = 14.26 mm; distancia desde el tubérculo mayor hasta la tuberosidad deltoidea = 7.64 mm; ancho del final proximal del húmero = 3.67 mm; distancia interna desde el epicóndilo medio a la tuberosidad deltoidea = 5.84 mm; ancho del eje desde la base superior del epicóndilo medio a la base superior del epicóndilo lateral = 1.90 mm; distancia desde el proceso deltoide a la cabeza = 10.12 mm y ancho del final distal del húmero = 5.65 mm.

## Discusión

Los resultados de este trabajo coinciden con reportes previos que indican una elevada variación morfológica, cualitativa y cuantitativa, entre individuos de los grupos de *Cryptotis nigrescens* (Woodman y Timm 1993), *C. goldmani* (Woodman y Timm 1999, Woodman 2011), *C. thomasi* (Woodman 2002), *C. mexicanus* (Ramírez-Pulido et al. 2004) y *C. parvus* (Ramírez-Pulido et al. 2004).

Por ejemplo, si se compara el alto rango de variación registrado en la población de *C. aroensis* del Parque Nacional Yurubí con un estudio de revisión taxonómica para *C. meridensis* en los Andes venezolanos (Woodman 2002), encontramos que para ambos trabajos se reporta una amplia variación morfológica intraespecífica, cuando se analizan series grandes y representativas. Por otra parte, para *C. venezuelensis* y *C. tamensis* no se reportan variantes morfológicas (Woodman 2002; Quiroga-Carmona 2013), presumiblemente por la baja representación en colecciones zoológicas venezolanas.

En cuanto a la forma y aspecto del húmero, que es un carácter taxonómico utilizado para asignar a las especies de *Cryptotis* a algunos de los grupos propuestos (Woodman et al. 2003) y no había sido descrito previamente para las formas venezolanas no andinas (Quiroga-Carmona y Molinari 2012; Quiroga-Carmona 2013), se concluye sin duda alguna que *C. aroensis* es un representante del grupo *C. thomasi*; aunque el húmero es un poco más pequeño, menos robusto y menos curvo comparado con otra especie del grupo (*C. meridensis*), para la cual se tiene un húmero disponible en colecciones venezolanas. El húmero en *C. aroensis* tiene una cabeza redonda, con el tubérculo mayor desarrollado. El tubérculo menor es ligeramente curvo. El epincódilo medio es robusto y de forma redonda. El epicóndilo lateral es menos desarrollado que el epicóndilo medio y más curvo. La tróclea es menos desarrollada que el capítulo. La tuberosidad deltoidea es desarrollada y está ubicada hacia la parte central del hueso. El proceso pectoral y deltoide son desarrollados y robustos.

Con respecto a los caracteres documentados en la descripción original de *C. aroensis* (Quiroga-Carmona y Molinari 2012), hay similitudes cuando la muestra aumenta de tres (holotipo y dos paratipos) a 45 especímenes. Esos caracteres incluyen la longitud-cabeza cuerpo y la longitud de la mandíbula (Tabla 1), además de la presencia de cúspides sobre el tercer molar superior que definen una conformación de molar complejo. Quiroga-Carmona y Molinari (2012), señalan que el paladar estrecho a nivel de los segundos molares superiores es el único rasgo distintivo que separa a *C. aroensis* del resto de las especies del grupo *C. thomasi*. Con esta nueva serie del Parque Nacional Yurubí, este atributo sigue siendo un carácter que distingue a *C. aroensis* del resto de las especies de Venezuela (Tabla 1); sin embargo, aunque en promedio el paladar a nivel de los segundos molares es ligeramente más angosto, hay 18 individuos de la serie examinada de *C. aroensis* cuyas medidas para este carácter están dentro del intervalo de variación de las tres especies restantes. Adicionalmente, los resultados de esta revisión sugieren que la longitud de la cola en *C. aroensis* (extremadamente larga) puede ser un atributo morfométrico útil para separarlo de los diferentes taxones presentes en Venezuela y no tomado en cuenta en la descripción original como un carácter diagnóstico (Quiroga-Carmona y Molinari 2012), presumiblemente por el pequeño número de ejemplares al momento de la descripción.

Cuando se compara la serie tipo de *C. venezuelensis*, una especie recientemente descrita sobre el basamento de tres ejemplares y que habita en la biorregión conocida como Cordillera de la Costa, al igual que *C. aroensis* (Quiroga-Carmona y Molinari 2012; Quiroga-Carmona 2013) se registran varias similitudes entre ambas especies en medidas externas y peso, además de caracteres morfológicos como la presencia y visibilidad del cuarto diente unicúspide, la forma de la verruga y extensión en el surco nasolabial del rinario, el número de verrugas post-nasales, el tamaño y forma de los

procesos angulares y coronoides, el número de escamas de la cola en un centímetro y la coloración del cuerpo. Esta situación sugiere que estos taxones probablemente podrían estar cercanamente emparentados. En cualquier caso, son necesarios nuevos ejemplares, especialmente de *C. venezuelensis*, para efectuar una comparación taxonómica más detallada y documentar las variaciones morfológicas como las señaladas ahora para *C. aroensis*; además es muy importante realizar estudios ecológicos que ayuden a establecer los límites de alturas, requerimientos de hábitats, dieta entre otros aspectos, para ambas especies en la Cordillera de la Costa.

## Agradecimientos

A H. M. Silva y A. Pérez Sarmiento por el traslado a los sitios de muestreo. A I. Díaz y V. Colmenares (Guache), por el hospedaje en los sitios de trabajos de campo. Al Departamento de Biología de la FACyT, Universidad de Carabobo, por el apoyo logístico. A E. Sánchez-González por la realización del mapa. Al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MinAmb) y al Instituto Nacional de Parques (INPARQUES) por los permisos concedidos en su momento y finalmente a Sergio Solari y dos revisores anónimos cuyas sugerencias y correcciones ayudaron a mejorar la primera versión del manuscrito.

## Literatura citada

- GARCÍA, F. J., M. I. DELGADO-JARAMILLO, M. MACHADO Y L. AULAR.** 2013. Pequeños mamíferos no voladores de un bosque nublado del Parque Nacional Yurubí, Venezuela: abundancia relativa y estructura poblacional. *Interciencia* 38:719-725.
- QUIROGA-CARMONA, M., Y J. MOLINARI.** 2012. Description of a new shrew of the genus *Cryptotis* (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae) from the Sierra de Aroa, an isolated mountain range in northwestern Venezuela, with remarks on biogeography and conservation. *Zootaxa* 3441:1-20.
- QUIROGA-CARMONA, M.** 2013. Una nueva especie de musaraña del género *Cryptotis* (Soricomorpha: Soricidae) de la Serranía del Litoral en el norte de Venezuela. *Mastozoología Neotropical* 20:123-137.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., A. CASTILLO-MORALES, A. SALAME-MÉNDEZ, Y A. CASTRO-CAMPILLO.** 2004. Características morfológicas y morfométricas de cinco especies de *Cryptotis* (Mammalia: Soricomorpha). *Acta Zoológica Mexicana* 20:9-37.
- SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J., Y D. LEW.** 2012. Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 173-174:173-238.
- WOODMAN, N.** 2002. A new species of small-eared shrew from Colombia and Venezuela (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae: Genus *Cryptotis*). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115:249-272.
- WOODMAN, N.** 2003. A new small-eared shrew of the *Cryptotis nigrescens*-group from Colombia (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116:853-872.
- WOODMAN, N.** 2011. Patterns of morphological variation amongst semifossorial shrews in the highlands of Guatemala, with the description of a new species (Mammalia, Soricomorpha, Soricidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 163:1267-1288.

- WOODMAN, N., y R. M. TIMM.** 1993. Intraspecific and interspecific variation in the *Cryptotis nigrescens* species complex of small-eared shrews (Insectivora: Soricidae), with the description of a new species from Colombia. *Fieldiana Zoology* 1452:1-30.
- WOODMAN, N., y R. M. TIMM.** 1999. Geographic variation and evolutionary relationships among broad-clawed shrew of the *Cryptotis goldmani*-group (Mammalia: Insectivora: Soricidae). *Fieldiana Zoology* 91:1-35.
- WOODMAN, N., C. A. CUARTAS-CALLE, y C. A. DELGADO-V.** 2003. The humerus of *Cryptotis colombiana* and its bearing on the species' phylogenetic relationships (Soricomorpha: Soricidae). *Journal of Mammalogy* 84:832-839.

---

*Sometido: 29 de marzo de 2014*

*Revisado: 15 de junio de 2014*

*Aceptado: 26 de junio de 2014*

*Editor asociado: Sergio Solari*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

---

## Apéndice

Especímenes examinados:

*Cryptotis aroensis*: La Trampa del Tigre (10° 24' 11" N -68° 48' 01" O; 1,400-1,940 m), Sector El Silencio Parque Nacional Yurubí, Sierra de Aroa, Yaracuy (EBRG-29383 al 29389; MZUC-1010 al 1038).

*Cryptotis meridensis*: Mérida, Monte Zerpa, 6 Km N, Mérida, 2,162 m (MZUC-853 al 862).



# Características del hábitat del Manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en sistemas fluvio- lagunares del sur del Golfo de México

Darwin Jiménez-Domínguez<sup>1</sup> y León David Olivera-Gómez<sup>1\*</sup>

**Introduction:** Studying a species habitat is a tool for researchers and stake holders to find key ecological characteristics to be used in management actions. Freshwater systems comprises most of the habitat of Antillean manatees, however the habitat features of these systems are still poorly understood. The objective of this study was to explore habitat variables related most to the use of freshwater systems by the Antillean manatees on the low basin of Usumacinta river.

**Methods:** We built generalized linear models using data on presence/absence and from sightings, achieved by direct and indirect sources on 62 navigations, between March 2006 and November 2007. For the models we used four types of variables: biological, physical, anthropic and from landscape, all previously reported as important in the habitat use of Antillean manatee.

**Results:** In general, the area (Fig. 1) had warm and shallow waters (2 to 4 m) with low transparency; waters are mostly lentic except for secondary and main rivers; vegetation was mostly of bank grasses and shrubs and boat traffic was medium. From the 19 initial habitat variables evaluated here, the best presence-absence model included *transparency*, *distance to confluence* and *submerged vegetation* (tables 1 and 2). The best sightings model was built with *current* and *distance to streams* (tables 1 and 2).

**Discussion and conclusions:** On the study area, manatees use deeper lentic environments near to feeding areas, like streams or confluences, where they find shelter. Conectivity is important in the habitat of manatees, they could be using shallow lakes to feeding in times of the day not comprised in this study, but then traveled to deeper watercourses using confluences. Manatees have also been reported to use these environments in Central and South America. Along freshwater systems associated to Usumacinta River, manatee is still abundant, confirming this region as a key area for manatee conservation in México. Results of this study had been use to classify the region and to prioritize research and conservation actions in a landscape scale.

**Key words:** freshwater systems, Generalized Linear Models, habitat, México, Sirenians, Usumacinta River.

## Resumen

Conocer el hábitat de una especie ayuda a identificar características ecológicas clave para su manejo. Los sistemas fluvio-lagunares abarcan gran parte del hábitat del manatí Antillano. A pesar de esto, las características de su hábitat en estos sistemas aún son poco conocidas. El objetivo del presente trabajo fue explorar variables del hábitat relacionadas

<sup>1</sup>División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Cárdenas Km. 0.5 S/N entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa 86039, Tabasco, México. E-mail: leon\_olivera@yahoo.com.mx (LDOG), darwin.oikos@gmail.com (DJD).

\*Corresponding author

con el uso de sistemas fluvio-lagunares por el manatí Antillano en la cuenca baja del río Usumacinta. Se construyeron modelos lineales generalizados utilizando datos de presencia-ausencia y número de avistamientos en puntos a lo largo de 62 navegaciones entre marzo de 2006 y noviembre de 2007. Para los modelos se utilizaron variables biológicas, físicas, antrópicas y de paisaje, reportadas previamente como importantes en el uso de hábitat del manatí Antillano. En general, el área de estudio comprende aguas tropicales, someras (2 a 4 m), con baja transparencia y en su mayoría lénticas.

La vegetación dominante son pastos y arbustos de orilla y el tráfico de embarcaciones es de mediana intensidad. El mejor modelo de presencia/ausencia se construyó con transparencia, distancia a confluencias y vegetación sumergida; el mejor modelo de avistamientos se construyó con corriente y distancia a arroyos. Los manatíes utilizan ambientes lénticos cercanos a áreas de alimentación, con mayor profundidad, como arroyos y confluencias, donde encuentran refugio. La conectividad es un elemento importante del hábitat del manatí Antillano. Los resultados servirán para clasificar la región y priorizar esfuerzos de investigación y conservación, a escala de paisaje.

**Palabras clave:** hábitat, México, Modelos Lineales Generalizados, Río Usumacinta, Sirenios.

## Introducción

El hábitat del manatí Antillano (*Trichechus manatus manatus*) se compone de una gran diversidad de ambientes, tales como lagunas continentales, ríos, arroyos, zonas inundables, zonas costeras y estuarios (Lefebvre *et al.* 2001). En estos ambientes destacan como variables significativas del hábitat la cercanía a fuentes de agua dulce (Olivera-Gómez y Mellink 2005), la influencia de la disponibilidad de alimento (Axis-Arroyo *et al.* 1998), la preferencia de zonas someras cercanas a otras más profundas (Olivera-Gómez y Mellink 2005; Morales-Vela *et al.* 2000) y zonas con baja o nula actividad antrópica (Ortega 1997).

Algunas de las características más importantes del hábitat del manatí en sistemas de agua dulce, son la presencia de cursos de agua interconectados, con abundante vegetación acuática, aguas tropicales y transparentes y alta cobertura arbórea en las riberas, notándose una preferencia hacia el uso de lagunas amplias (Bermúdez *et al.* 2004; Jiménez 2005). Jiménez (2005) propuso un modelo general de las características del hábitat para cursos de agua dulce en Centroamérica; sin embargo, esta área no es representativa de la gran complejidad de los sistemas tropicales de agua dulce donde se encuentra al manatí.

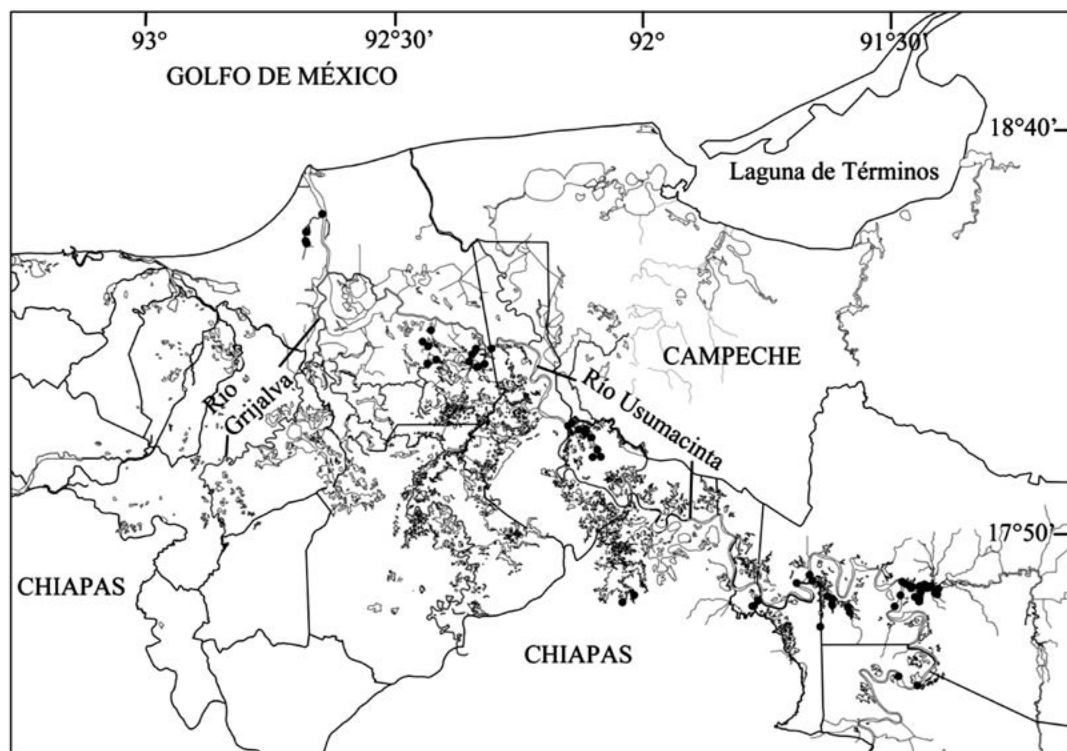
En el sur del Golfo de México, las cuencas bajas de los ríos Grijalva y Usumacinta forman una planicie de inundación extensa y compleja, donde los manatíes se consideran abundantes (Colmenero y Hoz 1986; Álvarez *et al.* 1988). Esta extensa región brinda una oportunidad para seguir definiendo el hábitat del manatí, debido a su complejidad y dinámica hidrológica, la cual puede influir significativamente en el uso de hábitat por el manatí.

El objetivo de este estudio fue caracterizar y determinar la importancia de variables del hábitat relacionadas con el uso por parte del manatí de los sistemas fluvio-lagunares del sur del Golfo de México, principalmente en la cuenca baja del río Usumacinta,

con el fin de afinar la información sobre el hábitat de esta especie en sistemas de agua dulce. Esta información permitirá conocer mejor a los manatíes en una de sus zonas prioritarias, contar con mayores criterios que apoyen los planes de conservación y manejo y optimizar recursos y esfuerzos de investigaciones futuras.

## Material y Métodos

Se trabajó en la cuenca baja del río Usumacinta y parte del río Grijalva, en el sur del Golfo de México ( $18^{\circ} 36'$  a  $17^{\circ} 29'$  N,  $-91^{\circ} 11'$  a  $-92^{\circ} 46'$  W; Fig. 1), en la provincia fisiográfica de la planicie costera del Golfo de México (Toledo 2002). El clima en la región es cálido-húmedo, con una temperatura media anual de  $27^{\circ}\text{C}$  y una precipitación anual de 2,700 mm. La temporada de lluvias ocurre de finales de junio a febrero, y la temporada de sequías va de marzo a junio. En la estación lluviosa las tormentas y ciclones tropicales generan lluvias intensas que provocan desbordamiento de ríos y la consecuente inundación de zonas adyacentes. Existen alrededor de 12,312 Ha de lagunas permanentes y 9,256 Ha de lagunas temporales en la región de estudio (Rodríguez 2002). Estos cuerpos de agua se encuentran conectados por arroyos y ríos secundarios, afluentes de los ríos Usumacinta y Grijalva.



**Figura 1.** Área de estudio situada en el sur del Golfo de México, sobre las cuencas bajas de los ríos Usumacinta y Grijalva. Los círculos negros son localidades donde se realizaron los registros de ocurrencia de manatíes y de las variables del hábitat evaluadas.

En esta cuenca existe la mayor diversidad de plantas asociadas a ambientes acuáticos de Mesoamérica, alrededor de 158 especies, que cubren aproximadamente 323,140 Ha en la región (Novelo 2006). Mientras que la vegetación arbustiva y arbórea que integran la selva baja y mediana inundable cubren aproximadamente 52,600 Ha (Romero *et al.* 2000; Anónimo 2006; Novelo 2006).

Entre marzo de 2006 y octubre de 2007, se realizaron 62 navegaciones de 1 km de largo cada una, para caracterizar 19 variables del hábitat que pudieran estar relacionadas

con el uso que el manatí hace de los sistemas fluvio lagunares (SFL). Se usó una lancha de fibra de vidrio de 6 m de eslora con motor fuera de borda de 15 a 40 HP. Las navegaciones se realizaron sobre cinco diferentes tipos de ambientes, seleccionados de acuerdo con los sitios donde se reporta la presencia o ausencia de la especie en el área de estudio (Colmenero y Hoz 1986; Arriaga y Contreras 1993) y de informes obtenidos en entrevistas a pobladores de la región (Guzmán-Nieto 2008). Los ambientes acuáticos recorridos fueron: a) el río principal, que se caracteriza por tener velocidad de corriente alta, un ancho mayor a 100 m y profundidad promedio mayor a 5 m; b) ríos secundarios, tributarios de ancho menor a 100 m y conectados al río principal; c) arroyos: cursos de agua (incluyendo canales artificiales) de ancho menor a 50 m, que conectan lagunas con ríos secundarios; d) lagunas, cuerpos de agua extensos generalmente conectados a los ríos por medio de arroyos; e) confluencias, áreas de intersección de cuerpos de agua, generalmente lugares donde vierten sus aguas los ríos secundarios y arroyos hacia el río principal.

Se navegó una vez por sitio a una velocidad promedio de 10 km/h, y a una distancia de 20 m, paralelo a la ribera de los cuerpos de agua. En caso de arroyos estrechos, éstos se recorrieron por el centro. La tripulación consistió de tres a cuatro observadores con experiencia en el reconocimiento de rastros de manatíes.

*Variables del hábitat.* Se consideraron cuatro tipos de variables ambientales: biológicas, físicas, antrópicas y de paisaje, reconocidas como determinantes en el uso del hábitat del manatí Antillano (Axis-Arroyo *et al.* 1998; Bermúdez *et al.* 2004; Jiménez 2005; Olivera-Gómez y Mellink 2005). Como variable biológica se consideró: la cobertura de vegetación, relacionada con la disponibilidad de alimento. Esta cobertura se subdividió en cuatro tipos: vegetación de ribera (VR), que son pastos, especies arbustivas y arbóreas que se encuentran a orillas de los cuerpos de agua; vegetación flotante (VF), plantas que flotan libremente sobre la superficie del agua y sólo sus raíces se encuentran sumergidas; vegetación emergente (VE), definida como la vegetación enraizada en el fondo de cuerpos de agua y que gran parte de sus hojas y estructuras florales sobresalen del agua; vegetación sumergida (VS), es la vegetación que se encuentra enraizada en el fondo y que toda su estructura vegetal está sumergida. También se incluyó a la vegetación de ribera que queda sumergida durante la época de inundaciones, como algunos pastos y plantas herbáceas que toleran esta condición.

Se estimó la cobertura de cada tipo de vegetación mediante inspección visual, en puntos al azar en las navegaciones y en los sitios donde se avistaron animales o se reportó su presencia, clasificándolas en las siguientes categorías de cobertura: [1] 1-25 %, [2] 26-50 %, [3] 51-75 % y del [4] 76-100 %. Los tipos de vegetación se incluyeron en una variable compuesta denominada suma de vegetación (SV), calculada mediante la suma de cada valor por categoría asignado a cada tipo de vegetación dentro del segmento muestreado, la cual se exploró en el modelo de forma independiente a las otras variables de vegetación.

Las variables físicas medidas fueron: temperatura del agua (T<sub>mp</sub>), y la profundidad a diferentes distancias de la orilla: 5 m (P5m), 10 m (P10m) y 15m (P15m), medidas con ayuda de una ecosonda con sensor de temperatura y profundidad (Humminbird® 387c SI). La transparencia del agua (Trs) a 10 m de la orilla con ayuda del disco de Secchi y

la velocidad de la corriente (VC) mediante una tarjeta de deriva, asignando los valores obtenidos dentro de cinco categorías: [0] 0m/s, [1] 0.01-0.25 m/s, [2] 0.26-0.50 m/s, [3] 0.51-0.75 m/s y [4] 0.76-1.00 m/s.

La variable antrópica que se consideró fue el tráfico de embarcaciones (Trf), siguiendo el método utilizado por Jiménez (2005) mediante entrevistas a pobladores locales y a observaciones en campo, clasificándolo de acuerdo a su intensidad en el sitio en alguna de las siguientes categorías: [1] tráfico alto: rutas habituales de transporte, [2] tráfico medio: rutas marginales y áreas de pesca habitual, [3] tráfico bajo: áreas inaccesibles a las embarcaciones con motor o raramente visitadas. El tráfico de embarcaciones varía según la época de año, por lo que se registró en cada muestreo para asociarlo con las observaciones de manatíes.

Respecto a las variables de paisaje, se evaluó la distancia a los distintos ambientes desde los sitios de muestreo, midiendo la distancia a un arroyo (DA), río principal (DRP), río secundario (DRS), laguna (DL) y confluencia (DC), así como el nivel de conectividad con otro tipo de ambiente (NC). También se midió el ancho del curso de agua (ACA) como una medida de la dimensión de los cuerpos de agua. El NC se avaluó en categorías, mediante el siguiente criterio: [1] sin conexión a otro tipo de ambiente dentro de un radio de 10 km; [2] conexión con un tipo de ambiente en un radio de 10 km; [3] conexión con dos tipos de ambientes dentro de un radio de 10 km; [4] conexión con tres tipos de ambiente en un radio de 10 km; [5] conexión con 4 tipos de ambientes dentro de un radio de 10 km. Estas variables se estimaron utilizando ortofotos digitales escala 1:75,000 del año 2000 procesadas en el sistema de información geográfica ArcWiew 3.3 (ESRI Inc., 2002). En caso de que el ancho de un cuerpo de agua fuera menor a 100 m, este se medía *in situ* con ayuda de un medidor laser de distancias digital (TruPulse 200, Laser Technology, Inc).

*Registro de uso por el manatí.* En las navegaciones de muestreo de las características del hábitat, se registró información sobre la presencia o ausencia de manatíes y número de avistamientos (Fig.1). Para el registro de la presencia del manatí se utilizaron métodos de registro directo e indirecto. Los registros directos consistieron en avistamientos de manatíes obtenidos por el grupo de observadores en campo, apoyados además de una ecosonda (Humminbird® 987c SI) con imagen de barrido lateral para ubicar manatíes que estuvieran sumergidos y no fueran visibles para los observadores (González-Socoloske *et al.* 2009; González-Socoloske y Olivera-Gómez 2012). Además, en un punto fijo a lo largo de los segmentos se realizaron observaciones por medio de barrido visual con ayuda de binoculares por espacio de 30 a 60 min con el fin de detectar la presencia de manatíes en el sitio, tomando nota del número de manatíes observados.

Se consideraron como evidencias indirectas del uso de los diferentes ambientes por el manatí los rasgos o indicios que comprobaran la presencia del manatí en el área, tales como heces y vegetación con signos de forrajeo (Castelblanco *et al.* 2009). Así mismo, se consideró como registro indirecto el reporte de avistamientos de habitantes de la región que desarrollan alguna actividad relacionada con los cuerpos de agua que fueran confirmados por al menos dos personas de manera independiente (Bermúdez *et al.* 2004; Jiménez 2005).

*Análisis estadístico.* Se realizó un análisis exploratorio construyendo una matriz de correlaciones de Spearman entre pares de variables consideradas, para excluir variables correlacionadas. Para explorar la importancia de las variables del hábitat en modelos de uso de los sistemas fluvio-lagunares por el manatí, se construyeron modelos lineales generalizados (MLG), los cuales son extensiones matemáticas de modelos lineales, que utilizan una función de enlace para inducir linealidad entre la variable de respuesta y las variables predictoras, que incorporan la variación no constante directamente en el análisis y restringen la respuesta dentro de un rango específico (Redfern *et al.* 2006).

Estos modelos han sido utilizados anteriormente para modelar el uso de hábitat de manatíes en Centroamérica y el Caribe (Jiménez 2005; Olivera-Gómez y Mellink 2005), también se han usado para evaluar el uso de hábitat y distribución de otros mamíferos acuáticos como pinnípedos y cetáceos con fines de conservación y manejo (Redfern *et al.* 2006). Los MLG tienen la habilidad de manejar una gran clase de distribuciones de probabilidad para la variable de respuesta, tales como la distribución normal, binomial, Poisson, binomial negativa o gama, muchas de las cuales ajustan mejor las estructuras de error no normal de los datos ecológicos, las cuales pueden ser pobremente representadas por la clásica distribución Gausiana (Guisan *et al.* 2002; Jiménez 2005; Olivera-Gómez y Mellink 2005).

Los datos bivariados de *presencia-ausencia* se modelaron con una Regresión logística, mientras que para los datos de conteos se utilizó la Regresión de Poisson. Se evaluaron distintos modelos con combinaciones de las variables del hábitat mediante el método de selección por pasos (stepwise) hacia delante y hacia atrás, decidiendo mantener o excluir alguna variable específica mediante el contraste de la verosimilitud. Aunado a esto, para elegir los mejores modelos se utilizó el peso del Criterio de Información de Akaike corregido para pequeñas muestras (AICc), el cuál es un criterio de información teórica que nos permite identificar los modelos de máxima parsimonia con suficientes parámetros para describir la estructura de los datos sin sobreparametrización y pérdida de precisión (Burnham y Anderson 2002). Los análisis se realizaron con el programa SPSS 15.0 (SPSS Inc., 2006. Chicago, Ill, USA).

## Resultados

*Variables del hábitat.* De manera general, el área presenta aguas cálidas, con una baja transparencia y con profundidades promedio de dos a cuatro metros. La velocidad de corriente prácticamente es nula en la mayoría de los cuerpos de agua, a excepción del río principal y ríos secundarios. El tipo de cobertura vegetal predominante es la vegetación de ribera, la cual cubre por lo menos un 75 % de los sitios muestreados, mientras que el tráfico de embarcaciones fue de mediana intensidad.

La profundidad a diferentes distancias y las variables de vegetación presentaron correlaciones significativas ( $P < 0.05$ ) por lo que en los modelos se utilizaron de manera independiente. La velocidad de corriente y la distancia al río principal estuvieron correlacionadas positiva o negativamente con la mayoría de las otras variables, por lo que no se modelaron en compañía de las otras variables.

*Modelo de presencia/ausencia.* Del universo de variables de hábitat evaluadas en este estudio, en los mejores modelos logísticos figuraron variables biológicas, físicas y de paisaje, quedando fuera la variable de tipo antrópico (Tabla 1). El mejor modelo seleccionado incluyó tres variables: *Transparencia del agua*, *Distancia a confluencias* y *Cobertura de vegetación sumergida* (Tabla 2). Al remover cualquiera de las variables incluidas, se produce un cambio significativo en el modelo final (*Transparencia*  $P = 0.041$ , *Distancia a confluencias*  $P = 0.001$  y *Vegetación sumergida*  $P = 0.004$ ), lo que respaldó su permanencia en el modelo final. Con este modelo se clasificaron correctamente el 82.3 % de los datos originales.

*Modelo de avistamientos.* En los mejores modelos de regresión de Poisson, las variables predictoras que se incluyeron correspondieron una variable física y una de paisaje (Tablas 1 y 2). Los modelos aquí generados sugieren una tendencia de los manatíes hacia el uso de ambientes con poca o nula corriente, cercanos a arroyos profundos. Adicionalmente, la presencia de vegetación y la cercanía a las confluencias resultaron ser variables importantes entre los mejores modelos alternativos (Tabla 1).

El modelo final presentó un buen ajuste, además se observó un efecto significativo al remover cualquiera de las variables del modelo (velocidad de corriente  $P = 0.001$ , distancia a arroyos  $P < 0.001$ ), por lo que la inclusión de éstas mejora sensiblemente la verosimilitud del modelo.

**Tabla 1.** Contraste de los mejores modelos del uso de hábitat por el manatí para datos de presencia-ausencia (regresión logística) y avistamientos (regresión de Poisson) en función de las variables del hábitat evaluadas en los sistemas fluvio lagunares del río Usumacinta. Para cada modelo se incluye el número de parámetros ( $k$ ), la devianza explicada del modelo ( $-2 \log L$ ), el Criterio de Información de Akaike ajustado para muestras pequeñas (AICc), la diferencia en AICc entre cada modelo propuesto y el modelo con el valor más bajo de AICc ( $\Delta AICc$ ) y los pesos ponderados de Akaike (AICc w).

Modelos y variables*	k	-2 Log L	AICc	$\Delta AICc$	AICc w
<b>Modelos de presencia/ausencia</b>					
Trns+DC+VS	5	42.84	53.91	0.00	0.36
DC+VS+NC+Trns	8	35.84	54.55	0.64	0.26
DC+VC	4	46.56	55.26	1.35	0.18
DC+VS+NC+Trns	9	34.89	56.35	2.44	0.11
DC+VS	7	41.52	57.60	3.69	0.06
<b>Modelos de Avistamientos</b>					
VCr+DA	6	218.50	232.03	0.00	0.94
VCr+DL	6	224.90	238.43	6.40	0.04
VCr+Trns	6	226.30	240.58	8.56	0.01
VCr+SV	12	210.72	241.09	9.07	0.01

\* DC, Distancia a confluencias; VS, Vegetación sumergida; Trns, Transparencia; NC, Nivel de Conectividad; P5, profundidad a 5 m de la orilla; VCr, Velocidad de corriente; DA, Distancia a arroyos; DL, Distancia a Lagunas; SV, Suma de vegetación.

## Discusión

Las poblaciones de manatí Antillano en todo su rango de distribución se consideran reductos de lo que en el pasado fueron poblaciones más abundantes, debido principalmente a la cacería de la que fueron objeto (Lefebvre *et al.* 2001), por lo que algunos sitios pueden ser hábitat para el manatí aunque no sean ocupados actualmente. El manatí se encuentra ampliamente distribuido en el área de estudio (Colmenero y

Hoz 1986; Arriaga y Contreras 1993) por lo que consideramos que los resultados de este trabajo pueden reflejar el uso del hábitat del manatí en sistemas dulceacuícolas tropicales.

Los sistemas fluvio-lagunares, como los que se presentan en el sureste de México y en muchos otros países donde se distribuye el manatí Antillano, son complejos y su descripción como hábitat de esta especie involucra la interacción de muchos factores de tipo físico, biológico, espacial y antrópico. De las diecinueve variables ambientales consideradas sólo seis de ellas (transparencia del agua, distancia a confluencias, porcentaje de vegetación sumergida, velocidad de corriente, distancia a arroyos y nivel de conectividad) se incluyeron en los mejores modelos de distribución del manatí en el área de estudio. La temperatura es una variable muy importante para explicar la distribución del manatí a escala mundial (Lefebvre *et al.* 2001). En la subespecie de Florida, que habita en las regiones más norteñas de la distribución de la especie, los manatíes se ven obligados a realizar movimientos invernales en búsqueda de aguas cálidas (Craig y Reynolds 2004). En sistemas tropicales la temperatura no parece ser un factor determinante (Bermúdez *et al.* 2004; Olivera-Gómez y Mellink 2005; Jiménez 2005; Montserrat *et al.* 2014).

La presencia de vegetación es una característica importante del hábitat del manatí, debido a que su dieta está dirigida principalmente a macrofitas (Marsh *et al.* 2011). En este estudio, la vegetación de ribera estuvo ampliamente disponible en toda el área de trabajo por lo que no se pudo definir su influencia como variable clasificatoria. La vegetación sumergida, sin embargo, sólo se encuentra en algunos sitios y esto pudo influir en el efecto significativo de esta variable en el modelo de presencia de manatíes, en especial en sitios con coberturas de 0 a 50%. Esta vegetación sumergida, estuvo altamente correlacionada con los registros de vegetación emergente y con la suma de vegetación total, por lo que simplemente la forma de la distribución de los datos de la vegetación sumergida es lo que probablemente la hizo participar de manera significativa en el modelo final.

Algunos autores mencionan que la transparencia del agua no es una variable que influye de manera importante en el uso de hábitat del manatí (Hartman 1979, Auil 2004); sin embargo, Jiménez (2005), la reporta como significativa para modelar la presencia de manatíes en cursos de agua dulce. Aunque esta variable no resultó significativa en nuestro modelo, parece tener un efecto aditivo con las demás variables, ya que al excluirla del modelo, el ajuste se reduce significativamente. La transparencia del agua estuvo correlacionada con la vegetación emergente y sumergida, por lo que indirectamente se relaciona con la productividad de plantas hidrófilas debido a que favorece procesos físicos y geoquímicos que participan en el crecimiento de estas plantas.

Los sistemas fluvio-lagunares contienen diferentes ambientes (ríos, arroyos, lagunas). Las observaciones empíricas indican que las actividades de los manatíes varían entre estos ambientes (Colmenero 1984; Colmenero 1985). Se piensa que una mayor diversidad de ambientes cercanos interconectados puede llenar diferentes necesidades para un manatí y propiciar una mayor ocupación (Hartman 1979; Reynolds 1981). El nivel de conectividad (NC), que es la variable con la que estimamos el grado de conexión entre ambientes, no se incluyó significativamente en el modelo final de presencia ausencia, aunque formó parte de modelos alternativos que se acercaron en el ajuste al modelo



final. Sin embargo, la distancia a confluencias (DC), es decir, donde se unen diferentes ambientes, fue una componente del modelo final y en el análisis exploratorio mostró correlación con el nivel de conectividad.

Los movimientos diurnos e intra-estacionales entre diferentes ambientes probablemente propician un mayor uso de las confluencias que los conectan. De acuerdo con otros autores y con nuestras observaciones en campo, los manatíes se mueven localmente de los ríos hacia las lagunas adyacentes y hacia zonas inundadas, influenciados por los pulsos de inundación (Colmenero 1984; Colmenero 1985), una vez que el nivel del agua comienza a descender, los manatíes se desplazan hacia diferentes sitios como arroyos, al río principal, a sitios de confluencia o ambientes con mayor profundidad, donde encuentran refugio, aunque con menor accesibilidad y diversidad de plantas (Colmenero 1984; Colmenero 1985; Arriaga y Contreras 1993).

Una característica de las confluencias es que se forman depresiones en el fondo por efecto de la erosión de la corriente formándose lo que localmente se conocen como “pozas” donde los manatíes pueden refugiarse y descansar. Aunque en este estudio no se evaluó a estas zonas como microambientes, los pescadores locales hacen referencia constante a estos sitios como áreas con mayor probabilidad de avistamiento de manatíes. Por otro lado, las pozas, incluso en áreas abiertas, han demostrado ser un elemento del hábitat ampliamente utilizado por los manatíes en costas y bahías del Caribe (Morales-Vela *et al.* 2000, Bacchus *et al.* 2007) y en Sudamérica (Castelblanco *et al.* 2009).

Con respecto a la velocidad de corriente, nuestros resultados coinciden con lo reportado por otros autores que evaluaron el uso de hábitat, ya que se ha observado una relación inversamente proporcional de esta variable con la presencia del manatí Antillano en ambientes de agua dulce de Centroamérica y la región de la Amazonia colombiana (Bermúdez *et al.* 2004; Jiménez 2005). La influencia de la corriente también se ha notado en estudios hechos en áreas abiertas estuarinas como la Bahía de Chetumal, en Quintana Roo, donde la protección contra el viento que genera corriente se relacionó positivamente con la presencia de manatíes (Axis-Arroyo *et al.* 1998). Adicionalmente, Gannon *et al.* (2007), sugieren que en Florida las hembras con cría prefieren ambientes que ofrezcan aguas tranquilas y con acceso a alimento. En este trabajo se observó frecuentemente hembras con cría en sitios con baja dinámica.

Para el modelo de avistamientos, la distancia a los arroyos, resultó importante, apoyando la hipótesis de que la disposición espacial de los diferentes tipos de ambientes influye en el uso del hábitat del manatí. Los arroyos conectan lagunas con ríos secundarios y principales, de hecho hubo correlación significativa entre la distancia a arroyos y la distancia a lagunas. Las lagunas propiamente, son un ambiente importante para los manatíes, debido a que típicamente presentan poca corriente, aunque probablemente, debido al tamaño de las unidades de muestreo y a que los arroyos son puntos obligados de acceso a las lagunas, su influencia no fue tan importante en la construcción de los modelos.

En trabajos donde se ha evaluado la distribución y uso de hábitat de fauna silvestre a través de un análisis multivariado basado en datos de avistamientos, se menciona la utilidad de este enfoque como herramienta para la toma de decisiones en la conservación y manejo de especies, principalmente de las que se tiene poca información, que son difíciles de estudiar en el campo y que son prioritarias para su conservación, como lo

es en este caso el manatí (Palma *et al.* 1999; Jiménez 2005; Redfern *et al.* 2006). Es importante, sin embargo, evaluar las características del hábitat en regiones fisiográfica y ecológicamente diferentes, así como considerar explícitamente la dinámica temporal en los modelos, para cubrir mejor el espectro de condiciones que enfrenta una especie y que nos permitan tener generalizaciones para muchas otras áreas donde es más difícil realizar una evaluación.

Variable*	Coefficiente	Chi <sup>2</sup> de Wald	gl	P
<b>Modelo de presencia/ausencia</b>				
DC	0.000	3.528	1	0.060
VS (1-25%)	0.000	10.505	3	0.015
VS (26-50%)	1.869	4.955	1	0.026
VS (51-75%)	1.242	0.993	1	0.319
VS (76-100%)	-0.776	0.377	1	0.539
Trns	-0.022	3.665	1	0.056
<b>Modelo de avistamientos</b>				
DA	0.000	10.138	1	0.001
VC (0 m/s)	0.843	31.285	1	0.001
VC (0.1- 0.25 m/s)	0.977	13.609	1	0.001
VC (0.26- 0.50 m/s)	0.203	0.147	1	0.071
VC (0.51- 0.75 m/s)	0.793	1.828	1	0.176
VC (0.76 – 1.00 m/s)	0.505	0.249	1	0.618

\* DC, Distancia a confluencias; VS, Vegetación sumergida; Trns, Transparencia; VC, Velocidad de corriente; DA, Distancia a arroyos.

**Tabla 2.** Detalle de las variables incluidas en los modelos final de regresión logística para los datos de presencia-ausencia y de regresión de Poisson para datos de avistamientos de manatíes en los sistemas fluvio lagunares del río Usumacinta.

Jiménez (2005) desarrolló modelos de hábitat para predecir la presencia del manatí en sistemas de agua dulce de Costa Rica, teniendo resultados positivos al generar modelos con un buen nivel de predicción de la presencia del manatí en la zona, aunque reconoce que sus observaciones aplican a cursos de agua cercanos a la costa. Axis-Arroyo *et al.* (1998), Olivera-Gómez y Mellink (2005) y Montserrat *et al.* (2014) evaluaron lagunas costeras con condiciones estuarinas y Reid *et al.* (2001) y Provancha y Hall (1991) trabajaron en zonas marinas costeras. Los complejos sistemas fluvio-lagunares, más alejados de la costa, evaluados en este estudio constituyen otro tipo de ambiente ecológico, muy característico de los sitios donde se distribuye la especie en México y Sudamérica.

La presencia de grandes ríos sobre planicies bajas de inundación es una condición importante que propicia el desarrollo de poblaciones importantes de manatíes como se nota al analizar la distribución de la especie (Lefebvre *et al.* 2001). Los ríos principales actúan como corredores para el desplazamiento de individuos, pero son los sistemas adyacentes los que soportan el establecimiento de las poblaciones. Adentro de estos sistemas la transparencia aumenta, la corriente disminuye y la vegetación se hace más densa y diversa (Hernández-Velázquez 2008). Los manatíes aprovechan la heterogeneidad que le proporciona la diversidad de ambientes dentro de los sistemas fluvio-lagunares (zonas inundables, lagunas, arroyos, ríos secundarios) como es notorio en los modelos obtenidos en este estudio.

Por esta razón es importante mantener la conectividad en estos sistemas, por una parte para no provocar el aislamiento de poblaciones y permitir el flujo génico (Sauders *et al.* 1991, García-Rodríguez *et al.* 1998; Bazzalo *et al.* 2008) y por el otro para asegurar la amplia gama de recursos y condiciones que le proporciona un sistema heterogéneo

a los manatíes, favoreciendo el establecimiento de poblaciones saludables. Esto no es fácil, ya que se considera que aunque la disminución fuerte de las poblaciones de manatíes en México y en el resto de su rango de distribución se debe a la cacería intensiva a la que estuvo sujeta en el siglo pasado (Guichard *et al.* 2001; Anónimo 2002), la presión sobre el hábitat es ahora el principal problema de conservación (Anónimo 2002; SEMARNAT/CONANP 2010). El establecimiento de la industria de extracción de hidrocarburos, la deforestación y actividades agropecuarias, el desvío de los cauces de ríos y arroyos, desecación de lagunas, la colocación de redes a lo ancho de algunos ríos secundarios y arroyos, son problemas que enfrenta la especie donde se llevó a cabo el presente y muchos de ellos son comunes a otros sitios donde se distribuye la especie (González-Sokoloske *et al.* 2007).

La información generada provee mayores herramientas para el manejo del manatí en una escala de paisaje regional con un enfoque adaptativo, ayudando a la clasificación del hábitat en la región. Es necesario que la conservación y manejo de manatíes se incluya como parte activa en la conservación y manejo de los ecosistemas acuáticos de la cuenca baja de los Ríos Usumacinta y Grijalva, al ser un buen ejemplo de la aclimatación regional de muchas especies a los pulsos de inundación y un indicador de la degradación de los sistemas acuáticos.

## Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental SEMARNAT-2004-C01-00385. Agradecemos a los voluntarios del proyecto manatí-UJAT, pescadores de la región, a las autoridades locales del municipio de Balancán, Tabasco y al Instituto de Historia Natural de Chiapas por las facilidades y apoyo logístico otorgado para el trabajo de campo. En especial agradecemos a M. Hidalgo y a B. Morales por sus sugerencias al presente manuscrito.

## Literatura citada

- ÁLVAREZ, C., A. AGUAYO, Y L. JHONSON. 1988. Observaciones sobre el manatí *Trichechus manatus* en la región media del Usumacinta, Tabasco. Pp. 617-624 en Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva, Chávez-Lomelí, M. O., ed. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos, División Regional Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, México.
- ANÓNIMO. 2002. Proyecto de conservación, recuperación y manejo del manatí, *Trichechus manatus manatus*, en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/Preps/Proyecto-Manati.pdf>; última consulta: 26.IV.2014.
- ANÓNIMO. 2006. Anuario estadístico del estado de Tabasco. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Ciudad de México, México.
- ARRIAGA, S., Y W. CONTRERAS. 1993. El manatí (*Trichechus manatus*) en Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas. Villahermosa, México.

- AUIL, N. E.** 2004. Abundance and distribution trends of the West Indian manatee in the coastal zone of Belize: implications for conservation. Master in Science Thesis. Texas A&M University. Nagle Hall, EE.UU.
- AXIS-ARROYO, J., B. MORALES-VELA, D. TORRUCO-GÓMEZ, Y M. VEGA-CENDEJAS.** 1998. Variables asociadas con el uso de hábitat del manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), en Quintana Roo, México (Mammalia). *Revista de Biología Tropical* 46:791-803.
- BACCHUS, M., S. G. DUNBAR, Y C. SELF-SULLIVAN.** 2007. Characterization of Resting Holes and Their Use by the Antillean Manatee (*Trichechus manatus manatus*) in the Drowned Cayes, Belize. *Aquatic Mammals* 35:62-71.
- BAZZALO, M., P. FLORES, Y M. G. PEREIRA.** 2008. Uso de hábitat y principales comportamientos del delfín gris (*Sotalia guianensis*, Van Bénéden, 1864) en la Bahía Norte, estado de Santa Catarina, Brasil. *Mastozoología Neotropical* 15:9-22.
- BERMÚDEZ, A. L., D. N., CASTELLBLANCO, Y F. TRUJILLO.** 2004. Patrones de presencia y uso diferencial del hábitat de *Trichechus manatus manatus* en el Río Orinoco dentro de la zona de influencia de Puerto Carreño, Vichada. Pp. 133-158 en *Estudios de fauna silvestre en ecosistemas acuáticos en la Orinoquia Colombiana* (Diazgranados, M., y F. Trujillo, eds). Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo, Departamento de Ecología y desarrollo, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- BURNHAM, K., Y D. R. ANDERSON.** 2002. Model selection and multimodel inference. Springer. New York, EE.UU.
- CASTELLBLANCO, D. N., A. L. BERMÚDEZ, A. V. GÓMEZ, F. C. WEBER, F. TRUJILLO, Y E. ZERDA.** 2009. Seasonality of habitat use, mortality and reproduction of the Vulnerable Antillean manatee *Trichechus manatus manatus* in the Orinoco River, Colombia: implications for conservation. *Oryx*, 43:235–242
- COLMENERO, L. C.** 1984. Nuevos registros del manatí (*Trichechus manatus*) en el sureste de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 54:243-254.
- COLMENERO, L. C.** 1985. Aspectos de la ecología y comportamiento de una colonia de manatíes (*Trichechus manatus*) en el municipio de Emiliano Zapata, Tabasco. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 56: 589-602.
- COLMENERO L. C., Y M. E. HOZ.** 1986. Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 56:955–1020.
- CRAIG, B., Y J. E. REYNOLDS.** 2004. Determination of manatee population trends along the Atlantic coast of Florida using a bayesian approach with temperature-adjusted aerial survey data. *Marine Mammals Science* 20:386-400.
- GANNON, J.G., K.M. SCOLARDI, J. E. REYNOLDS, J. K. KOELSCH, Y T. J. KESSENICH.** 2007. Habitat selection by manatees in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammals Science* 23:133–143.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, A. I., B. W. BOWEN, D. DOMNING, A. A. MIGNUCCI-GIANNONI, M. MARMONTEL, R. A. MONTOYA-OSPINA, B. MORALES-VELA, M. RUDIN, R. K. BONDE, Y P. M. MCGUIRE.** 1998. Phylogeography of the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*): How many populations and how many taxa? *Molecular Ecology* 7:1137-1149.

- GONZÁLEZ-SOLOSKE, D., L. D. OLIVERA-GÓMEZ, Y E. QUINTANA-RIZZO.** 2007. Primer simposio para la biología y la conservación del manatí Antillano (*Trichechus manatus manatus*) en Mesoamérica. *Mesoamericana* 11:1-10.
- GONZÁLEZ-SOLOSKE, D., L. D. OLIVERA-GÓMEZ, Y R. E. FORD.** 2009. Detection of free-ranging West Indian manatees (*Trichechus manatus*) with side-scan sonar. *Endangered Species Research* 8:249-257.
- GONZÁLEZ-SOLOSKE, D., Y L. D. OLIVERA-GÓMEZ.** 2012. Gentle Giants in Dark Waters: Using Side-Scan Sonar for Manatee Research. *The Open Remote Sensing Journal* 5:1-14.
- GUICHARD, C, S. ELLIS, Y. MATAMOROS Y U. SEAL.** 2001. Análisis de la viabilidad poblacional y del hábitat del manatí en México. Informe, Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN) Apple Valley, Mn. Disponible en: [www.cbsg.org/cbsg/workshopsreports/23/manateephva2002.pdf](http://www.cbsg.org/cbsg/workshopsreports/23/manateephva2002.pdf); última consulta 26/IV/2014.
- GUISAN, A., T. C. EDWARDS, Y T. HASTIE.** 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling* 157:89-100.
- GUZMÁN-NIETO, J. E.** 2008. Conocimiento y apreciación del manatí y su relación con la calidad del hábitat en la cuenca del río Usumacinta. Tesis. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, México.
- HARTMAN, D. S.** 1979. Ecology and behavior of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. *The American Society of Mammalogist Special Publication* 5. Pittsburgh, EE. UU.
- HERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ, J. A.** 2008. Caracterización y evaluación del hábitat de la tortuga blanca *Dermatemys mawii* en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. Tesis. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, México.
- JIMÉNEZ, I.** 2005. Development of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. *Biological Conservation* 125:491-503.
- LEFEBVRE, L., M. MARMONTEL, J. P. REID, G. B. RATHBUN, Y D. P. DOMNING.** 2001. Status and biogeography of the west Indian Manatee. Pp. 425-474. en *Biogeography of the West Indies, patterns and perspectives* (Woods, C. A., y F. E. Sergile, eds). CRC. Boca Raton, EE.UU.
- MARSH, H., T. J. O'SHEA, Y J. E. REYNOLDS III.** 2011. Ecology and Conservation of the Sirenia, Dugongs and Manatees. *Conservation Biology* 8, Cambridge University Press. New York, EE. UU.
- MONTERRAT M., M. A. VEGA-CENDEJAS Y B. MORALES-VELA.** 2014. Ecological distribution of manatee in Bahía de la Ascensión, Mexico. *Marine Mammal Science* DOI: 10.1111/mms.12127.
- MORALES-VELA, B., L. D. OLIVERA-GÓMEZ, J. REYNOLDS, Y G. B. RATHBUN.** 2000. Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, Mexico. *Biological Conservation* 95:67-75.
- NOVELO, L. A.** 2006. Plantas acuáticas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable*, Ciudad de México, México.
- OLIVERA-GÓMEZ, L. D., Y E. MELLINK.** 2005. Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus*

- m. manatus*) as a function of habitat characteristics in Bahía de Chetumal, Mexico. *Biological Conservation* 121:127-133.
- ORTEGA, A.** 1997. Uso de caletas y cenotes por el manatí del Caribe *Trichechus manatus* y el impacto del turismo en Quintana Roo, México. Tesis. Universidad Veracruzana. Xalapa, México.
- PALMA, L., P. BEJA, Y M. RODRÍGUEZ.** 1999. The use of sighting data to analyze Iberian lynx habitat and distribution. *Journal of Applied Ecology* 36:812-824.
- PROVANCHA, J. A., Y C. R. HALL.** 1991. Observations of associations between seagrass beds and manatees in East Central Florida. *Biological Sciences* 54:87-98.
- REDFERN, J. V., M. C. FERGUSON, M. A. BECKER, K. D. HYRENBACH, C. GOOD, J. BARLOW, K. KASCHNER, M. F. BAUMGARTNER, K. A. FORNEY, L. T. BALANCE, P. FAUCHALD, P. HALPIN, T. HAMAZAKI, A.J. PERSHING, S. QIAN, A. READ, S. B. REILLY, L. TORRES, Y F. WERNER.** 2006. Techniques for cetacean-habitat modeling. *Marine Ecology Progress Series* 310:271-295.
- REID, J. P., D. EASTON, Y W. J. KENWORTHY.** 2001. Manatee and seagrass habitat characterization in Puerto Rico. Report to Department of the Navy, U.S Naval Station Roosevelt Roads and Sirenia Project, U. S. Geological Survey. Biological Resources Division.
- REYNOLDS, J. E.** 1981. Aspects of the social behavior and herd structure of a semi-isolated colony of West Indian manatees, *Trichechus manatus*. *Mammalian* 45:431-451.
- RODRÍGUEZ, E.** 2002. Las lagunas continentales de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. Villahermosa, México.
- ROMERO, J. C., M. A. GARCÍA, J. C. A. BAUTISTA, Y A. P. H. PÉREZ.** 2000. Caracterización de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia*. 15:15-28.
- SAUDERS, D. A., R. J. HOBBS, Y C. R. MARGULIS.** 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5:18-32.
- SEMARNAT/CONANP.** 2010. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Manatí (*Trichechus manatus manatus*). Compilado por: Olivera Gómez, L. D., A. Ortega-Argueta, B. Morales Vela, y L. C. Colmenero Rolón. Ciudad de México, México.
- TOLEDO, A.** 2002. Ríos, costas y mares, Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México. INE-SEMARNAT. Ciudad de México, México.

---

*Sometido: 20 de enero de 2014*

*Revisado: 15 de marzo de 2014*

*Aceptado: 20 de abril de 2014*

*Editor asociado: Sergio Ticul Álvarez-Castañeda*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*

# Roedores y murciélagos en espacios verdes en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

Antonio García-Méndez<sup>1</sup>, Consuelo Lorenzo<sup>1\*</sup>,  
Luis-Bernardo Vazquez<sup>1</sup> y Rafael Reyna-Hurtado<sup>2</sup>

**Introduction:** The demands of space for housing, industrial, commercial, and recreation space, are increasing as the human population continues to focus on urban areas. This implies an increase and constant degradation of natural environments. Despite the negative effect that the urban areas have on the biodiversity, these can be considered as important areas for the conservation of native flora and fauna. This is because urban areas have different types of land uses, where green spaces, represent an important component for the conservation of biological diversity. This study estimated the richness and abundance of rodents and bats in urban and non-urban green spaces in the city of San Cristobal de Las Casas (SCLC), Chiapas, Mexico. Given the great variety of types of green space in an urban area, the richness and abundance of rodents and bats in these areas will depend on the characteristics of the vegetation (richness and abundance of vegetal species) and the formation of the surrounding matrix (types of uses of soil around the green space).

**Methods:** This study was conducted in 10 sites with presence of green spaces in the urban area and the periphery of SCLC. The rodents and bats were captured monthly from March to August 2013, for three consecutive nights per site. We compared the richness of species, relative abundance and diversity index between urban and non-urban green spaces.

**Results:** There were a total of 12 species and 108 individuals, belonging to three families, Muridae, Phyllostomidae, and Vespertilionidae. In the non-urban green spaces were captured 55 individuals of four species of native rodents, and 19 individuals of three species of bats. In the urban green spaces were captured 11 individuals of three species of rodents (a species was native), and 23 individuals of four species of bats. For the richness of species of mammals, the correlation analysis showed very low values of relationship regarding to the independent variables.

**Discussion and conclusions:** The number of species recorded in this study in the two groups of green spaces (urban and non-urban), show that these spaces can hold more than 40% of the total number of species recorded for the municipality of San Cristóbal de Las Casas. The capture of larger number of individuals of species of native rodents in the non-urban green spaces may be that in these areas there is greater availability of resources such as food, shelter and breeding sites, since these sites are part of a remnant of forest. In the case of bats, there were not significant differences in their diversity between urban and non-urban green spaces. This study found that the urban and non-urban green spaces in the interior and periphery of the city of SCLC, are important for the native fauna of rodents and bats. In this way, preserving green areas on the periphery of an urban landscape is decisive for the conservation of the native fauna of the region, since they are reservoirs of their diversity.

**Key words:** bats, biodiversity, conservation, green spaces, mammals, rodents, urban areas.

<sup>1</sup>El Colegio de La Frontera Sur, Unidad San Cristóbal. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio de María Auxiliadora. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 29290, México. E-mail: antgarcia@ecosur.edu.mx (AGM), clorenzo@ecosur.mx (CL), lbvazquez@ecosur.mx (LBVH).

<sup>2</sup>El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche. Av. Rancho Polígono 2-A, Colonia Ciudad Industrial. Lerma Campeche, Campeche, 24500, México. E-mail: rreyna@ecosur.mx (RRH).

\*Corresponding author

## Resumen

A medida que la población humana continúa concentrándose en las zonas urbanas, se incrementan las demandas de espacios para viviendas, espacio industrial, comercial y de recreación, lo cual implica un deterioro constante en el ambiente y un aumento de los espacios verdes. En general, los espacios verdes en las zonas urbanas pueden servir como áreas de conservación de la flora y fauna nativa. Se estimó la riqueza y abundancia de roedores y murciélagos en espacios verdes urbanos y no urbanos, en la ciudad de San Cristóbal de Las Casas (SCLC), Chiapas, México. Se capturaron roedores y murciélagos en 10 espacios verdes distribuidos en el interior y periferia de la ciudad, los cuales se agruparon en urbanos y no urbanos. Se registraron un total de 108 individuos correspondientes a 12 especies pertenecientes a tres familias, Muridae, Phyllostomidae y Vespertilionidae. En los espacios verdes no urbanos se capturaron 55 individuos de cuatro especies de roedores nativos y 19 individuos pertenecientes a tres especies de murciélagos. En los espacios verdes urbanos, se capturaron 11 individuos de tres especies de roedores (una especie fue nativa) y 23 individuos de cuatro especies de murciélagos. Se encontró que los espacios verdes urbanos y no urbanos de SCLC son importantes para la fauna nativa de roedores y murciélagos, al albergar el 40% de su fauna reportada. El conservar áreas verdes en la periferia de un paisaje urbano es determinante para la conservación de la fauna nativa de la región, debido a que son reservorios de diversidad.

**Palabras clave:** áreas urbanas, biodiversidad, conservación, espacios verdes, mamíferos, murciélagos, roedores.

## Introducción

A medida que la población humana continúa concentrándose en las zonas urbanas, se incrementan las demandas de espacios para viviendas, espacio industrial, comercial y de recreación, lo cual implica un aumento del deterioro constante de los ambientes naturales (Vitousek *et al.* 1997; McKinney 2002; Miller y Hobbs 2002; Forman 2008).

A pesar de las repercusiones y el efecto negativo que tienen las zonas urbanas sobre la diversidad biológica, éstas pueden considerarse como áreas importantes para la conservación de la flora y fauna nativa (McKinney 2008). Lo anterior se debe a que las zonas urbanas son sistemas heterogéneos, formados por diferentes tipos de usos de suelo, donde los espacios verdes en su interior representan un componente importante para la conservación de la diversidad biológica, que representa una opción de hábitat para la flora y fauna nativa (Sukopp y Werner 1982; McDonnell y Pickett 1990, 1993; González-García y Gómez-Sal 2008; Alberti 2009).

Los espacios verdes son áreas que presentan un porcentaje mayor de cobertura de algún tipo de vegetación (nativa o inducida) y una baja cobertura de estructuras urbanas (edificios, casas, comercios, plazas; Forman 2008). Existen una gran variedad de espacios verdes en las zonas urbanas, por ejemplo: áreas de juegos, campos deportivos, humedales, reservas naturales públicas y particulares, huertas familiares, parques urbanos y periurbanos, vegetación ribereña y jardines públicos y particulares (McKinney 2002; Forman 2008; Wu 2008; Godbard *et al.* 2009; González-García *et al.*



2009). De esta manera, algunos espacios verdes pueden ser reservorios de la riqueza de especies de fauna y flora, al fungir como corredores naturales y ser usados como vías de desplazamiento por la fauna (Mason *et al.* 2007; Forman 2008; Loram *et al.* 2011).

No obstante, no todos los espacios verdes urbanos son importantes para la conservación de la flora y fauna nativa. La importancia de los espacios verdes como hábitats para la fauna silvestre depende principalmente del tipo y estructura de la vegetación, así como de la matriz en la que se encuentran inmersos (Mahan y O'Connell 2005; Smith *et al.* 2006). De esta manera, se ha encontrado que los espacios verdes que presentan mayor área con vegetación nativa o vegetación con elementos nativos e inmersos en una matriz con poco disturbio humano, albergan mayor riqueza de especies de fauna (Sauvajot *et al.* 1998; Mason *et al.* 2007).

San Cristóbal de Las Casas (SCLC), Chiapas, es una de las ciudades de mayor crecimiento en el país en las últimas décadas, con cerca de 160,000 habitantes y con un promedio anual de crecimiento del 3.3% (INEGI 2010). Al mismo tiempo, la población humana de esta ciudad en crecimiento ha ocupado áreas agrícolas y espacios verdes de la periferia. Sin embargo, SCLC aún presenta y conserva espacios verdes en el interior de la ciudad y en la periferia (huertas familiares, áreas de cultivo, jardines particulares, parques urbanos, manantiales y humedales de montaña; Aubry 2008; Vásquez 2010) que podrían ser importantes para la conservación de la diversidad biológica. Por lo anterior, en este estudio se investigaron diferentes espacios verdes no urbanos (en la periferia) y urbanos (en el interior) en la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, para describir la manera en que son utilizados por mamíferos nativos con diferentes requerimientos ecológicos, como son los roedores y los murciélagos.

Considerando que la diversidad local de especies de mamíferos nativos en áreas urbanas es dependiente del contexto espacial a nivel de paisaje y de la cercanía con las áreas naturales, nos planteamos como objetivo describir la riqueza, diversidad y abundancia de estos grupos de mamíferos en los espacios verdes interiores y periféricos así como en sitios con diferente uso de suelo alrededor de los mismos. Los resultados se relacionaron con la abundancia y riqueza de especies de árboles en los espacios verdes con el fin de determinar su influencia en la diversidad de roedores y murciélagos.

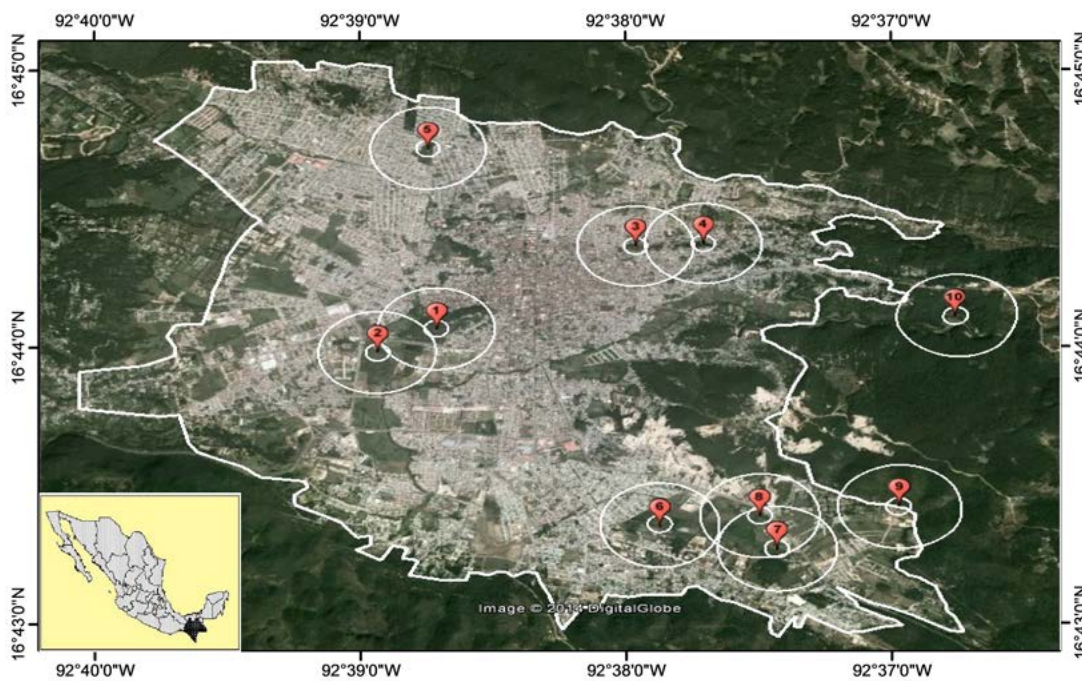
## Material y Métodos

El estudio se llevó a cabo en 10 sitios con presencia de espacios verdes en la zona urbana y periferia de la ciudad de SCLC, Chiapas, México (Fig. 1), de diversos tipos como: parque urbano, humedal, jardín particular, huerta familiar, manantial, áreas de pastoreo y áreas conservadas. Los límites urbanos de la ciudad considerados en este estudio, son los establecidos por INEGI (2012). Los sitios de muestreo se ubican en la región Altos de Chiapas a una altitud de 2,120 msnm, en un valle rodeado por áreas montañosas que superan los 2,700 msnm en sus puntos más altos (Mera-Ovando 1984; García-García 2005). El clima es templado sub-húmedo con lluvias en verano, con una precipitación anual de 1,000 a 2,500 mm y una temperatura media anual de 14.4 °C con algunas heladas invernales ocasionales (INEGI 2012; CEIEG 2012).

*Selección de los espacios verdes (sitios de muestreo).* Se analizó una imagen de satélite del 2012 de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, en ella se trazaron polígonos  $\geq$

1,000 m<sup>2</sup>, con el fin de identificar y obtener el número y tipo de los diferentes usos de suelo. Este análisis se realizó con la ayuda del programa Google Earth Pro. Los tipos de usos de suelo considerados en este estudio fueron: 1) los espacios verdes, aquéllos que presentaron cobertura arbórea, remanentes de bosque, vegetación secundaria, vegetación ribereña y jardines públicos y particulares; 2) los espacios abiertos, terrenos baldíos sin cobertura vegetal y sin construcciones (urbanización), áreas deportivas y minas abiertas; 3) las áreas de cultivo, espacios con cultivos de hortalizas y maíz; 4) las zonas de pastoreo, sitios donde hubo presencia de ganado vacuno y ovino; 5) los cuerpos de agua, lagos, lagunas y manantiales; y 6) la cobertura urbana, superficies impermeables (cubiertas por cemento, asfalto o cualquier material no permeable), centros comerciales, edificios, casas y construcciones realizadas por el hombre.

Posteriormente se procedió a la revisión y exploración en campo, en donde se consideraron varios aspectos para seleccionar los sitios de muestreos, como la accesibilidad al lugar (público o particulares), y seguridad tanto para el personal de trabajo como por el equipo de muestreo. De esta manera, se seleccionaron 10 espacios verdes (sitios de muestreos) tomando en cuenta, el tamaño (área), ubicación (urbano o no urbano), y tipo de espacio verde (parque, jardín, área conservada).



**Figura 1.** Imagen satelital de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas. Los límites urbanos de la ciudad están representados por la línea roja. Los íconos con los números, representan los 10 sitios de muestreo seleccionados para la captura de roedores y murciélagos. Los círculos rojos representan las zonas de influencia para el análisis de los tipos usos de suelo en los sitios de muestreo.

Los espacios verdes seleccionados para el muestreo se clasificaron en dos grandes grupos: 1) según su ubicación, en espacios verdes urbanos (en el interior de SCLC, delimitado por el circuito Periférico) y espacios verdes no urbanos (fuera de los límites urbanos de la ciudad) y 2) según el tipo, de acuerdo al porcentaje de zonas urbanas y de otros tipos de usos de suelo alrededor de los espacios verdes. De esta manera, dos sitios, La UNICH y El Encuentro fueron espacios verdes no urbanos, mientras que los ocho restantes se agruparon como espacios verdes urbanos (Tabla 1). Para conocer el número de los diferentes usos de suelo alrededor de los espacios verdes, se trazaron zonas de influencia (*buffers*) de 500 m de radio desde el centro de los espacios verdes

muestreados (Fig. 1), porque es posible que los usos de suelo que rodean el espacio verde influyan en la presencia y captura de murciélagos y roedores. Se tomó en cuenta que los roedores presentan ámbitos hogareños de hasta 500 m de radio (Contreras y Rosi 1981; García-Estrada *et al.* 2002; Corbalán y Ojeda 2005); mientras que, los murciélagos tienen requerimientos biológicos diferentes, los cuales pueden ser cubiertos en distintos ámbitos hogareños, para lo cual consideramos la posibilidad de registrar la actividad de murciélagos en esta zona de influencia (Fleming 1981; Pearson *et al.* 1987; Gorresen *et al.* 2005; Klingbeil y Willig 2009). En cada zona de influencia, se delinearon polígonos para conocer el área (en hectáreas) de los diferentes usos de suelo (espacios abiertos, áreas de cultivo, zonas de pastoreo, cuerpos de agua y coberturas urbanas) presentes alrededor de los espacios verdes, a través del software Google Earth Pro.

**Tabla 1.** Características de 10 espacios verdes muestreados en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Se incluyen la riqueza y abundancia local de árboles, así como el área (ha) ocupada por los diferentes usos de suelo en las zonas de influencia (500 m a la redonda). N = sitio urbano; NU = sitio no urbano.

No.	Sitios	Tipo de espacio verde	Atributos locales		Área (ha) ocupada por distintos usos de suelo en las zonas de influencia de 500 m de radio			
			Riqueza de árboles	Número de árboles/ parcela	Espacios abiertos	Áreas urbanizadas	Cuerpos de agua	Zonas de pastoreo
1	El Cerrito (N)	Parque urbano	12	145	7.65	41.42	2.12	0.64
2	La Kisst (N)	Humedal	8	30	27.18	20.86	1.59	3.43
3	Na-Bolom (N)	Jardín particular	10	52	0	67.76	0	0
4	Saldivar (N)	Huerta familiar	9	27	3.26	57.00	0	0
5	La Hormiga (N)	Manantial	4	19	2.35	65.30	0.53	0
6	La Albarrada* (N)	Cultivos y zonas de pastoreo	3	52	10.96	26.30	0.48	1.50
7	Los Humedales* (N)	Humedal	4	25	16.93	15.59	0.74	1.19
8	Navajuelos (N)	Manantial	2	26	16.92	15.72	0.74	2.01
9	La UNICH (NU)	Área conservada	8	66	18.22	6.17	0	0
10	El Encuentro (NU)	Área conservada	8	78	4.08	0	1.54	0

\*Únicos sitios con cultivos

Por otro lado, en los sitios seleccionados para los muestreos de roedores y murciélagos, se hizo un análisis local de la vegetación, que consistió en trazar parcelas de 1,000 m<sup>2</sup> en los sitios de muestreo. El número de parcelas trazadas en los sitios varió de uno a seis, según el tamaño de los espacios verdes. En cada parcela se anotó la riqueza y abundancia de especies de árboles. Para la identificación de las especies de árboles se consultaron las referencias bibliográficas sobre la flora de San Cristóbal de Las Casas (Galindo-Jaimes *et al.* 2008; Ramírez-Marcial *et al.* 2010), además se realizaron colectas de cada especie para su corroboración e identificación en el herbario de El Colegio de La Frontera Sur (ECOSUR-SCLC). En algunos sitios ya existían con anterioridad inventarios de la vegetación, y fue posible acceder a la base de datos correspondiente (Ramírez-Marcial 2013 com. per.).

*Muestreo de mamíferos pequeños. Captura de roedores.* Los roedores se capturaron mensualmente de marzo a agosto de 2013, por tres noches consecutivas por sitio. Se utilizaron 100 trampas Sherman, cebadas con avena, semillas de girasol y extracto de vainilla para aumentar la probabilidad de captura de los roedores. Las trampas se colocaron a partir de las 17:00 hrs en transectos lineales abarcando la mayor parte del área de los sitios muestreados (espacios verdes seleccionados) y se revisaron al día siguiente. Se registró la geoposición de cada captura y los individuos se marcaron con pintura de esmalte negro (marca temporal) en las uñas de los dedos, como una modificación al marcaje tradicional de ectomización de falanges (marca permanente; Romero-Almaraz *et al.* 2007). Los individuos capturados se identificaron en campo hasta nivel de especie con la ayuda de referencias bibliográficas especializadas, tales como la clave de Álvarez (1959) y el libro ilustrado de Reid (1997).

*Captura de murciélagos.* Los murciélagos se capturaron mensualmente de marzo a agosto de 2013, por tres noches consecutivas por sitio, utilizando tres redes de niebla de 12 m de longitud. Las redes de niebla se colocaron en un trayecto lineal con una separación de 100 m entre cada red y permanecieron abiertas durante seis horas, de las 18:00 a las 24:00 hrs. Los individuos capturados fueron identificados a nivel de especie siguiendo la clave de identificación de Medellín *et al.* (1997) y el libro ilustrado de Reid (1997), y se liberaron en el lugar de captura. Se registró la geoposición de la captura, y a los individuos se les colocaron marcas semi-permanentes en las membranas dactilares del ala derecha mediante pequeñas perforaciones, tomando en cuenta una matriz de combinaciones, con una aguja (de 0.5 mm de diámetro) esterilizada y posteriormente se desinfectó con peróxido de hidrógeno como antiséptico (Kunz 1996).

*Análisis estadísticos.* Estimamos el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), la riqueza de especies y la abundancia relativa de roedores y murciélagos (separadamente y en conjunto) para cada uno de los espacios verdes. Utilizamos pruebas de t de Student para determinar si existen diferencias significativas en estos parámetros entre los espacios verdes urbanos y no urbanos. Los análisis se llevaron a cabo en el programa Past 3.0 (Hammer *et al.* 2001). Por otro lado, con el fin de conocer la relación de las variables locales y del paisaje con la riqueza y la abundancia de especies de roedores y murciélagos, realizamos análisis de correlación simple de Pearson, para el total de los animales capturados.

## Resultados

El tamaño y estructura en hectáreas de los diferentes usos de suelo registrados en los espacios verdes con las zonas de influencia para el análisis de las características de los sitios seleccionados, se muestran en la Tabla 1. Un espacio verde urbano (El Encuentro) presentó la mayor riqueza y abundancia de árboles, mientras que en los espacios verdes no urbanos se registraron menor número de especies y abundancias (Tabla 2).

Se registraron un total de 12 especies y 108 individuos de mamíferos, pertenecientes a las familias Muridae, Phyllostomidae y Vespertilionidae. El orden Rodentia fue el más diverso con seis especies y 66 individuos, y *Peromyscus levipes* fue la especie más

abundante con 42 individuos capturados durante todo el estudio. En contraste, del orden Chiroptera se capturaron seis especies y 42 individuos, y la especie más abundante fue *Artibeus lituratus* con 18 individuos capturados.

**Tabla 2.** Riqueza y abundancia de los árboles registrados en los 10 espacios verdes muestreados en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

Especies/ Número del sitio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cupressus lusitanica</i>	50		15	4	7	39		20	16	20
<i>Crataegus mexicana</i>	37			4					15	5
<i>Fraxinus uhdei</i>	7	6			4				10	16
<i>Calliandra grandiflora</i>	3								2	23
<i>Pinus pseudostransis</i>	15								7	4
<i>Populus tremuloides</i>						12	10			
<i>Cornus excelsa</i>	13	2								3
<i>Ligustrum japonicum</i>	3								7	4
<i>Eriobotrya japonica</i>			6	1					5	
<i>Crataegus pubescens</i>			2				4	6		
<i>Garrya laurifolia</i>	8								4	
<i>Prunus persica</i>	6			1	4					
<i>Pinus tecunumanii</i>			10							
<i>Datura candida</i>			9							
<i>Taxodium mucronatum</i>		5			4					
<i>Verbesina perymenioides</i>							9			
<i>Pyrus malus</i>			1	5						
<i>Alnus acuminata</i>		4								
<i>Rhamnus capreifolia</i>			3			1				
<i>Quercus peduncularis</i>		4								
<i>Acer negundo</i>		4								
<i>Pinus oocarpa</i>		4								
<i>Malus</i> sp.				3						
<i>Abies guatemalensis</i>				3						
<i>Ficus</i> sp.				3						
<i>Cydonia oblonga</i>				3						
<i>Psidium guajava</i>										3
<i>Prunus serotina</i>	1	1								
<i>Eleocharis filiculmis</i>							2			
<i>Randia aculeata</i>			2							
<i>Prunus</i> sp.			1							
<i>Eucalyptus</i> sp.	1									
<i>Casimiroa edulis</i>	1									
<b>Total</b>	<b>145</b>	<b>30</b>	<b>52</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>52</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>66</b>	<b>78</b>

Los números representa los sitios muestreados: 1. El Cerrito, 2. La Kísst, 3. Na-Bolom, 4. Saldivar, 5. La Hormiga, 6. La Albarrada, 7. Los Humedales, 8. Navajuelos, 9. La UNICH, 10. El Encuentro.

En el sitio 1, El Cerrito (parque urbano), se registraron tres especies, el roedor *Reithrodontomys mexicanus* fue la especie más abundante y seis individuos de dos especies de quirópteros. En el sitio 2, La Kísst (humedal), se capturó un individuo de

*R. mexicanus*. En el sitio 3, Na-Bolom (jardín particular), se capturaron cinco especies, un roedor (*Rattus rattus*) y cuatro murciélagos, donde *A. lituratus* fue la especie más abundante con tres individuos. Para el sitio 5, La Hormiga (manantial), se registraron dos especies, un ratón y un murciélago, con *A. lituratus* como la especie más abundante con seis individuos. En el sitio 6, La Albarrada (cultivos y pastoreo), se capturaron tres especies, un roedor y dos quirópteros, y *A. lituratus* fue la especie más abundante con tres individuos. Para el sitio 9, La UNICH (área conservada), se registraron ocho especies, seis roedores y dos murciélagos, y *Dermanura azteca* fue la especie más abundante con 17 individuos. Finalmente en el sitio 10, El Encuentro (área conservada), se capturaron cuatro especies, tres roedores y un murciélago, y *P. levipes* fue la especie más abundante con 41 individuos. En tres sitios, el 4 Saldívar (huerta familiar), el 7 Los Humedales (humedal) y el 8 Navajuelos (manantial), no se colectaron ni ratones ni murciélagos (Tabla 3).

Orden	Especies/Número del sitio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Rodentia	<i>Peromyscus levipes</i>									1	41	42
	<i>Peromyscus mexicanus</i>									7	1	8
	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	6	1							1	2	10
	<i>Sigmodon hispidus</i>									2		2
	<i>Mus musculus</i> *						1					1
	<i>Rattus rattus</i> *			1				2				
Chiroptera	<i>Artibeus lituratus</i>	5		3		6	3			1		18
	<i>Dermanura azteca</i>									17		17
	<i>Lasiurus intermedius</i>			1								1
	<i>Lasiurus cinereus</i>										1	1
	<i>Eptesicus fuscus</i>	1		2				1				4
	<i>Eptesicus brasiliensis</i>			1								1
Total		14	1	8	0	7	6	0	0	32	45	108

**Tabla 3.** Lista de especies de mamíferos pequeños terrestres y voladores, y número de individuos registrados en cada uno de los 10 sitios muestreados en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. El arreglo taxonómico es el propuesto por Wilson y Reeder (2005).

Los números representa los sitios muestreados: 1. El Cerrito, 2. La Kist, 3. Na-Bolom, 4. Saldívar, 5. La Hormiga, 6. La Albarrada, 7. Los Humedales, 8. Navajuelos, 9. La UNICH y 10. El Encuentro.

\* Especies introducidas.

Al realizar las comparaciones de riqueza de especies y abundancia relativa de individuos, tanto de murciélagos como de roedores entre cada uno de los espacios verdes (urbanos y no urbanos) muestreados, no se encontraron diferencias significativas ( $t = 1.66; P \geq 0.5$ ).

*Análisis de la riqueza y abundancia de roedores entre los espacios verdes urbanos y no urbanos.* Para el análisis de la riqueza y abundancia de roedores entre los espacios verdes urbanos y no urbanos muestreados, se agruparon los sitios, tomando en cuenta el tipo de uso de suelo con mayor cobertura y ubicación en la ciudad. El número de especies de roedores entre los diferentes espacios verdes varió, en los urbanos se encontraron tres especies y en los no urbanos cuatro. Sin embargo, las especies de roedores capturadas en los espacios verdes no urbanos, fueron roedores nativos, mientras que en los espacios verdes urbanos la única especie de roedor nativa fue *R. mexicanus*.

La abundancia entre los dos tipos de espacios verdes varió considerablemente, siendo mayor en los espacios verdes no urbanos, debido al éxito de captura de una especie, *P. levipes* con 42 individuos. La especie más abundante (por el número de individuos registrados) en los espacios verdes urbanos fue *R. mexicanus*, además esta especie fue capturada también en los espacios verdes no urbanos (Tabla 4). Sin embargo, al estimar y comparar el índice de diversidad de Shannon-Wiener de los espacios verdes urbanos ( $H' = 0.859$ ) y los no urbanos ( $H' = 0.70$ ), no se encontraron diferencias significativas ( $t = 0.39$ ,  $P = 0.70$ ).

*Análisis de la riqueza y abundancia de murciélagos entre los espacios verdes urbanos y no urbanos.* El número de especies de murciélagos difirió en una especie entre los dos tipos de espacios verdes, siendo más alto en los espacios verdes urbanos. Los dos grupos de espacios verdes tuvieron una especie en común, *A. lituratus*. Por otro lado, la abundancia registrada en los dos grupos de espacios verdes no varió mucho, aunque los dos sitios presentaron una especie dominante. La especie más abundante en los espacios verdes urbanos, fue *A. lituratus* con 18 individuos, mientras que en los espacios verdes no urbanos fue *D. azteca* con 17 individuos (Tabla 4). Al estimar y comparar el índice de diversidad de Shannon-Wiener de los espacios verdes urbanos ( $H' = 0.80$ ) y no urbanos ( $H' = 0.40$ ), no se encontraron diferencias significativas ( $t = 1.37$ ,  $P = 0.17$ ).

**Tabla 4.** Riqueza y abundancia de roedores y murciélagos en espacios verdes urbanos y no urbanos en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

Especies de roedores	Tipos de espacios verdes	
	Urbano	No urbano
<i>Peromyscus levipes</i>	0	42
<i>Peromyscus mexicanus</i>	0	8
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	7	3
<i>Sigmodon hispidus</i>	0	2
<i>Mus musculus</i> *	1	0
<i>Rattus rattus</i> *	3	0
Total	11	55
Especies de murciélagos		
<i>Artibeus lituratus</i>	17	1
<i>Dermanura azteca</i>	0	17
<i>Lasiurus intermedius</i>	1	0
<i>Lasiurus cinereus</i>	0	1
<i>Eptesicus fuscus</i>	4	0
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	1	0
Total	23	19

\*Especies introducidas

*Análisis de la riqueza y abundancia para el total de mamíferos capturados en los espacios verdes urbanos y no urbanos.* Considerando el total de mamíferos capturados y registrados en los dos grupos de espacios verdes (urbanos y no urbanos), el número de

especies fue similar ( $n = 7$ ). Se registraron más especies de murciélagos en los espacios verdes urbanos ( $n = 4$ ) que en los no urbanos ( $n = 3$ ). Por otro lado, se registraron más especies de roedores en los espacios verdes no urbanos ( $n = 4$ ), que en los urbanos ( $n = 3$ ). En cuanto a la abundancia, los espacios verdes no urbanos presentaron mayor número de registros de mamíferos ( $n = 74$  individuos), mientras que los espacios verdes urbanos tuvieron 34 registros. Sin embargo, al estimar y comparar el índice de diversidad de Shannon-Wiener para los espacios verdes urbanos ( $H' = 1.44$ ) y no urbanos ( $H' = 1.24$ ), no se encontraron diferencias significativas ( $t = 1.03$ ,  $P = 0.30$ ). Cabe mencionar que en tres espacios verdes urbanos (sitios 4, 7 y 8), no se obtuvo algún registro de fauna.

*Correlación entre las variables dependientes (riqueza y abundancia de especies) e independientes (tipos de usos de suelo y la riqueza de especies de árboles).* Se consideraron la abundancia y riqueza de especies de todos los mamíferos registrados en los espacios verdes muestreados, dado que no fue posible realizar las pruebas de correlación por grupo taxonómico, ya que los valores de abundancia y riqueza para los roedores y murciélagos son muy bajos. La riqueza total de especies de mamíferos no presentó una relación significativa con las variables independientes estudiadas (los diferentes tipos de usos de suelo y riqueza de especies de árboles; Tabla 5). El análisis de correlación lineal de Pearson mostró un grado mayor de relación entre la abundancia de mamíferos y las variables independientes. De tal manera que la abundancia de mamíferos está negativamente correlacionada con las coberturas urbanas, las zonas de pastoreo y con los espacios abiertos. En contraste, la correlación fue positiva con los espacios verdes y la riqueza de árboles. Para la abundancia se observó un mayor grado de correlación entre la cobertura de espacios verdes ( $r = 0.66$ ) y el número de especies de árboles ( $r = 0.53$ ) registrados en los sitios de muestreo. Sin embargo, sólo la correlación entre la abundancia total de mamíferos y los espacios verdes fue estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ), lo que muestra la magnitud de la correlación (Tab. 5).

	r	r <sup>2</sup>	t	P
<b>Riqueza</b>				
Espacios abiertos	-0.088	0.007	-0.25	0.808
Espacios verdes	0.278	0.077	0.819	0.436
Zonas urbanas	-0.180	0.032	-0.517	0.618
Cuerpos de agua	-0.160	0.025	-0.458	0.658
Zonas de pastoreo	-0.446	0.199	-1.410	0.196
Riqueza de árboles	0.389	0.151	1.196	0.265
<b>Abundancia</b>				
Espacios abiertos	-0.174	0.030	-0.501	0.629
Espacios verdes	0.659	0.426	2.430	0.040*
Zonas urbanas	-0.491	0.241	-1.159	0.149
Cuerpos de agua	0.183	0.033	0.526	0.612
Zonas de pastoreo	-0.474	0.225	-1.526	0.165
Riqueza de árboles	0.526	0.277	1.753	0.117

**Tabla 5.** Valores de correlación lineal de Pearson entre la riqueza y abundancia de roedores y murciélagos y los tipos de usos de suelo y la riqueza de especies de los árboles de cada sitio.

\*Valor significativo



## Discusión

El número de especies registradas en este estudio en los dos grupos de espacios verdes (urbanos y no urbanos), muestran que estos espacios albergan más del 40 % del total de las especies registradas para el municipio de San Cristóbal de Las Casas (Naranjo y Espinoza 2001). Se refuerza de esta manera la importancia que tienen los espacios verdes en zonas urbanas, al ser reservorios de la diversidad de fauna. Además, las diferencias en la riqueza y abundancia de especies de roedores y murciélagos entre los dos tipos de espacios verdes, señalan que cada estos dos grupos de mamíferos utilizan los espacios verdes de acuerdo a sus requerimientos biológicos, algunas especies pueden estar usando estos espacios como lugar de paso, de descanso, como refugio y de alimentación.

La captura de mayor número de individuos de especies de roedores nativos en los espacios verdes no urbanos, puede deberse a que en estos espacios, que forman parte de un remanente de bosque, hay mayor disponibilidad de recursos, como alimento, refugio y sitios de reproducción. Por otro lado, en los espacios verdes urbanos se registraron dos especies introducidas, el ratón doméstico (*Mus musculus*) y la rata negra (*Rattus rattus*), las cuales prefieren hábitats abiertos urbanos que hábitats naturales (Nelson et al. 1986). En estudios donde han analizado la abundancia de roedores en ciudades, han reportado que el ratón doméstico y las ratas presentan mayor registro en espacios urbanos (Castillo et al. 2003), mientras que los roedores silvestres, son mejor representados en espacios verdes rurales, como vegetación de galería (Johnson et al. 2011).

Cabe señalar que en uno de los espacios verdes urbanos (El Cerrito) se registró una especie de roedor nativo, *R. mexicanus*. Lo anterior concuerda con lo reportado por Godbard et al. (2009) que mencionan que los sitios inmersos en una matriz urbana (como el caso de El Cerrito) y que presentan cierto porcentaje cobertura vegetal o elementos arbóreos propios de la región (en este caso 12 especies arbóreas), permiten albergar poblaciones de fauna nativa.

Las especies nativas de roedores registradas en los espacios verdes no urbanos son, en su mayoría, especies que toleran disturbios humanos y que generalmente son capturadas en zonas de transición (ecotonos) y en bosques perturbados, cultivos y áreas abiertas, como *Peromyscus mexicanus*, *Sigmodon hispidus* y *Reithrodontomys mexicanus* (Horváth et al. 2001; Cruz et al. 2010). Sin embargo, el roedor más abundante en los espacios verdes no urbanos fue *P. levipes*, especie que fue capturada en el interior del bosque en el sitio denominado El Encuentro. Generalmente esta especie es registrada en zonas conservadas, donde encuentra disponibilidad de recursos (Horváth et al. 2001).

Para los murciélagos, no se encontraron diferencias significativas en la diversidad de murciélagos entre los espacios verdes urbanos y los no urbanos. Lo anterior puede llevar a la conclusión que los murciélagos pueden utilizar indistintamente tanto los espacios verdes urbanos como los no urbanos. Sin embargo, la composición de especies de murciélagos varió entre los dos tipos de espacios verdes, compartiendo solamente una especie, *Artibeus lituratus*. En los espacios verdes urbanos se registraron tres especies de murciélagos insectívoros y sólo un frugívoro, mientras que en los espacios verdes no urbanos se capturaron dos especies frugívoras y un insectívoro. El registro de un mayor

número de especies de murciélagos insectívoros en los espacios verdes urbanos, de acuerdo a algunos autores, se debe básicamente a que algunas especies que pertenecen a este gremio alimentario presentan mayor actividad en zonas urbanas, al encontrar más cantidad o disponibilidad de alimento en dichas zonas (Ávila-Flores y Fenton 2005; Coleman y Barclay 2012).

*Artibeus lituratus* y *D. azteca*, pertenecientes a la familia Phyllostomidae, fueron las especies más abundantes. La primera especie fue más abundante en espacios verdes urbanos, debido a que es una especie generalista y tolerante a los disturbios humanos (Zortúa y Chiarello 1994), lo cual le permite ocupar y utilizar una variedad de sitios, entre ellos zonas urbanas, en donde puede disponer de alimento, como frutos, insectos, polen y hojas (Zortúa y Mendes 1993). Por otra parte, *D. azteca* se encontró mayormente en espacios verdes no urbanos, es una especie que tiende a ser abundante y con una amplia distribución. Esto debido a que es una especie generalista, al utilizar una variedad de hábitats, desde cafetales hasta bosques templados (Davis 1969; Kraker-Castañeda y Pérez-Consuegra 2011). *D. azteca* se encuentra asociada a bosques de niebla aunque también se ha capturado en bosques de coníferas, selvas perennifolias, cultivos de plátanos y huertos de mango (Wedster y Jones 1982).

*Eptesicus fuscus* fue otra especie que se capturó en espacios verdes urbanos, aunque su abundancia no fue muy grande (cuatro individuos en total). Por ser una especie estrictamente aérea de la familia Vespertilionidae, su captura en redes de niebla es muy rara (Barclay 1993), se ha reportado comúnmente a través de detectores acústicos en sitios con perturbación humana (como zonas urbanas o espacios abiertos), y en bosques conservados (Everette *et al.* 2001; Gehrt y Chelvig 2004; Ávila-Flores y Fenton 2005).

Sin embargo, hay autores que mencionan que esta especie tiene mayor actividad en áreas urbanas (Rodríguez-Aguilar 2013), debido a que puede utilizar una gran variedad de tipos de refugios, como grietas en rocas, cavidades de árboles y especialmente construcciones humanas (Agosta 2002). Por otro lado, hay autores que sugieren que *E. fuscus* es una especie que se restringe a amplias áreas con vegetación en los grandes centros urbanos (Ávila-Flores y Fenton 2005). Los diversos resultados obtenidos en trabajos anteriores y en este estudio, sugieren que *E. fuscus* es una especie generalista y adaptable a una variedad de paisajes, y el bosque es potencialmente importante para esta especie (Gehrt y Chelvig 2004).

En este estudio se obtuvieron capturas de un individuo de las especies *Lasiurus intermedius*, *L. cinereus* y *Eptesicus brasiliensis*. La primera especie fue capturada en espacios verdes urbanos. Esta especie ha sido registrada con detectores acústicos en zonas urbanas, áreas de agricultura y en el interior del bosque en la región de Los Altos de Chiapas (Rodríguez-Aguilar 2013). Se sabe muy poco sobre esta especie, dado que no es muy fácil registrar las frecuencias de ultrasonido. Por otra parte, *L. cinereus* fue capturada en un sitio de los espacios verdes no urbanos (El Encuentro), contrario a lo reportado por Gehrt y Chelvig (2004), quienes registraron que esta especie tiene actividad en zonas urbanas, al igual que Coleman y Barclay (2012), quienes observaron que esta especie puede tener actividad tanto en áreas urbanas como en zonas conservadas. Los datos obtenidos no permiten saber si el registro de esta especie en El Encuentro refleja una dependencia absoluta de zonas poco perturbadas o, alternativamente, si no pudo ser capturada con redes debido a su tipo de vuelo y hábitos alimenticios (insectívoro aéreo; Shump y Shump 1982).

Nuestros resultados indican que es muy poco el grado de relación que existe entre la riqueza de especies de roedores y murciélagos y las variables independientes (cobertura de los diferentes usos de suelo y riqueza de árboles). A pesar de los valores tan bajos, se puede apreciar un patrón de correlación negativa entre la riqueza de especies de mamíferos con los espacios abiertos, coberturas urbanas y zonas de pastoreo e incluso con los cuerpos de agua.

Por otro lado, al correlacionar las variables dependientes (riqueza de especies y abundancia de roedores y murciélagos), con las variables independientes (tipos de usos de suelo: espacios abiertos, espacios verdes, zonas urbanas, cuerpos de agua y zonas de pastoreo, y la riqueza de árboles), se encontró solamente una correlación positiva con los espacios verdes, espacios abiertos y con la riqueza de árboles. Resultados similares encontraron Gehrt y Chelsvig (2003), en cuyo estudio existen correlaciones positivas entre variables a escala de paisaje como el uso de suelo y variables de microhábitat de murciélagos, número de lámparas y estructuras hechas por el humano. De la misma manera, Rodríguez-Aguilar (2013) encontró una relación positiva entre variables locales (número de lámparas, densidad poblacional, porcentaje de asfalto, densidad de edificios) con la actividad de murciélagos insectívoros aéreos. Sin embargo, a pesar que en este estudio se encontraron correlaciones tanto positivas como negativas entre las variables independientes a escala de paisaje (cobertura de diferentes usos de suelo en un radio de 500 m) y la riqueza y abundancia de roedores y murciélagos, la variable local (riqueza de árboles) fue la que en su mayoría presentó mayor grado de relación. Lo anterior concuerda con los estudios de Gehrt y Chelsvig (2003), quienes sugieren que los efectos de las variables locales son más importantes que las variables a escala de paisaje para explicar las diferencias en la actividad de los murciélagos, dado que los quirópteros al tener la capacidad de volar pueden desplazarse a través de la matriz urbana. De esta manera, algunos murciélagos pueden ser capaces de evadir los efectos negativos de la urbanización y explotar exitosamente otros ambientes. Caso contrario puede ocurrir con los roedores, que por su ámbito de distribución y su capacidad de desplazamiento relativamente corto, las variables a escala local pueden afectar sus poblaciones (Contreras y Rosi 1981; Pearson *et al.* 1987; García-Estrada *et al.* 2002; Corbalán y Ojeda 2005).

Por otro lado, al analizar los valores de riqueza y abundancia de árboles en los sitios muestreados, se observó que los espacios verdes urbanos (El Cerrito y Na-Bolom) y no urbanos (La UNICH y El Encuentro), presentaron mayor riqueza y abundancia de especies de árboles, y fueron también las que aportaron el mayor número de especies de roedores y murciélagos. Esto debido a que, en estos sitios hay disponibilidad de recursos, tanto alimenticios como de refugio para los individuos.

En el presente trabajo se encontró que los espacios verdes urbanos y no urbanos en el interior y periferia de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, son importantes para la fauna nativa de roedores y murciélagos. Algunos sitios como La UNICH y El Encuentro (espacios verdes no urbanos) son importantes para la fauna silvestre, al albergar la mayoría de las especies de roedores registradas. De esta manera, la protección de áreas verdes en la periferia de un paisaje urbano permite conservar a una gran proporción de la fauna nativa de la región.

Por otra parte, se encontró que los espacios verdes en el interior de la ciudad (como Na-Bolom, El Cerrito, La Hormiga y La Albarrada), tienen un papel fundamental para la preservación de poblaciones de roedores nativos y murciélagos, ya que son utilizados por éstos como sitios de descanso, de refugio y como fuentes de recursos alimenticios y de agua. Se espera que los resultados de este estudio sean un punto de partida para la gestión de manejo y mantenimiento de las áreas verdes en SCLC, considerando la sustentabilidad ambiental.

## Agradecimientos

Al CONACyT por la beca otorgada para los estudios de maestría otorgada al autor principal. A las autoridades del municipio de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas y a las instituciones particulares por el permiso otorgado para laborar en los espacios verdes urbanos y no urbanos. A J. Bolaños, M. C. Ruíz, L. Tlapaya-Romero y a los estudiantes del servicio social del Laboratorio de la Colección Mastozoológica de El Colegio de La Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de Las Casas, por su apoyo en campo. Dos revisores anónimos elevaron la calidad de este artículo con sus comentarios.

## Literatura citada

- AGOSTA, S. J.** 2002. Habitat use, diet and roost selection by the Big Brown Bat (*Eptesicus fuscus*) in North America: a case for conserving an abundant species. *Mammal Review* 32:179–198.
- ALBERTI, M.** 2009. *Advances in urban ecology. Integrating humans and ecological process in urban ecosystems.* Springer. Seattle, EE.UU.
- ÁLVAREZ-SOLÓRZANO, J.** 1959. *Catálogo y claves de los roedores mexicanos.* Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Tesis de Licenciatura. Ciudad de México, México.
- AUBRY, A.** 2008. *San Cristóbal de Las Casas. Su historia urbana, demográfica y monumental 1528-1990.* Fray Bartolomé de Las Casas, A. C. San Cristóbal de Las Casas, México.
- ÁVILA-FLORES, R., Y M. B. FENTON.** 2005. Use of spatial features by foraging insectivorous bats in a large urban landscape. *Journal of Mammalogy* 86:1193-1204.
- BARCLAY, R. M. R.** 1993. The biology of Prairie bats. Pp. 352-357 en *The 3rd prairie conservation and endangered species workshop* (Holroyd, G. L., H. L. Dickson, M. Regnier, y H. Smith, eds.). Provincial Museum of Alberta. Brandon, Canada.
- CASTILLO, E., J. PRIOTTO, A. M. AMBROSIO, M. C. PROVENSAL, N. PINI, M. A. MORALES, A. STEINMANN, Y J. J. POLOP.** 2003. Comensal and wild rodents in an urban area of Argentina. *International Biodeterioration y Biodegradation* 52:135-141.
- COLEMAN, J. L., Y R. M. R. BARCLAY.** 2012. Urbanization and the abundance and diversity of prairie bats. *Urban Ecosystem* 15:87-102.
- COMITÉ ESTATAL DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y GEOGRÁFICA DE CHIAPAS (CEIEG).** 2012. Consultado en: [http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/?page\\_id=9571&maccion=957](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/?page_id=9571&maccion=957)
- CONTRERAS, J. R., Y M. I. ROSI.** 1981. Investigaciones sociobiológicas acerca de roedores silvestres de Mendoza. *Serie Científica* 22:12-17.
- CORBALÁN, V. E., Y R. A. OJEDA.** 2005. Áreas de acción en un ensamble de roedores del desierto del Monte (Mendoza, Argentina). *Mastozoológica Neotropical* 12:145-152.

- CRUZ, E. L., C. LORENZO, O. G. RETANA, Y E. C. SÁNTIZ.** 2010. Interspecific variability in the abundance of small rodents in the highlands of Chiapas, Mexico. *Therya* 1:129-136.
- DAVIS, W. B.** 1969. A review of the small fruit bats (genus *Artibeus*) of Middle America. Part I. *Southwestern Naturalist* 14:15-19.
- EVERETTE, A. L., T. J. O'SHEA, L. E. ELLISON, L. A. STONE, Y J. L. MCCANCE.** 2001. Bat use of a high-plains urban wildlife refuge. *Wildlife Society Bulletin* 29:967-973.
- FLEMING, T. H.** 1981. Fecundity, fruiting patterns and seed dispersal in *Piper amalago* (Piperaceae), a bats dispersed tropical shrub. *Oecología* 51:42-46.
- FORMAN, R. T. T.** 2008. *Urban region. Ecology and planning beyond the city.* Cambridge University Press. Cambridge, EE.UU.
- GALINDO-JAIMES, L., M. MARTÍNEZ-ICÓ, M. LÓPEZ-CARMONA, A. CAMACHO-CRUZ, N. RAMÍREZ-MARCIAL, Y J. A. SANTIAGO-LASTRA.** 2008. Humedales de montaña en Chiapas. *Biodiversidad, Conservación y Restauración*, A. C. y El Colegio de La Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, México.
- GARCÍA-ESTRADA, C., M. L. ROMERO-ALMARAZ, Y C. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ.** 2002. Comparison of rodent communities in sites with different degrees of disturbance in deciduous forest of southeastern Morelos, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 85:153-168.
- GARCÍA-GARCÍA, A.** 2005. La cuenca hidrológica de San Cristóbal de las Casas, Chiapas: entre la gestión local y la nacional. Pp. 42-141 en *Problemas Socio-económicos y Experiencias Organizativas en las Cuencas de México* (Vargas, S., y E. Mollard, eds.). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Institut de Recherche pour le Développement. Cuernavaca, México.
- GEHRT, S., Y J. CHELSVIG.** 2003. Bat activity in an urban landscape: Patterns at the landscape and microhabitat scale. *Ecological Applications* 13:939-950.
- GEHRT, S., Y J. CHELSVIG.** 2004. Species-specific patterns of bat activity in an urban landscape. *Ecological Applications* 14:625-635.
- GODBARD, M. A., A. J. DOUGILL, Y T. G. BENTON.** 2009. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology and Evolution* 25:90-98.
- GONZÁLEZ-GARCÍA, A., Y A. GÓMEZ-SAL.** 2008. Private urban greenspaces or "patios" as a key element in the urban ecology of tropical Central America. *Human Ecology* 36:291-300.
- GORRESEN, P. M., M. R. WILLIG, Y R. E. STRAUSS.** 2005. Multivariate analysis of scale-dependent associations between bats and landscape structure. *Ecological Application* 15:2126-2136.
- HAMMER, Q., D. A. T. HARPER, Y P. D. RYAN.** 2001. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4:9.
- HORVÁTH, A., I. J. MARCH, Y J. D. WOLF.** 2001. Rodent diversity and land use in Montebello, Chiapas, Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 36:169-176.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI).** 2010. Cuéntame. Consultado En: [http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur\\_urb.aspx?tema=P](http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P).
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI).** 2012. México en cifras. Consultado En: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=07>.

- JOHNSON, J., R. LEVER, Y J. STORM.** 2011. Small mammal community structure in urban greenways. *USC Upstate Undergraduate Research Journal* 4:19-22.
- KLINGBEIL, B. T., Y M. R. WILLIG.** 2009. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *Journal of Applied Ecology* 46:1-11.
- KRAKER-CASTAÑEDA, C., Y G. PÉREZ-CONSUEGRA.** 2011. Contribución de los cafetales bajo sombra en la conservación de murciélagos en la Antigua Guatemala, Guatemala. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 27:291-303.
- KUNZ, T. H.** 1996. Methods of marking bats. Pp. 304-310 in *Measuring and monitoring biological diversity standard methods for mammals* (Wilson, R. Cole, N. Rudran, y Foster, eds.) Smithsonian Press. Washington, EE.UU.
- LORAM, A., P. WARREN, K. THOMPSON, Y K. GASTON.** 2011. Urban domestic gardens: the effects of human interventions on garden composition. *Environmental Management* 48:808-824.
- MAHAN, C. G., Y T. J. O'CONNELL.** 2005. Small mammal use of suburban and urban parks in central Pennsylvania. *Northeastern Naturalist* 12:307-314.
- MASON, J., C. MOORMAN, G. HESS, Y K. SINCLAIR.** 2007. Designing suburban greenways to provide habitat for forest-breeding birds. *Landscape and Urban Planning* 80:153-164.
- MCDONNELL, M. J., Y S. T. A. PICKETT.** 1990. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology* 71:1232-1237.
- MCDONNELL, M. J., Y S. T. A. PICKETT.** 1993. Humans as components of eco-systems: The ecology of subtle human effects and populated areas. Springer-Verlag. New York, EE.UU.
- MCKINNEY, M. L.** 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience* 52:883-90.
- MCKINNEY, M. L.** 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystem* 11:161-176.
- 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.
- MERA-OVANDO, L. M.** 1984. Regionalización de la Subregión San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. Ciudad de México, México.
- MILLER, J. R., Y R. J. HOBBS.** 2002. Conservation where people live and work. *Conservation Biology* 16:330-337.
- NARANJO, E., Y E. ESPINOZA.** 2001. Los mamíferos de la reserva ecológica Huitepec, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:58-67.
- NELSON, B. C., M. B. MADON, Y A. TILZER.** 1986. The complexities at the interface among domestic wild rodents, fleas, pets and man in urban plague ecology in Los Angeles, country, California. *Vertebrate Pest Conference Proceedings Collection* 1:88-96.
- PEARSON, O. P., S. MARTIN, Y J. BELLA.** 1987. Demography and reproduction of the silky desert mouse (*Eligmodontia*) in Argentina. *Fieldiana Zoology* 23:433-446.
- RAMÍREZ-MARCIAL, N., A. CAMACHO-CRUZ, M. MARTÍNEZ-ICÓ, A. LUNA-GÓMEZ, D. GOLICHER, Y M. GONZÁLEZ-ESPINOSA.** 2010. Árboles y arbustos de los bosques de montaña en Chiapas. *El Colegio de La Frontera Sur.* San Cristóbal de Las Casas, México.

- REID, A. F.** 1997. A field guide to the mammals of central and southeast Mexico. Oxford University Press. Nueva York, EE.UU.
- RODRÍGUEZ-AGUILAR, G.** 2013. Efecto de la urbanización sobre el ensamble de murciélagos insectívoros aéreos en Los Altos de Chiapas, México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, México.
- ROMERO-ALMARAZ, M. L., C. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, C. GARCÍA-ESTRADA, Y R. D. OWEN.** 2007. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- SAUVAJOT, R. M., M. BUECHNER, Y C. M. SCHONEWALD.** 1998. Patterns of human disturbance and response by small mammals and birds in chaparral near urban development. *Urban Ecosystems* 2:279-297.
- SHUMP, K. A. JR., Y A. U. SHUMP.** 1982. *Lasiurus cinereus*. *Mammalian Species* 185:1-5.
- SMITH, R. M., K. J. GASTON, P. H. WARREN, Y K. THOMPSON.** 2006. Urban domestic gardens (IX): composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity. *Biological Conservation* 129:312–322.
- SUKOPP, H., Y P. WERNER.** 1982. Nature in cities: A report and review of studies and experiments concerning ecology, wildlife and nature conservation in urban and suburban areas. Strasbourg (France): Council of Europe. Nature and Environment Series 28:48-94.
- VÁSQUEZ, L.** 2010. La agricultura urbana como elemento promotor de la sustentabilidad urbana. Situación actual y potencial en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, México.
- VITOUSEK, P. M., H. A. MOONEY, J. LUBCHENCO, Y J. M. MELILLO.** 1997. Human domination of the Earth's ecosystems. *Science* 277:494–499.
- WEDSTER, WM. D., Y J. K. JONES, JR.** 1982. *Artibeus aztecus*. *Mammalian Species* 177:1-3.
- WILSON, D. E., Y D. M. REEDER (EDS.).** 2005. *Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference*, tercera edición. Johns Hopkins Press. Baltimore, EE.UU.
- WU, J.** 2008. Toward a landscape ecology of cities: beyond buildings, trees, and urban forests. Pp. 10-28 en *Ecology, planning, and management of urban forests international perspectives* (Carreriro, M. M., Y. C. Song, y J. G. Wu, eds.). Springer. Nueva York, EE.UU.
- ZORTÉA, M., Y A. G. CHIARELLO.** 1994. Observations on the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* in an urban reserve of south-east Brazil. *Mammalia* 58:665-670.
- ZORTÉA, M., Y S. L. MENDES.** 1993. Folivory in the Big Fruit-eating Bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9:117-120.

---

*Sometido: 30 de mayo de 2014*

*Revisado: 26 de junio de 2014*

*Aceptado: 13 de agosto de 2014*

*Editor asociado: Cristina Macswiney*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*





# Los roedores de Jalisco, México: clave de determinación

Edgar G. Godínez<sup>1, 2\*</sup> y Sergio Guerrero<sup>2</sup>

**Introduction:** The state of Jalisco with only 4.0 % of the national area holds about 27.0 % (64 spp) of all rodent species described for Mexico. This knowledge of the richness of rodents from Jalisco is clearly known and refers only to the publications cited the presence of a taxon inside the state border. Therefore, this paper aims to propose an illustrated key to facilitate any interested person a tool that allows them to easily recognize rodent species inhabiting the state of Jalisco. It also represents an effort that seeks to contribute to a better understanding of morphological variation that is so difficult to appreciate in this group of vertebrates. **Methods:** The key to the identification of rodents of Jalisco was integrated based on the compilation and analysis of bibliographic information, and review of museum specimens deposited in the mammal collection of the Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara (CZUG). We consider first the original literature where these taxa are described, and ensure the correct identification of the members of the rodents were considered diagnostic characters allowing species easily recognize. With the purpose of facilitating the understanding and accessibility of the key to any interested and not just specialists, have been included illustrations that accompany the text in almost all expressions of character states.

**Results:** The diversity of rodents of Jalisco consists of 64 species, which fall under 30 genera and five families. As a result they, the rodents are the second most diverse group of mammals in the state, behind only the order Chiroptera (73 spp.). Of all species, 18 (28.0 %) are monotypic and 46 (72.0 %) polytypic. In relation to the endemic species, six genera and 29 species are endemic to Mexico. The family that had the greatest number of species was Cricetidae (40 spp) that contains about 62.5 % of all rodent species considered for the state. The families Sciuridae and Heteromyidae have eight species each (25.0 %), Geomyidae five (8%) and Muridae have only three species (4.5 %). In relation to protected species by the Mexican government, four and one subspecies are subject to special protection, and emphasizes *Xenomys nelsoni* which is within the category of threatened.

**Discussion and conclusions:** The state of Jalisco has considerable richness and concentration of endemic species of rodents; this is basically due to its geographical location in the transition zone between the Nearctic and Neotropical region, and a series of topographic and climatic factors. Comparing the total number of species (64) recorded in Jalisco with other regions such as Chiapas (48 spp.) and Oaxaca (56 spp.) suggests that diversity of rodents Jalisco is high. It should be considered an important Jalisco western Mexico area, not only for biodiversity and many endemic species which houses, but also to promote the conservation of its biological richness.

**Key words:** illustrated key, Jalisco, mammals, Mexico, morphology, rodents.

## Resumen

El estado de Jalisco con solo el 4.0 % (78,588 km<sup>2</sup>) de la superficie nacional, sostiene cerca del 28.0 % (64 spp) de todas las especies de roedores registradas para México (232 spp). Esta riqueza de roedores es claramente conocida y se remite solo a las

<sup>1</sup>Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México E-mail: eggodinez@gmail.com (EGG).

<sup>2</sup>Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México, CP 44101. E-mail: sergioguerrero vazquez@gmail.com (SG).

\*Corresponding author

publicaciones donde citan la presencia de los taxa dentro del límite estatal. Por ende, el presente documento tiene como objetivo proponer una clave ilustrada para facilitar a los especialistas o cualquier interesado, una herramienta que les permita reconocer de manera fiable y precisa las especies de roedores que habitan el estado de Jalisco. Así también, representa un esfuerzo que busca coadyuvar al mejor entendimiento de la variación morfológica que es tan complicado de apreciar en este grupo de vertebrados. La clave para la determinación de los roedores del estado de Jalisco se integró con base en la compilación y análisis de la información bibliográfica, y de la observación puntual de los ejemplares depositados en la colección de mamíferos del Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara (CZUG). Para esto se consideró en primer término la literatura original de descripción de estos taxa, y en su caso para asegurar la determinación correcta de los integrantes de este grupo, se tomaron en cuenta los caracteres diagnósticos que permiten reconocer fácilmente las especies. Con intención de facilitar la comprensión y accesibilidad de la clave a cualquier interesado y no solo a especialistas, ha sido ilustrada con dibujos originales que acompañan al texto en casi todas las expresiones de los estados del carácter. Un total de 64 especies componen la fauna de roedores del estado de Jalisco, las cuales quedan comprendidas en 30 géneros y cinco familias. Como resultado de ello, los roedores son el segundo grupo de mamíferos más diverso en el estado, solo detrás del orden Chiroptera que está representado por 73 especies. Del total de las especies, 18 (28.0 %) son monotípicas y 46 (72.0 %) politípicas. En relación a los endemismos, seis géneros y 29 especies son endémicos a México. La familia mejor representada fue Cricetidae con 40 especies, que representa cerca del 62.5 % del total de especies de roedores consideradas para el estado, seguida de Heteromyidae y Sciuridae con ocho especies cada una. La familia Goemyidae tiene cinco especies y Muridae solo está conformada por tres especies. En relación a la protección por parte del Gobierno Mexicano, cuatro y una subespecie están sujetas a protección especial, y resalta *Xenomys nelsoni* que se encuentra dentro de la categoría de amenazada. El estado de Jalisco tiene una riqueza y concentración de especies endémicas de roedores considerable; esto se debe básicamente a su ubicación geográfica en la zona de transición entre la región Neártica y la Neotropical, y por una serie de factores topográficos y climáticos. Comparando el número total de especies (64) registradas en Jalisco con las de otras regiones del país como Chiapas (48 spp) y Oaxaca (56 spp), sugiere que la diversidad de los roedores de esta entidad es alta. Se trata de una zona importante para el occidente de México, no solo para la biodiversidad y el gran número de especies endémicas que resguarda, sino también para promover la conservación de su riqueza biológica.

**Palabras clave:** clave ilustrada, Jalisco, mamíferos, México, morfología, roedores.

## Introducción

Los roedores son mamíferos que se han adaptado con éxito a una amplia diversidad de tipos de ecosistemas, y por ende, han diversificado en una compleja variedad de formas que se distribuyen por todo el planeta, excepto por la Antártida y en algunas islas oceánicas. Con sus 2,277 especies vivientes, el orden Rodentia destaca por ser el grupo más diverso de mamíferos, ya que representa al 42.0 % de la mastofauna a nivel

mundial (Carleton y Musser 2005). La riqueza de roedores registrada para México es de 232 especies, que corresponde casi a la mitad (49.0 %) del total de mamíferos terrestres del país (Ramírez-Pulido *et al.* 2005).

La fauna de roedores de Jalisco comenzó a ser estudiada a partir del siglo XIX cuando Dugès (1870) y posteriormente Alston (1879-1882) registran cuatro especies de roedores para Jalisco, particularmente de los alrededores de Guadalajara. Poco después, Allen (1889, 1890) enlista como nuevos registros a tres especies y además describe a *Sciurus cervicalis* para la Sierra Volcán-Nevado de Colima al sur del estado.

Estudios posteriores adicionan 35 taxones a la riqueza de roedores de Jalisco, 26 de ellos descritos por vez primera para la entidad (Merriam 1892, 1895, 1897, 1901a, 1901b, 1902; Thomas 1892, 1893a, 1893b, 1893c; Allen 1897; Nelson 1899; Osgood 1900, 1904; Bailey 1902; Elliot 1903; Goldman 1905). Hacia 1906, Allen realiza el primer estudio centrado en el estado de Jalisco en el que reporta un total de 23 taxa. A partir de esta fecha, las aportaciones al conocimiento de la fauna de roedores del estado disminuyó drásticamente, hubo un periodo de poco más de cuatro décadas en el que se dio a conocer la presencia de solo nueve taxa, pertenecientes a los géneros *Peromyscus* (Osgood 1909), *Neotoma* (Goldman 1910), *Liomys* (Goldman 1911), *Reithrodontomys* (Howell 1914) y *Platygeomys* (Goldman 1939). Sin embargo, aunque algunos de estos nombres no se conservan en la actualidad, no fue sino hasta la segunda mitad del siglo pasado cuando la composición taxonómica y nomenclatural de los roedores de Jalisco comenzó a asemejarse a la actual, y fue en este periodo cuando se vio un incremento notable en el número de taxa registrados, a partir de estudios faunísticos detallados (Hooper 1955; Genoways y Jones 1969, 1973; López-Forment *et al.* 1971), descripciones de nuevos taxa para el estado (Baker 1952, 1954; Hooper 1952; Russell 1953, 1957, 1968; Genoways y Jones 1968, 1969; Genoways 1971) y primeros registros (Hooper 1952; Hall y Kelson 1959; Genoways y Jones 1971).

Durante el comienzo de los 90's existió un interés por conocer la fauna de mamíferos de Jalisco, apareciendo un par de trabajos que intentaron resumir el conocimiento hasta entonces acumulado sobre la riqueza mastozoológica de la entidad (Iñiguez y Santana 1993; Guerrero *et al.* 1995). Ambos estudios reconocen 63 especies de roedores con distribución en el estado. Casi una década después, Guerrero y Cervantes (2003) reunieron la información de las colecciones de mamíferos tanto nacionales como extranjeras en el que enlistan 63 especies de roedores. Por su parte, Iñiguez y Santana (2005) mencionan que en la entidad el orden Rodentia está compuesto por 61 especies. Sin embargo, recientemente con base en la información bibliográfica, se reconoció que la fauna de roedores nativa del estado de Jalisco está representada por 60 especies (Godínez *et al.* 2011).

En la actualidad, la adición en el número de taxa registrados para Jalisco está relacionada con la reciente descripción de especies nuevas, la revalidación de varias de ellas en los últimos años y la ampliación del área de distribución conocida para distintas especies.

Así por ejemplo, Mathis *et al.* (2013) mencionan que *Thomomys atrovarius* es un habitante de la región de Bolaños, al norte del estado.

Otras contribuciones aportan los primeros datos sobre biología de poblaciones de ciertas especies de roedores (Mandujano 1997; Vázquez *et al.* 2000; Zalapa *et al.* 2005),

información sobre el uso y relación con el hábitat (Roberts *et al.* 1997; Vázquez-Domínguez *et al.* 2002; Domínguez-Castellanos *et al.* 2007), algunos trabajos relacionados con morfología (Sánchez-Cordero y Villa-Ramírez 1988; Morales y Engstrom 1989), los que determinan el estado taxonómico de algunos taxa (Demastes *et al.* 2003; Hafner *et al.* 2004; Carleton y Arroyo-Cabrales 2009; Hanson *et al.* 2010; Fernández *et al.* 2012), y guías de campo en las que incluyen algunas de las especies (Ceballos y Miranda 1986, 2000).

El estado de Jalisco con solo el 4.0 % (78,588 km<sup>2</sup>) de la superficie nacional, sostiene cerca del 28.0 % (64 spp) de todas las especies de roedores localizadas en México, las cuales están conformadas en 30 géneros y cinco familias. Con ello se puede establecer que el estado es una de las entidades más ricas en este grupo de vertebrados en el país (Ceballos y Oliva 2005), incluso que los estados de Chiapas (48 spp; Retana y Lorenzo 2002) y Oaxaca (56 spp; Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004).

Debido a todo lo antes señalado, en el que se resalta que la diversidad de los roedores del estado de Jalisco es claramente conocida, por ende, el presente documento tiene como objetivo proponer una clave taxonómica ilustrada para facilitar a los especialistas o cualquier interesado, una herramienta que les permita reconocer de manera fiable y precisa las especies de roedores que habitan el estado de Jalisco, con base principalmente en la combinación de caracteres tanto morfológicos somáticos como craneales. Así también, representa un esfuerzo que busca coadyuvar al mejor entendimiento de la variación morfológica que es tan complicado de apreciar en este grupo de vertebrados.

## Material y Métodos

La clave ilustrada para la determinación de los roedores del estado de Jalisco se integró con base en la compilación y análisis de la información bibliográfica, para lo cual se consideró, en primer término, la literatura original de descripción de estos taxa. Para facilitar y en su caso asegurar la determinación correcta de los integrantes de este grupo, se tomaron en cuenta los caracteres diagnósticos que permiten reconocer fácilmente a las especies, enfatizando aquéllos estados del carácter que reflejan las poblaciones de las especies que habitan la entidad. Por tanto, los atributos de los roedores considerados en el presente trabajo se derivaron a partir de los datos de las revisiones taxonómicas de las familias Geomyidae (Merriam 1895), Sciuridae (Nelson 1899; Howell 1938), de los trabajos de algunos miembros de los géneros *Perognathus* (Osgood 1900), *Oryzomys* (Merriam 1901a; Goldman 1918; Carleton y Arroyo-Cabrales 2009), *Peromyscus* (Osgood 1909), *Neotoma* (Goldman 1910; Hall y Genoways 1970), *Reithrodontomys* (Howell 1914; Hooper 1952), *Orthogeomys* (Nelson y Goldman 1930), *Thomomys* (Nelson y Goldman 1934), *Nelsonia* (Hooper 1954), *Baiomys* (Packard 1960), *Pappogeomys* (Russell 1968), *Spermophilus* (Helgen *et al.* 2009), de la especie *Sciurus aureogaster* (Musser 1968), notas sobre faunas locales (Allen 1906; Hooper 1955; Musser 1969; Genoways y Jones 1969, 1973), estudios faunísticos regionales (Carleton 1977), monografías (Hall 1981; Villa-Ramírez y Cervantes 2003), y de guías de campo (Ceballos y Miranda 1986, 2000).

Para elegir los caracteres que conforman las opciones de la clave, se hizo énfasis en la similitud entre taxa, la superposición y apariencia constante de las características que definen las especies; debido a ello, una combinación de un conjunto de caracteres

tanto morfológicos externos como del cráneo se consideran en cada alternativa. Con esto se pretende minimizar los errores cometidos en las determinaciones y conducir al reconocimiento de los integrantes de los roedores de manera fiable y precisa. Se procura también eliminar las dudas que puedan surgir debido a la aparición de caracteres variables, difíciles de definir, y/o de aquéllos con margen de interposición. Debido a lo señalado anteriormente y a lo relativo de algunos de los atributos de los roedores utilizados en este trabajo, los estados del carácter que conducen a determinar correctamente al taxón que se está tratando deben considerarse en conjunto y no individualmente.

Se incluye la distribución geográfica y/o parte del hábitat de cada especie al final de cada alternativa, no como sustituto de un carácter morfológico, sino para reforzar la alternativa que el lector tiene que tomar.

Algunos de los caracteres incluidos se derivaron de otras claves ya existentes (Osgood 1900, 1909; Bailey 1902; Goldman 1910, 1911, 1918; Hooper 1952; Russell 1968; Baker 1969; Anderson 1972; Hall 1981; Jones y Manning 1992; Williams *et al.* 1993; Frey 2007; Mathis *et al.* 2013) y de la observación directa de los ejemplares en cuestión.

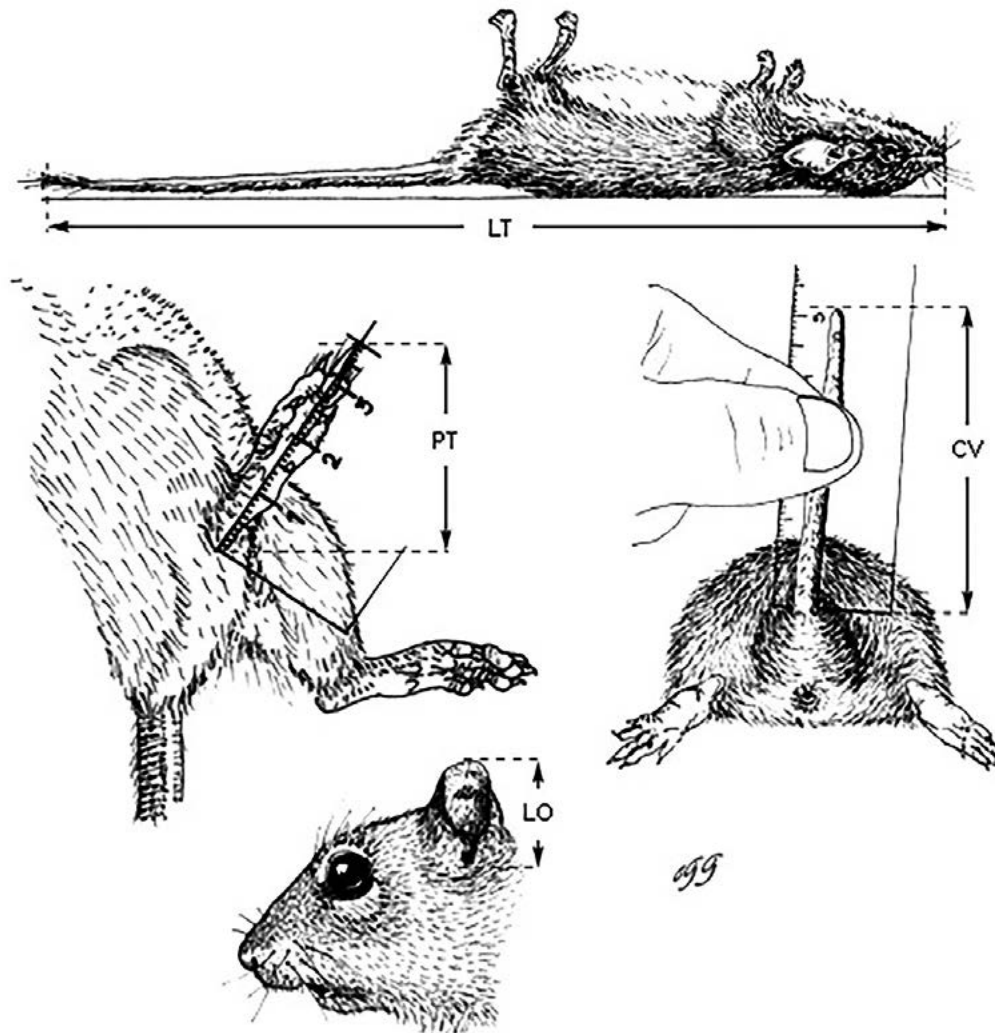
Para evaluar los caracteres considerados en cada alternativa de la clave se partió de la información bibliográfica y de la observación puntual de los ejemplares depositados en la colección de mamíferos del Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara (CZUG).

Con intención de facilitar la comprensión y accesibilidad de la clave a cualquier interesado y no solo a especialistas, se ilustró con dibujos que acompañan al texto en casi todas las expresiones de los estados del carácter. Las ilustraciones son dibujos originales realizados a partir de los ejemplares de colección y en caso de no haber contado con estos se elaboraron a partir de fotografías o de las publicaciones (Osgood 1909; Goldman 1910, 1918; Hooper 1952; Russell 1968; Baker 1969; Anderson 1972; Jones y Manning 1992; Frey 2007).

El formato de la clave es dicotómico y se ha perfilado para ser considerada hasta nivel de especie, siguiendo las recomendaciones de Metcalf (1954) y Mayr (1969) para clave yuxtapuesta. La disposición de las familias de roedores (subclaves), es según al orden filogenético presentado en Godínez *et al.* (2011). La clave se desarrolló primeramente con el objeto de auxiliar en la determinación de los ejemplares adultos y recolectados para ser ingresados a una colección biológica. Sin embargo, este estudio puede ser una herramienta de gran utilidad para trabajar con individuos vivos en campo, ejemplares de museo o en su caso cuando solo se dispone del cráneo. Es preciso resaltar, que al considerar estas alternativas, el lector debe tener la experiencia necesaria para reconocer los caracteres que definen las especies, y con ello considerar solo los atributos de las alternativas que son requeridos. Para esto, se ordenaron los caracteres morfológicos externos siempre al comienzo de cada enunciado, seguida por los del cráneo y se refuerza al final con la distribución o hábitat de la especie en cuestión. Aunado a lo mencionado anteriormente, se atribuye que los caracteres de los roedores empleados en este trabajo son totalmente excluyentes y el número relevante de ilustraciones pueden servir como una excelente referencia.

Las medidas somáticas consideradas en las opciones de las claves se registraron de acuerdo a la propuesta de Hall (1981), y se ilustran en la Figura 1. Las medidas de 20 variables craneales que se especifican en la clave se muestran en la Figura 2 (Hooper 1952; Hall 1981; Patton *et al.* 2008).

Las especies nativas incluidas así como la nomenclatura taxonómica utilizada en este documento está de acuerdo al criterio de Godinez *et al.* (2011). Adicionalmente, se adoptó la propuesta de Hafner *et al.* (2007) quienes asignaron el nombre de *Liomys* como sinonimia de *Heteromys*. Se le asignó el estatus de especie valida al taxón *Dipodomys phillipsi ornatus* siguiendo la recomendación de Fernández *et al.* (2012), y en lo que respecta a la clasificación y distribución del género *Thomomys* se siguió a Álvarez-Castañeda (2010) y Mathis *et al.* (2013). Los tres taxa exóticos miembros de la familia Muridae se integran a este trabajo.

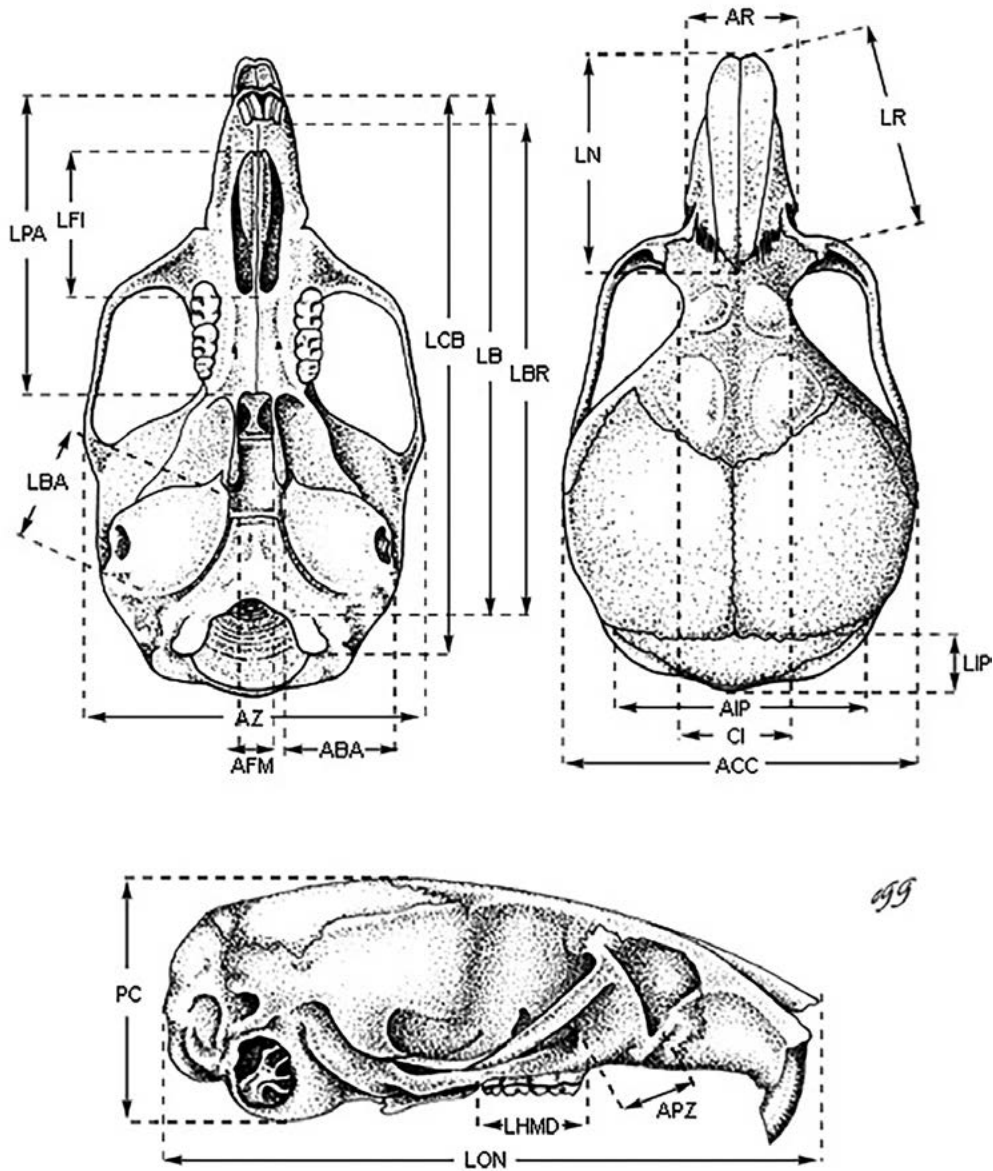


**Figura 1.** Medidas somáticas estándar para mamíferos: longitud total (LT), longitud de la cola vertebral (CV), longitud de la pata trasera (PT) y longitud de la oreja (LO).

### Claves para la determinación de los roedores de Jalisco

#### Clave para las familias de roedores

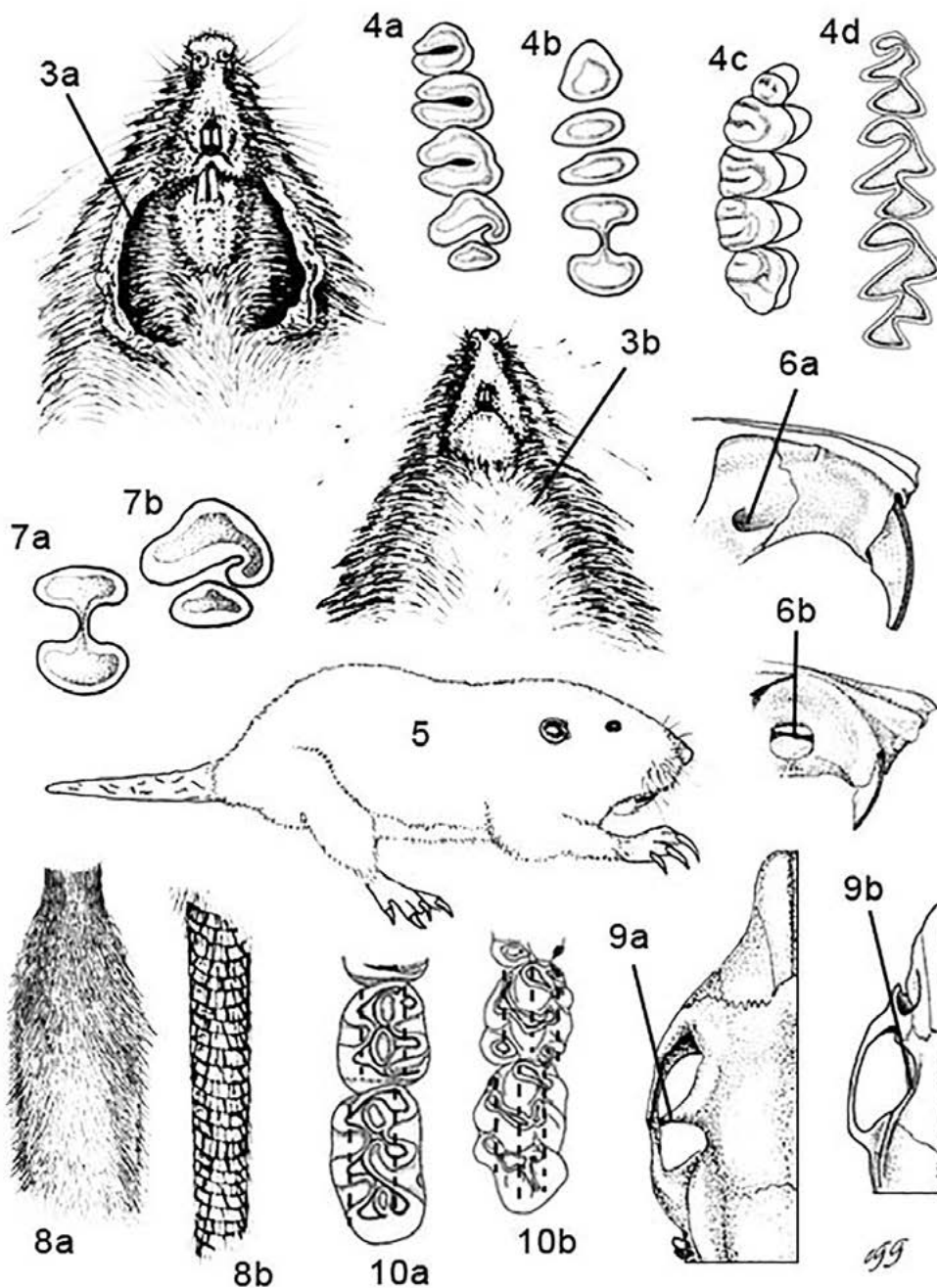
1. Presencia de abazones externos (Fig. 3a); molares bilofodontos, en una disposición bicolumnar o monocolumnar (Fig. 4a, b).....2
- 1'. Ausencia de abazones externos (Fig. 3b); molares con cúspides evidentes o lofos alternos sobre el eje longitudinal del diente (Fig. 4c, d).....3



**Figura 2.** Medidas craneales para roedores consideradas en la clave: longitud occipitonasal (LON), longitud condilobasal (LCB), longitud basal (LB), longitud basilar (LBR), longitud del rostro (LR), ancho del rostro (AR), longitud nasal (LN), anchura zigomática (AZ), anchura de la caja craneana (ACC), constricción interorbital (CI), longitud palatal (LPA), longitud del foramen incisivo (LFI), longitud de la bula auditiva (LBA), anchura de la bula auditiva (ABA), longitud interparietal (LIP), anchura interparietal (AIP), longitud de la hilera molar de dientes (LHMD), anchura de la fosa mesopterigoidea (AFM), anchura de la placa zigomática (APZ) y profundidad del cráneo (PC).

2. Cuerpo alargado con forma de torpedo (Fig. 5; debido a su adaptación fosorial); extremidades reducidas, con los miembros anteriores provistos de garras es proporcionalmente grandes; pabellones auriculares (pina) rudimentarios; la región interorbital está constreñida, su anchura siempre es menor que la del rostro; foramen infraorbital pequeño y desplazado posteriormente hasta la placa zigomática (Fig. 6a); primer premolar superior con forma de reloj de arena (Fig. 7).....Geomyidae
- 2' Cuerpo no en forma de torpedo; las extremidades no están reducidas, los miembros anteriores tienen garras relativamente pequeñas; pabellones auriculares (pina) notoriamente desarrollados; la región interorbital es amplia, su anchura siempre es mayor que la del rostro; el foramen infraorbital es relativamente grande y más bien se encuentra desplazado anteriormente, el cual surge como un gran conducto que se extiende transversalmente por el rostro (Fig. 6b); el primer premolar superior no está constreñido por el centro (Fig. 7b).....Heteromyidae

3. Cola con pelo abundante, por lo común largo y laxo (Fig. 8a); más de tres dientes molariformes, superiores y/o inferiores; proceso postorbital presente y prominente (Fig. 9a)..... Sciuridae
- 3'. Cola con pelo escaso, relativamente corto y ralo (Fig. 8b); solo tres dientes molariformes, superiores y/o inferiores; proceso postorbital ausente (Fig. 9b).....4



4. En general la coloración de estos individuos es marcadamente bicolor, principalmente el color del vientre por lo común contrasta notoriamente con



la del dorso del cuerpo; la cola al menos está parcialmente desnuda y no es conspicuamente escamosa; principalmente en los dos primeros molares hay dos hileras de cúspides arregladas longitudinalmente o, pueden ser molares de corona plana con lofos y pliegues de esmalte dispuestos alternamente (Fig. 10a)...

.....Cricetidae

- 4'. En general la condición bicolor del cuerpo de estos individuos no es tan marcada, principalmente el color del vientre no contrasta claramente con la del dorso del cuerpo; la cola está desnuda y es conspicuamente escamosa; principalmente en los dos primeros molares hay más bien tres hileras de cúspides arregladas longitudinalmente (Fig. 10b).....Muridae

#### Clave para los géneros y especies de la familia Sciuridae

1. El dorso y lados del rostro presentan rayas distintivas claras y oscuras en disposición longitudinal (Fig. 11); canal infraorbital ausente, el cual es remplazado por el foramen infraorbital que forma un pequeño agujero redondeado que pasa a través de la placa zigomática. Se distribuyen en una sola localidad al norte del estado, al noreste de Huejuquilla el Alto.....*Neotamias bulleri*
- 1'. El dorso y lados del rostro no presentan rayas claras y oscuras; canal infraorbital presente, generalmente es como una pequeña hendidura que pasa entre el rostro y la placa zigomática. Se distribuyen en todo el estado.....2
2. Cola densamente peluda y larga (225-310 mm), mayor del 90 % de la longitud de la cabeza y el cuerpo; pelaje del cuerpo relativamente largo, fino y denso; orejas comparativamente largas, siempre sobrepasan notoriamente la corona de la cabeza; las extremidades posteriores son mucho más largas que las anteriores; visto dorsalmente el cráneo no tiene forma triangular, debido que el arco zigomático está casi completamente paralelo al eje longitudinal del cráneo (Fig. 12a); el arco zigomático es más alto que ancho puesto que no se inclina lateralmente (Fig. 13a); escotadura de la placa zigomática al mismo nivel del segundo premolar superior (Fig. 14a); primer premolar superior ausente o vestigial (Fig. 14c).....*Sciurus* 3
- 2'. Cola de escasa a moderadamente peluda y comparativamente corta (60-270 mm), generalmente menor del 95 % de la longitud de la cabeza y el cuerpo; pelaje del cuerpo relativamente corto, áspero y ralo; orejas cortas que usualmente no sobrepasan de forma apreciable la corona de la cabeza (excepto en *Otospermophilus variegatus*); las extremidades posteriores no son más largas que las anteriores; visto dorsalmente el cráneo tiene forma triangular, debido que el arco zigomático converge anteriormente (Fig. 12b); el arco zigomático es más ancho que alto puesto que se inclina lateralmente (Fig. 13b); escotadura de la placa zigomática más bien se encuentra al mismo nivel del primer molar superior (Fig. 14b); primer premolar superior notoriamente desarrollado (Fig. 14d).....5
3. El cuerpo es robusto; el pelo de estos individuos es relativamente largo, denso y laxo; coloración general del cuerpo gris oscuro, impregnado ligeramente de

blanco y amarillo herrumbruso; el amplio anillo ocular y el hocico (blanquecinos) contrastan notoriamente; cola ampliamente bordeada de blanco; el primer premolar superior está ausente. Su distribución está restringida a la parte templada que se localiza por arriba de los 1,400 m de altitud, principalmente desde el norte del estado hacia el sur (a través del centro) hasta la Sierra Volcán-Nevado de Colima, y con poblaciones al norte de la Sierra Madre del Sur.....

.....*Sciurus nayaritensis*

3'. El cuerpo es esbelto; el pelo de estos individuos por lo general es relativamente corto, ralo y tosco; coloración general del cuerpo grisáceo, en ocasiones puede estar impregnado intensamente de negro y amarillento; el angosto anillo ocular y hocico (usualmente de color ante o amarillento) no contrastan claramente; cola angostamente bordeada de blanco; el primer premolar superior es vestigial. En Jalisco se distribuyen en casi todo el territorio (con excepción de Los Altos) y habitan ambientes muy diversos, desde el nivel del mar hasta los 3,400 m de altitud.....4

4. Especie de color grisáceo, teñido marcadamente de negro y amarillento principalmente sobre la línea media dorsal y la cadera; las orejas y el anillo ocular son amarillentos. Su distribución se extiende a través de la planicie costera y las montañas aledañas.....*Sciurus colliaei*

4'. Especie de color grisáceo, con el dorso del cuerpo interrumpido por dos parches (de intensidad variada) de color ante anaranjado o rojizo, uno sobre la nuca y el otro situado en la cadera y base de la cola; orejas de color ante-grisáceo y el anillo ocular puede ser de color ante o blanquecino. Se distribuyen desde el norte, extendiéndose hacia el sur (a través del centro) hasta los límites con los estados de Colima y Michoacán.....*Sciurus aureogaster*

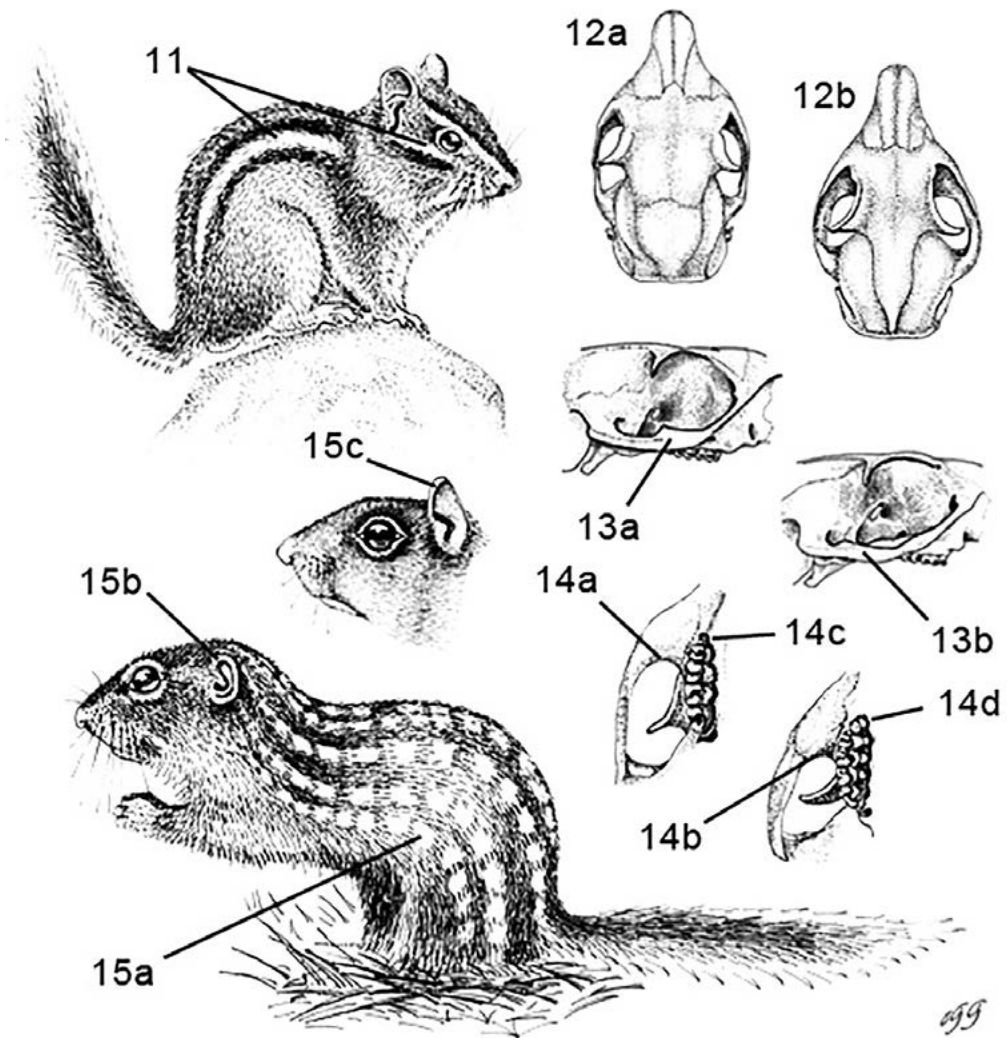
5. Parte dorsal del cuerpo moteado (Fig. 15a); orejas cortas y redondeadas, las cuales nunca sobrepasan el nivel de la corona de la cabeza (Fig. 15b); tienen la base de la cola cilíndrica; el largo de la cola (60-170 mm) es menor del 70 % de la longitud de la cabeza y el cuerpo; cresta del parastilo cambiando fuertemente de dirección al unirse con el protocono en los dos primeros molares superiores.....6

5'. Parte dorsal del cuerpo sin motas; orejas largas que sobrepasan moderada o notoriamente por arriba de la corona de la cabeza (Fig. 15c); no tienen la base de la cola cilíndrica, sino más bien la constitución del pelo se encuentra a todo lo largo homogéneamente distribuido; el largo de la cola (120-270 mm) es mayor del 70 % de la longitud de la cabeza y el cuerpo; cresta del parastilo sin un cambio abrupto de dirección al unirse con el protocono en los dos primeros molares superiores.....7

6. Especie de talla grande, su longitud total es mayor de 260 mm; longitud de la pata trasera mayor de 45 mm; dorso con una serie de manchas (de forma rectangular) claras bien definidas y arregladas en 9 a 13 hileras longitudinales; el extremo distal de la cola nunca es de color negro; cráneo de estructura fuerte y maciza;

el proceso hamular es visible cuando se ve lateralmente, debido a las bulas auditivas que están ligeramente dilatadas (Fig. 16a). En Jalisco esta especie se distribuye en los valles desde el centro-sur del estado, extendiéndose hasta Los Altos y extremo noreste de la entidad.....*Ictidomys mexicanus*

6'. Especie de talla pequeña, su largo total es menor de 260 mm; longitud de la pata trasera menor de 45 mm; dorso con una serie de manchas (de forma circular) claras no bien definidas e irregularmente distribuidas, las que se pierden hacia la parte anterior del cuerpo; el extremo distal de la cola generalmente es de color negro; cráneo de estructura delicada; el proceso hamular no es visible cuando se ve lateralmente, debido a las bulas auditivas que están fuertemente dilatadas (Fig. 16b). En Jalisco esta especie se restringe en la parte semidesértica que se localiza en la región Altos Norte al extremo este-noreste del estado.....*Xerospermophilus pilosoma*



7. Pelaje de la parte superior del cuerpo jaspeado de negro y blanco; orejas muy largas y puntiagudas, las cuales sobrepasan notoriamente la corona de la

cabeza; foramen supraorbital abierto (Fig. 17a); foramen incisivo relativamente largo (Fig. 18a); los parietales presentan un par de tenues protuberancias que se encuentran cerca del extremo posterior del cráneo que al unirse forman una pequeña cresta (Fig. 19a); el primer premolar superior está bien desarrollado (Fig. 20a). Su distribución se extiende a casi todo el territorio (excepto por la vertiente del Pacífico) y se localizan en una gran variedad de condiciones ambientales.....*Otospermophilus variegatus*

7'. Pelaje de la parte superior del cuerpo de aspecto canoso (una mezcla de negruzco y canela); orejas cortas y más o menos redondeadas, las cuales no sobrepasan apreciablemente la corona de la cabeza; foramen supraorbital cerrado (Fig. 17b); foramen incisivo relativamente corto (Fig. 18b); parietales con un par de tenues protuberancias que convergen cerca del extremo posterior del cráneo pero sin formar una cresta (Fig. 19b); el primer premolar superior es diminuto (Fig. 20b). Su distribución se restringe principalmente en la parte tropical que se localiza al oeste-suroeste y extremo sureste de la entidad .....*Notocitellus* 8

8. Ardilla de cuerpo fornido y de gran tamaño, su longitud total es mayor de 380 mm; la cola está bandeada con alrededor de 15 anillos negruzcos (Fig. 21a); mejillas de color pardo anaranjado; anchura interorbital mayor de 13.5 mm. Estos individuos son abundantes al sur (ladera oeste de la Sierra Volcán-Nevado de Colima) y oeste-suroeste del estado, principalmente a lo largo de la costa sur y en sus inmediaciones.....*Notocitellus annulatus*

8'. Ardilla de cuerpo esbelto y de tamaño relativamente pequeño, su longitud total es menor de 380 mm; la cola no está bandeada (Fig. 21b); mejillas de color ante; anchura interorbital menor de 13.5 mm. Estos individuos se conocen de una sola localidad al extremo sureste del estado en el municipio de Jilotlán de los Dolores.....*Notocitellus adocetus*

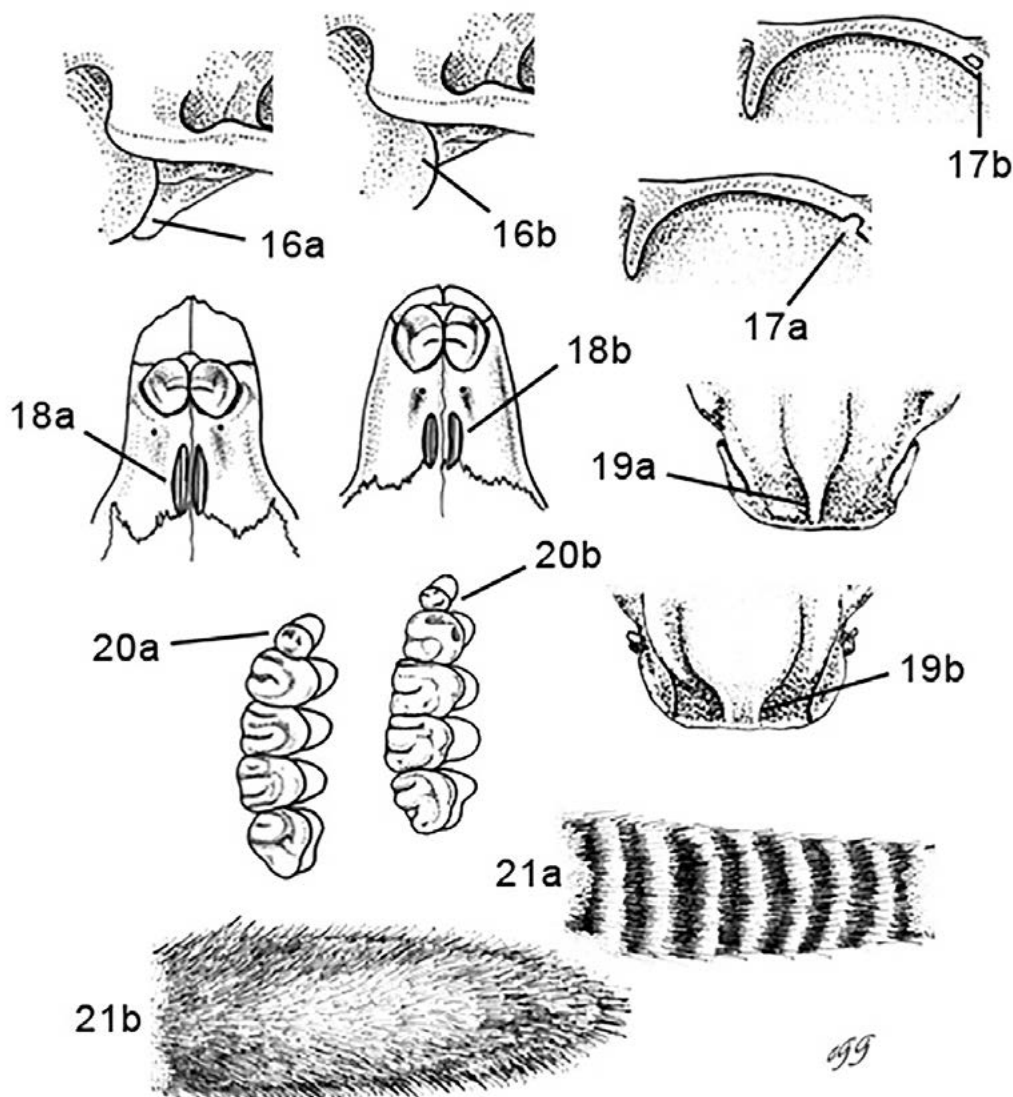
*Clave para los géneros y especies de la familia Heteromyidae*

1. Cuerpo con forma bípeda (debido a su locomoción saltatorial), miembros posteriores desproporcionadamente más grandes que los anteriores (Fig. 22a); planta de la pata trasera cubierta densamente de pelo; muslo con una franja blanca que se extiende desde la parte anterior hasta la base de la cola (Fig. 22c); base anterior del arco zigomático agrandada (Fig. 23a); bulas auditivas excesivamente dilatadas (Fig. 24a).....*Dipodomys* 2

1'. Cuerpo con forma cuadrúpeda (debido a su locomoción cursorial), miembros posteriores no más grandes que los anteriores (Fig. 22b); planta de la pata trasera desnuda o parcialmente cubierta escasamente de pelo; muslo sin franja blanca (Fig. 22d); la base anterior del arco zigomático no está agrandada (Fig. 23b); las bulas auditivas en ocasiones pueden estar algo dilatadas (Fig. 24b).....3

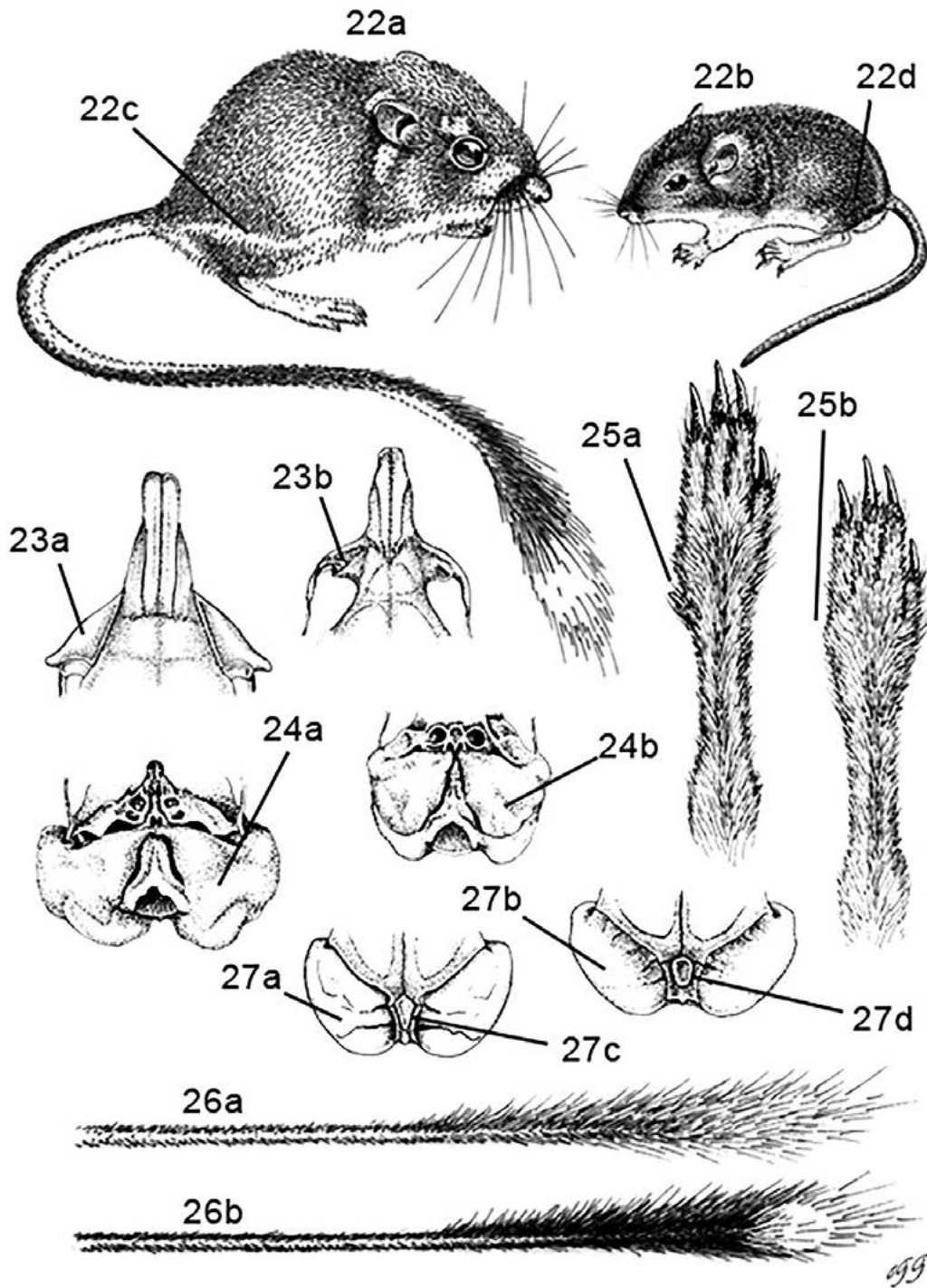
2. Especie con cinco dedos en la pata trasera, el primer dígito (pulgar) es vestigial (Fig. 25a); la cola es relativamente corta (generalmente < 155 mm), por lo común es menor del 150 % de la longitud de la cabeza y el cuerpo; la superficie dorsal y ventral incluyendo la cresta de pelos largos de la porción distal de

la cola, son de color pardo oscuro (Fig. 26a); bulas mastoideas relativamente dilatadas, su anchura generalmente es mayor de 23.8 mm (Fig. 27a); el interparietal es más o menos alargado antero-posteriormente (Fig. 27c). Su distribución se restringe en la región Altos Norte al extremo este-noreste de la entidad.....*Dipodomys ordii*



2'. Especie con cuatro dedos en la pata trasera, el primer dígito (pulgar) está ausente (Fig. 25b); la cola es relativamente larga (generalmente > 155 mm), por lo común es mayor del 150 % de la longitud de la cabeza y el cuerpo; la superficie dorsal y ventral incluyendo la cresta de pelos largos de la porción distal de la cola, son de color negro, excepto por la parte apical que puede ser blanca (Fig. 26b); bulas mastoideas medianamente dilatadas, su anchura generalmente es menor de 23.8 mm (Fig. 27b); el interparietal es más o menos ovalado (Fig. 27d). Se distribuyen al extremo este-noreste y norte del estado.....*Dipodomys ornatus*

3. Superficie anterior de los incisivos superiores con un surco longitudinal (Fig. 28a); el pelaje de los individuos varía de sedoso a una mezcla escasa o moderada de pelos ásperos y finos, y en ocasiones presentan pelos rígidos como espinas sobre el dorso y costados del cuerpo; bulas auditivas dilatadas; las bulas mastoideas están infladas y forman parte de la superficie dorsal del cráneo.....4



3'. Superficie anterior de los incisivos superiores lisa, sin surco longitudinal (Fig. 28b); el pelaje de los individuos es áspero con abundantes pelos rígidos como

espinas sobre el dorso y los costados del cuerpo; bulas auditivas no dilatadas (Fig. 29); las bulas mastoideas no están infladas y nunca forman parte de la superficie dorsal del cráneo (Fig. 30).....*Heteromys* 6

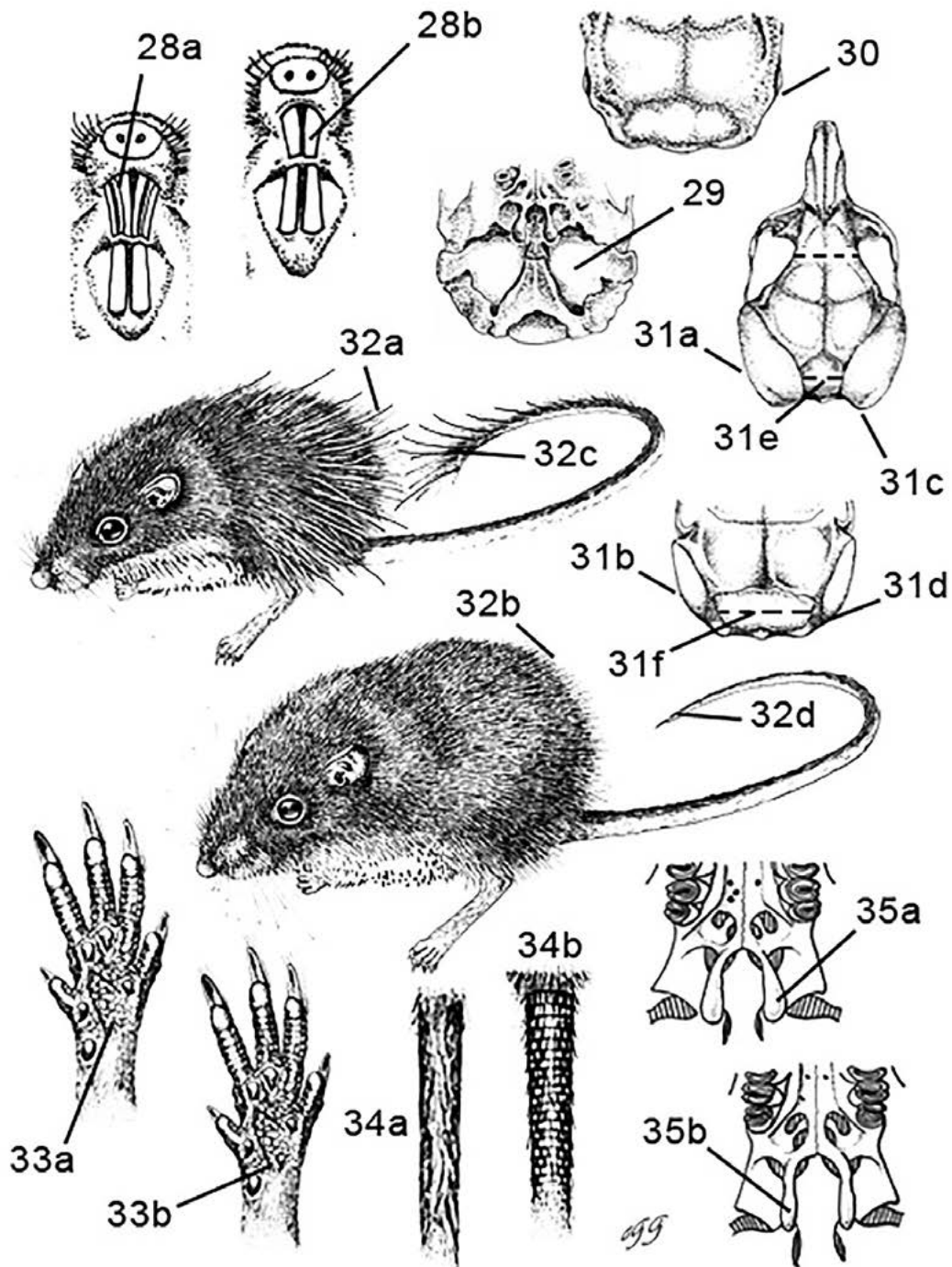
4. Son individuos de talla pequeña (< 130 mm) y de pelaje suave y sedoso; una mancha clara postauricular está presente; la cola siempre es más corta que la cabeza y el cuerpo, por lo general su longitud es menor de 55 mm; bulas mastoideas notoriamente dilatadas, se sobreponen notoriamente sobre la superficie dorsal del cráneo para formar parte considerable de este (Fig. 31a), y se prolongan posteriormente más allá del plano del occipital (Fig. 31c); el interparietal está fuertemente constreñido (Fig. 31e), su anchura es menor que la constricción interorbital. Su distribución comprende los valles del centro-sur del estado, extendiéndose hasta Los Altos y parte del norte de la entidad.....*Perognathus flavus*
4. Son individuos de talla mediana (> 130 mm) y de pelaje comparativamente áspero y cerdoso; nunca presentan una mancha clara postauricular; la cola es igual o mucho más larga que la cabeza y el cuerpo, por lo común su longitud es mayor de 55 mm; bulas mastoideas ligeramente dilatadas, solo se sobreponen levemente sobre la superficie dorsal del cráneo (Fig. 31b) y nunca se prolongan posteriormente más allá del plano del occipital (Fig. 31d); el interparietal no está constreñido, su anchura es mayor que la constricción interorbital (Fig. 31f). Su distribución cubre exclusivamente la región semidesértica de Jalisco, que se localiza en la región Altos Norte y extremo noreste del estado.....*Chaetodipus* 5
5. Pelaje con cerdas numerosas y fácilmente visibles y distribuidas principalmente en torno a la cadera (Fig. 32a); individuos de talla relativamente pequeña y cuerpo esbelto, longitud de cabeza y cuerpo menor de 90 mm; la cola es larga, es mayor del 110 % de la longitud de la cabeza y el cuerpo; cresta de pelos largos sobre la porción terminal de la cola presente y conspicua (Fig. 32c); a menudo presentan aunque bien definida línea lateral estrecha de color ante; anchura interorbital menor de 6.8 mm. Se distribuyen al extremo este-noreste y parte este del norte del estado .....*Chaetodipus nelsoni*
5. Pelaje sin cerdas largas o espinas duras en ninguna parte del cuerpo (Fig. 32b); individuos de tamaño grande y cuerpo fornido, longitud de cabeza y cuerpo mayor de 90 mm; la cola es comparativamente corta, es menor del 110 % de la longitud de la cabeza y el cuerpo; cresta de pelos largos sobre la parte apical de la cola ausente (Fig. 32d); presentan una línea lateral más bien amplia y de color ocre; anchura interorbital mayor de 6.8 mm. La distribución de estos individuos está restringida en la región Altos Norte.....*Chaetodipus hispidus*
6. Extremidades posteriores con 5 tubérculos plantares (Fig. 33a); coloración general del cuerpo pardo grisáceo; línea lateral generalmente presente de color rosa pálido o ante; la cola está cubierta dorsalmente con abundantes pelos largos, de modo que la cola no adquiere una apariencia escamosa (Fig. 34a); los procesos del pterigoideo son anchos (Fig. 35a). En la entidad esta especie se distribuye

- preferentemente en áreas templadas y semiáridas.....*Heteromys irroratus*
- 6'. Extremidades posteriores con 6 tubérculos plantares (Fig. 33b); coloración general del cuerpo pardo rojizo; línea lateral siempre presente de color pardo anaranjado u ocráceo; la cola está cubierta dorsalmente con escasos pelos cortos, de manera que la cola obtiene una apariencia escamosa (Fig. 34b); los procesos del pterigoideo son angostos (Fig. 35b). En el estado se distribuyen principalmente en zonas tropicales.....7
7. Individuos de gran tamaño, longitud de la pata trasera mayor de 30 mm; línea media lateral de color ocre pálido; longitud occipitonasal de 33.0 a 33.5 mm; anchura zigomática mayor de 15 mm. Se distribuyen desde el sur de Mazamitla hasta Pihuamo al sureste del estado.....*Heteromys spectabilis*
- 7'. Individuos de talla mediana a relativamente pequeña, longitud de la pata trasera menor de 30 mm; línea media lateral de color pardo anaranjado; longitud occipitonasal de 28.9 a 32.0 mm; anchura zigomática menor de 15 mm. Se distribuyen desde el centro-este, extendiéndose hacia el occidente y sur-sureste de la entidad, encontrando su límite en el Pacífico y en los estados de Nayarit, Colima y Michoacán.....*Heteromys pictus*

*Clave para los géneros y especies de la familia Geomyidae*

1. Con un surco longitudinal sobre la superficie anterior de los incisivos superiores (Fig. 36a); miembros anteriores provistos de patas grandes y garras relativamente largas y robustas (Fig. 36c); la fosa basitemporal está presente (Fig. 37a).....2
- 1'. Sin un surco longitudinal sobre la superficie anterior de los incisivos superiores (Fig. 36b); miembros anteriores provistos de patas pequeñas y garras comparativamente cortas y esbeltas (Fig. 36d); la fosa basitemporal está ausente (Fig. 37b).....*Thomomys* 4
2. Pelaje áspero, por lo común ralo y cerdoso; pata trasera mayor de 52 mm; cráneo con el rostro relativamente largo y amplio (Fig. 38a); la región interorbital no está constreñida (Fig. 38c), su anchura generalmente es mayor de 11.5 mm. En Jalisco se conocen de una sola localidad al extremo sureste del estado en el municipio de Jilotlán de los Dolores.....*Orthogeomys grandis*
- 2'. Pelaje más bien suave, por lo común denso y laxo; pata trasera menor de 52 mm; cráneo con el rostro relativamente corto y estrecho (Fig. 38b); la región interorbital está fuertemente constreñida (Fig. 38d), su anchura es menor de 11.5 mm. En Jalisco se distribuyen ampliamente, principalmente desde la parte centro-este del estado, extendiéndose hacia el occidente y sur-sureste de esta región.....3
3. Especie de talla relativamente grande, su longitud total es mayor de 270 mm; la pata trasera siempre es mayor de 36 mm; cresta sagital presente (Fig. 38e). Su distribución se extiende entre los 600 y 3,400 m de altitud, desde la parte central del estado y se extiende hacia al sur-sureste hasta los límites con los estados de Colima y Michoacán, y existe una población aislada en el municipio de Lagos de Moreno.....*Cratogeomys fumosus*





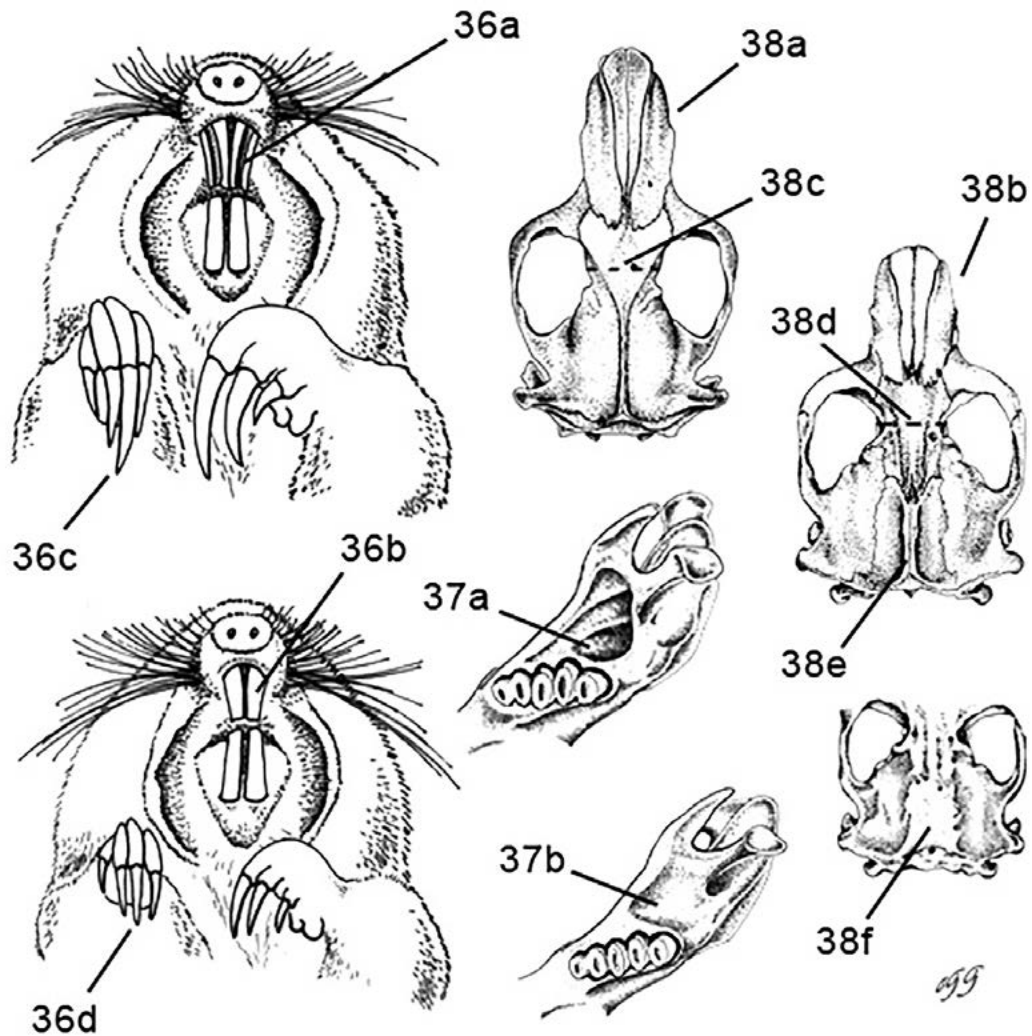
3'. Especie de talla mediana a relativamente pequeña, su longitud total es menor de 270 mm; la pata trasera siempre es menor de 36 mm; cresta sagital ausente (Fig. 38f). Su extensión geográfica se extiende desde el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud en el centro-este del estado, extendiéndose al oeste y sur-suroeste, y existe una población aislada en Mazamitla (Sierra del Tigre).....*Pappogeomys bulleri*

4. En general el pelaje de estos individuos es relativamente áspero y ralo; presentan una coloración pardo oscuro casi negro; los costados no contrastan con el color del dorso del cuerpo; el vientre con la base del pelo gris oscuro y con las puntas solo levemente más claras. La distribución de esta especie está restringida al norte del estado en la región de Bolaños y probablemente se extiende al oeste y sur de esta región, y a través del cauce del río Santiago cerca del límite con Nayarit.....*Thomomys atrovarius*
- 4'. En general el pelaje de estos individuos es relativamente laxo y denso; presentan una coloración pardo castaño; los costados contrastan claramente con el color del dorso del cuerpo; el vientre con la base del pelo gris y las puntas de color leonado. La distribución de esta especie se extiende a través del norte y extremo este de Los Altos, en los límites con los estados de Aguascalientes, Guanajuato y Zacatecas, y probablemente también desde el municipio de Huejucar hasta Totatiche en el noreste de la entidad.....*Thomomys umbrinus*

*Clave para los géneros y especies de la familia Cricetidae*

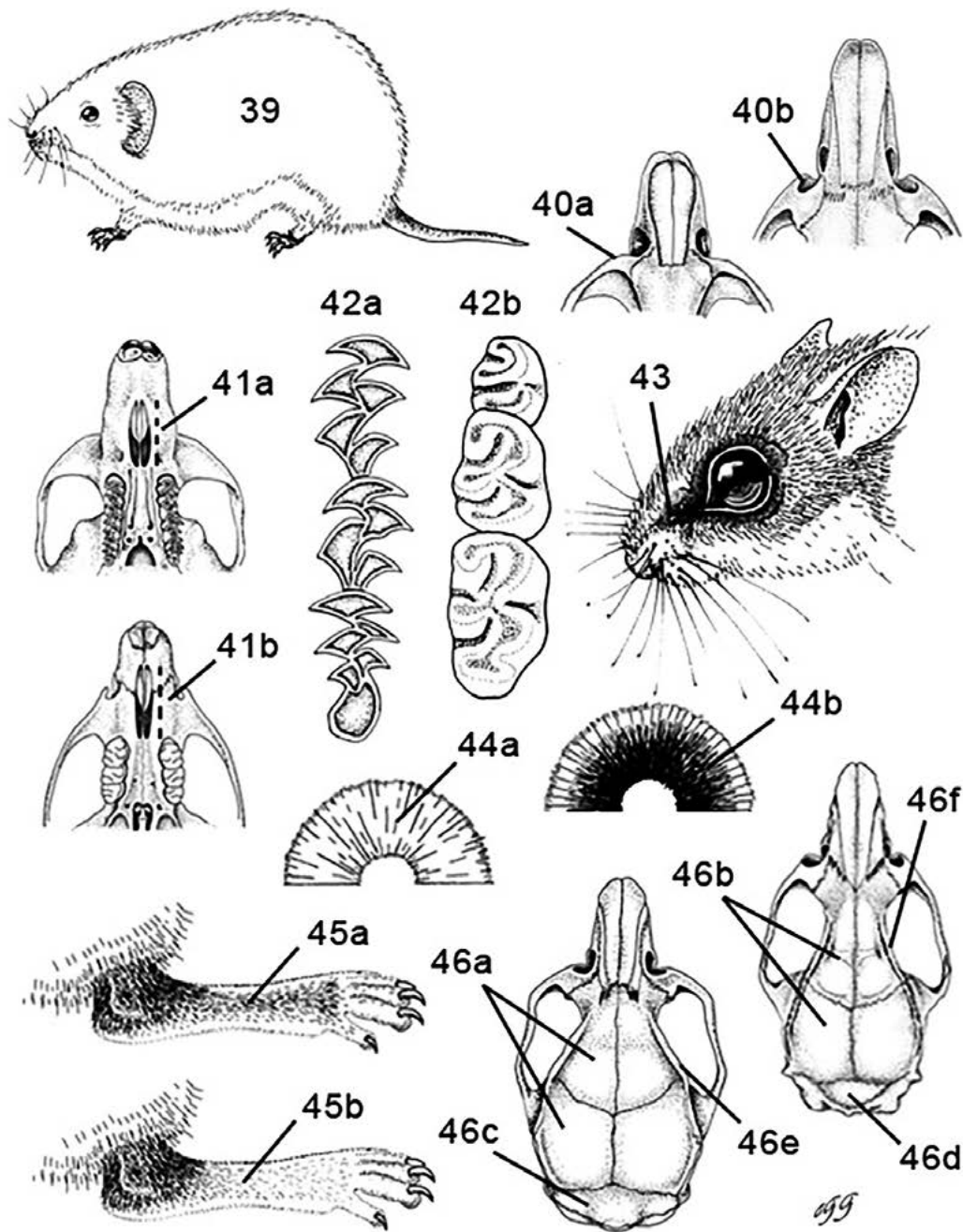
1. Especie de complexión redonda y cola relativamente corta, su longitud es menor del 35 % de la longitud de cabeza y cuerpo (Fig. 39); las orejas son pequeñas y poco conspicuas, ya que se encuentran casi completamente ocultas entre el pelo denso; borde dorsal del foramen infraorbital sin muesca (Fig. 40a); el foramen incisivo es notoriamente menor que la hilera superior de dientes (Fig. 41a); molares con la superficie oclusal plana y un patrón complejo del esmalte en forma de triángulos alternos a un lado y otro del eje longitudinal (Fig. 42a). Su distribución se restringe en los zacatonales de alta montaña que se localizan principalmente al sur y suroeste del estado, y probablemente al noroeste de Magdalena.....*Microtus mexicanus*
- 1'. Especie de complexión alargada y cola relativamente larga, su longitud es mayor del 35 % de la longitud de cabeza y cuerpo; las orejas por lo común son grandes y conspicuas, ya que se encuentran casi completamente visibles sobre el pelo; borde dorsal del foramen infraorbital con una muesca dirigida posteriormente (Fig. 40b); el foramen incisivo es igual o claramente mayor que la hilera superior de dientes (Fig. 41b); superficie oclusal de los molares con dos hileras de cúspides arregladas longitudinalmente, o molares de corona plana que disponen más bien de un patrón complejo de pliegues y lofos dispuestos alternadamente (Fig. 42b). Su distribución cubre todos los tipos de vegetación del estado y se localizan principalmente desde el nivel del mar hasta los 3,700 m de altitud.....2
2. Presentan una mancha ocular oscura que se extiende hasta la base de la nariz y vibras (Fig. 43); pelo de la región ventral completamente blanco (Fig. 44a); la cola es monocolor y afelpada, y la porción distal está cubierta por un mechón conspicuo de pelos largos; superficie dorsal de la pata posterior oscura (Fig. 45a); cráneo con los parietales y frontales relativamente amplios (Fig. 46a); el interparietal separa completamente los parietales del occipital (Fig. 46c);

región supraorbital fuertemente crestada (Fig. 46e). En Jalisco se distribuyen exclusivamente en la costa sur.....*Nyctomys sumichrasti* 2'. No presentan mancha ocular oscura; pelo de la región ventral generalmente con la base oscura (Fig. 44b); la cola por lo común es bicolor y puede estar cubierta con pelo principalmente sobre la región dorsal, y en la parte distal por lo general no existe un mechón conspicuo de pelos largos; superficie dorsal de la pata posterior usualmente clara (Fig. 45b); parietales y frontales relativamente angostos (Fig. 46b); el interparietal no separa completamente los parietales del occipital (Fig. 46d); región supraorbital con los bordes lisos o rara vez con leves protuberancias (Fig. 46f; excepto en *Xenomys nelsoni*). Se distribuyen en todo el territorio estatal.....3



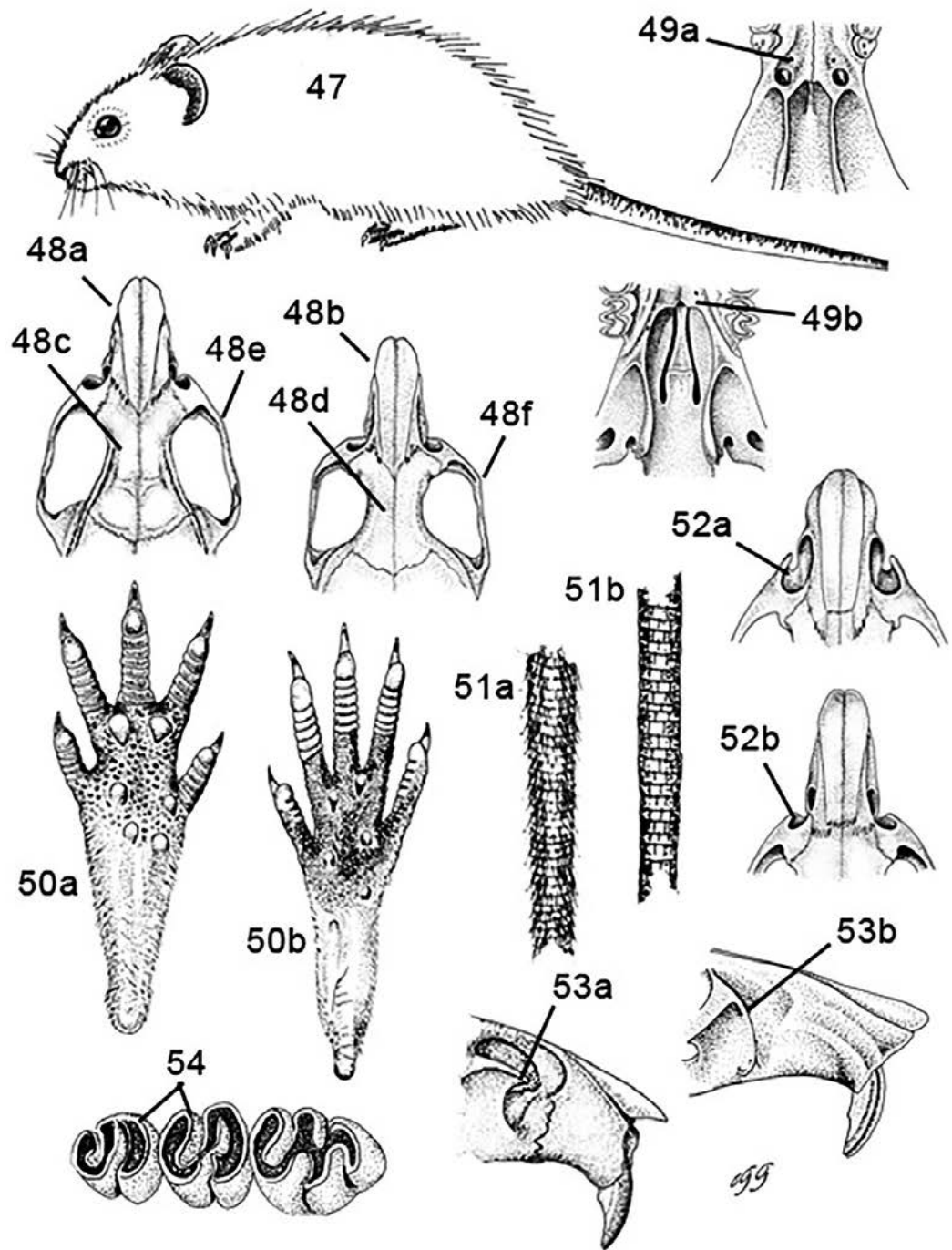
3. Pelaje de la parte superior del cuerpo largo y áspero a bastante hirsuto; la apariencia general de estos individuos es más o menos redondeada con una cabeza aguda y un cuello poco definido (Fig. 47); las orejas son relativamente pequeñas y poco conspicuas; cráneo con el rostro relativamente corto y agudo (Fig. 48a);

la región interorbital con forma de cuña (Fig. 48c); el arco zigomático converge claramente por su porción anterior, de manera que la parte anterior del cráneo (anterior a la caja craneana) tiene forma triangular (Fig. 48e); palatino con dos fosas postero-laterales profundas y en ocasiones perforadas (Fig. 49a).....4



3'. Pelaje de la parte superior del cuerpo varía de corto a largo pero por lo general laxo y suave; la apariencia general de estos individuos es distinta a lo descrito anteriormente; las orejas por lo general son relativamente grandes y conspicuas; cráneo con el rostro comparativamente largo y con la punta no más estrecha

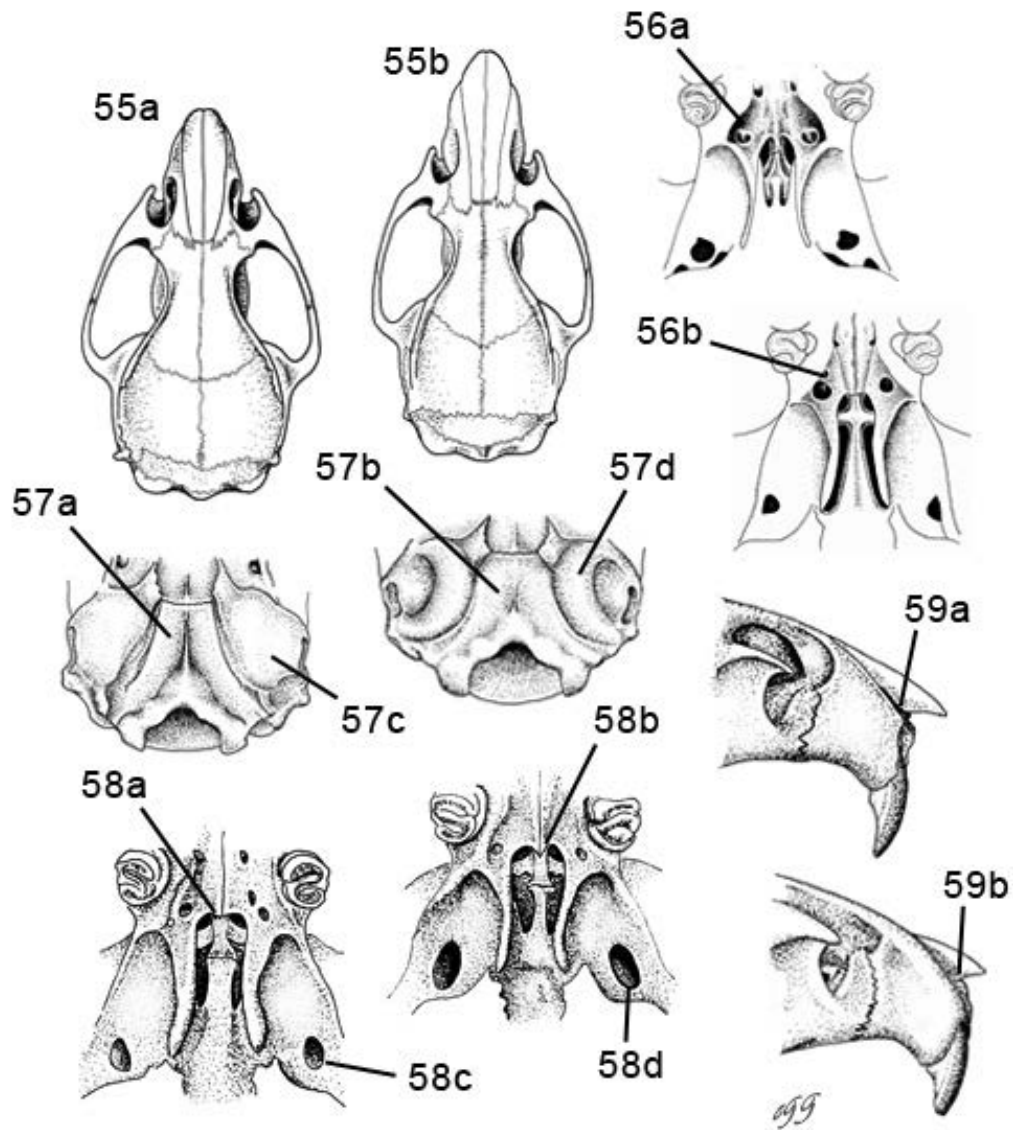
que la base (Fig. 48b); la región interorbital generalmente es redondeada, por lo común en forma de reloj de arena (Fig. 48d); el arco zigomático no converge notoriamente por su parte anterior, de modo que la parte anterior del cráneo (anterior a la caja craneana) no tiene forma triangular (Fig. 48f); palatino sin fosas postero-laterales (Fig. 49b).....1



4. Pelaje largo e hirsuto y entremezclado notoriamente con pelos claros, de manera que el pelo adquiere un aspecto canoso; coloración general no claramente bicolor, principalmente el color de las patas no contrasta con la del dorso del

- cuerpo; patas traseras robustas y con los dedos externos relativamente cortos los cuales nunca sobrepasan el nivel de la base de los tres dedos internos (Fig. 50a); la cola por lo general es más corta que la cabeza y el cuerpo, y está cubierta con pelos claramente visibles (Fig. 51a); muesca sobre el borde dorsal del foramen infraorbital profunda, visto dorsalmente (Fig. 52a); parte antero-dorsal de la pared externa del foramen infraorbital o placa zigomática con un proceso espinoso (Fig. 53a); los dos últimos molares muestran una configuración en forma de "S" o "E" (Fig. 54).....*Sigmodon* 5
- 4'. Pelaje largo y áspero y sin pelos claros entremezclados; coloración del cuerpo claramente bicolor, principalmente el color de las patas contrasta claramente con la del dorso del cuerpo; patas traseras esbeltas y con los dedos externos relativamente largos, al menos el quinto dedo sobrepasa notoriamente el nivel de la base de los tres dedos internos (Fig. 50b); la cola siempre es más larga que la cabeza y el cuerpo, y está cubierta con pelos poco visibles (Fig. 51b); muesca sobre el borde dorsal del foramen infraorbital moderadamente profunda, visto dorsalmente (Fig. 52b); parte antero-dorsal de la placa zigomática lisa, sin proceso espinoso (Fig. 53b); los dos últimos molares nunca tienen un patrón en forma de "S" o "E" .....8
5. Especie con la región ventral oscura, de color ante-ocráceo; dorso del cuerpo entremezclado contrastantemente con pelos claros; la cola es monocolor (generalmente negruzca) y está cubierta con abundantes pelos largos, lo cual le da una apariencia no escamosa; cráneo relativamente corto y ancho (Fig. 55a); las fosas palatinas son profundas (Fig. 56a). Su distribución se extiende desde la parte centro-este del estado, hasta la región de Los Altos y norte de la entidad, principalmente en zonas semiáridas.....*Sigmodon fulviventer*
- 5'. Especie con la región ventral clara, generalmente de color blanquecino; dorso del cuerpo entremezclado no contrastantemente con pelos claros; la cola es bicolor y está cubierta con escasos pelos cortos, lo cual le da una apariencia escamosa; cráneo relativamente largo y angosto (Fig. 55b); las fosas palatinas son poco profundas (Fig. 56b). Su distribución se extiende a todo el estado, desde las tierras bajas tropicales a través de la vertiente del Pacífico, hasta el zacatonal alpino de la cima de las montañas más altas de la entidad.....6
6. Son individuos de pelo relativamente hispido; dorso del cuerpo impregnado de un lustroso color ante grisáceo; basioccipital largo y angosto (Fig. 57a); las bulas auditivas son alargadas (Fig. 57c). Se distribuyen en casi todo el estado.....7
- 6'. Son individuos de pelo relativamente laxo; dorso del cuerpo impregnado de un deslustrado color pardo amarillento o anaranjado; basioccipital corto y ancho (Fig. 57b); las bulas auditivas son estrechas y redondeadas (Fig. 57d). Su distribución está restringida al occidente y sur de la entidad.....*Sigmodon alleni*
7. Longitud de la pata trasera mayor de 34 mm; cuerpo con el dorso de color ante canela pálido o ante grisáceo; parte superior y lados de la nariz teñidos

conspicuamente de pardo herrumbroso o ante; superficie dorsal de la pata trasera de color gris pardusco; espina posterior del palatino ausente o ligeramente desarrollada (Fig. 58a); el foramen oval es relativamente pequeño menor que la mitad del diámetro del tercer molar superior (Fig. 58c); nasales con los bordes laterales generalmente rectos o ligeramente cóncavos (Fig. 59a). En el estado se distribuyen extensamente (excepto en Los Altos Norte) y cubren una gran variedad de condiciones ambientales, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 2,200 m de altitud.....*Sigmodon mascotensis*



7'. Longitud de la pata trasera menor de 34 mm; cuerpo con el dorso de color ante grisáceo claro; parte superior y lados de la nariz teñidos tenuemente de amarillento; superficie dorsal de la pata trasera de color gris plateado; espina posterior del palatino bien desarrollada (Fig. 58b); el foramen oval es relativamente grande, igual o mayor que la mitad del diámetro del tercer molar superior (Fig. 58d);

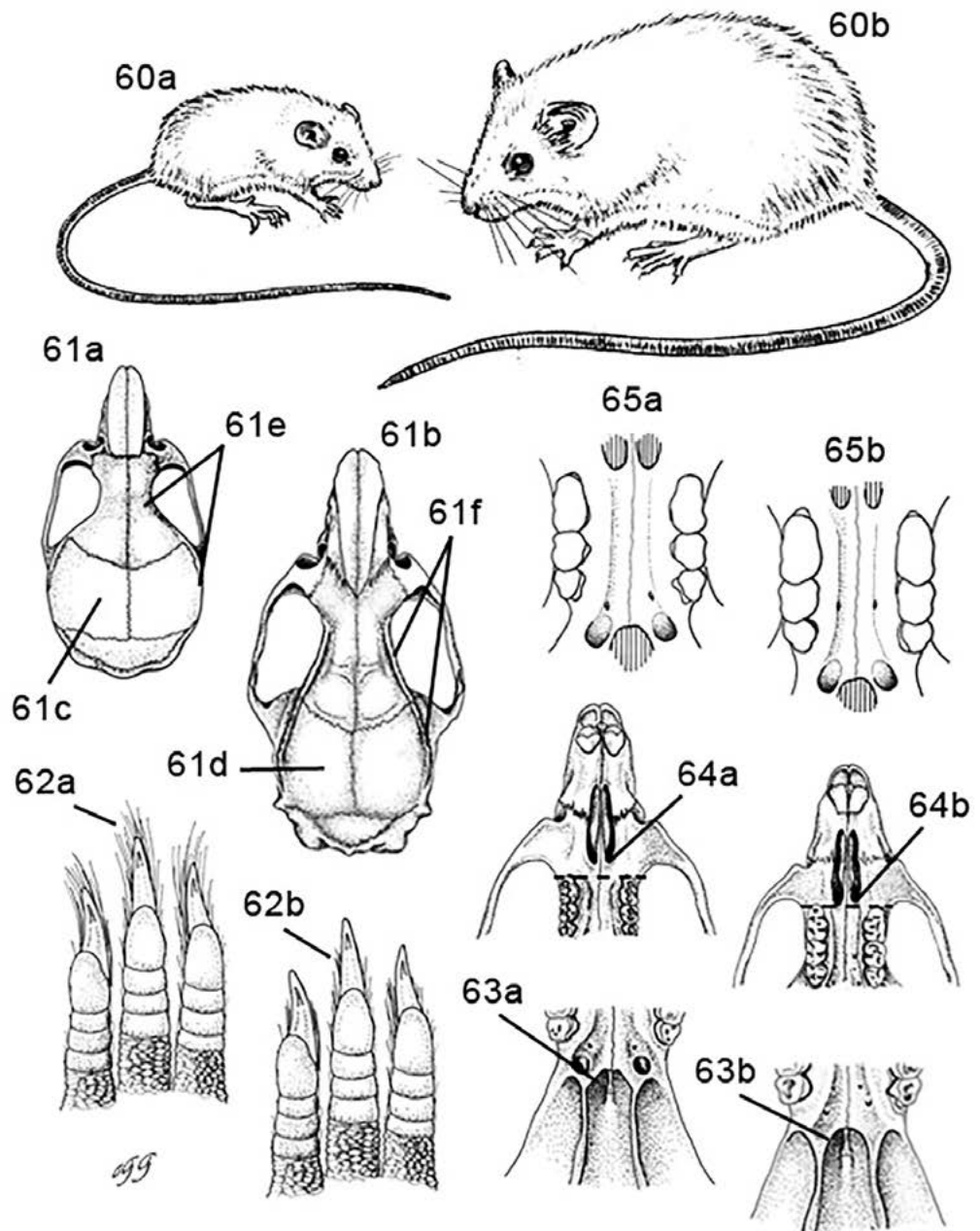
nasales con los bordes laterales cóncavos (Fig. 59b). En Jalisco se distribuyen desde la parte centro-sur, extendiéndose hacia toda la región de Los Altos y norte del estado, principalmente en altitudes mayores a los 1,200 m.....  
 .....*Sigmodon hispidus*

8. Individuos de talla relativamente pequeña (< 210 mm) y de complexión esbelta (Fig. 60a); longitud de la pata trasera menor de 25 mm; el cráneo es de estructura delicada (Fig. 61a); caja craneana redondeada (Fig. 61c); las crestas temporales y supraorbitales están ausentes (Fig. 61e). Se distribuyen en altitudes bajas (< 1,400 m) a través de la vertiente del Pacífico y extremo sureste del estado.....*Oligoryzomys fulvescens*
- 8'. Individuos de talla relativamente grande (> 210 mm) y de complexión robusta (Fig. 60b); longitud de la pata trasera mayor de 25 mm; el cráneo es de estructura maciza (Fig. 61b); caja craneana alargada (Fig. 61d); las crestas temporales y supraorbitales están presentes y bien desarrolladas (Fig. 61f). Se distribuyen desde el centro-este hasta el occidente y sur de la entidad, principalmente desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 2,200 m de altitud,.....*Oryzomys* 9
9. Pata trasera con pelos digitales que se proyectan notoriamente más allá del extremo superior de las garras de los tres dedos más largos (Fig. 62a); son de tamaño pequeño generalmente su longitud total es menor de 245 mm; el borde post-palatal está en ángulo truncado, de manera que el borde adquiere una configuración más o menos en forma trapezoidal (Fig. 63a); margen posterior del foramen incisivo generalmente no se extiende hasta el nivel de la parte anterior del primer molar superior (Fig. 64a). Su distribución se extiende a través de la planicie costera y las montañas aledañas.....*Oryzomys melanotis*
- 9'. Pata trasera con pelos digitales que no se proyectan más allá del extremo superior de las garras de los tres dedos más largos (Fig. 62b); son de talla grande generalmente su longitud total es mayor de 245 mm; el borde post-palatal está en ángulo re-entrante, de modo que el borde adquiere una configuración en forma de "V" (Fig. 63b); el margen posterior del foramen incisivo se extiende hasta el nivel de la parte anterior el primer molar superior (Fig. 64b). Su distribución se extiende desde del centro-este de la entidad, extendiéndose hasta el oeste y sur encontrando su límite en el Pacífico y los estados de Colima, Michoacán y Nayarit.....10
10. Especie de talla mediana, longitud total entre 195 a 305 mm; pata trasera entre 26 a 35 mm de longitud; longitud de la cola entre 100 a 165 mm; longitud occipitonasal entre 26 a 34 mm; los molares en esta especie son relativamente esbeltos en comparación al tamaño del hueso palatal (Fig. 65a). Se distribuyen ampliamente en las tierras bajas del occidente (ladera oeste de la Sierra Madre del Sur) y extremo sur-sureste del estado, principalmente por debajo de los 1,600 m de altitud.....*Oryzomys mexicanus*
- 10'. Especie de talla grande, longitud total entre 240 a 345 mm; pata trasera entre 34 a 38 mm de longitud; longitud de la cola entre 140 a 170 mm; longitud occipitonasal entre 31 a 34 mm; los molares en esta especie son



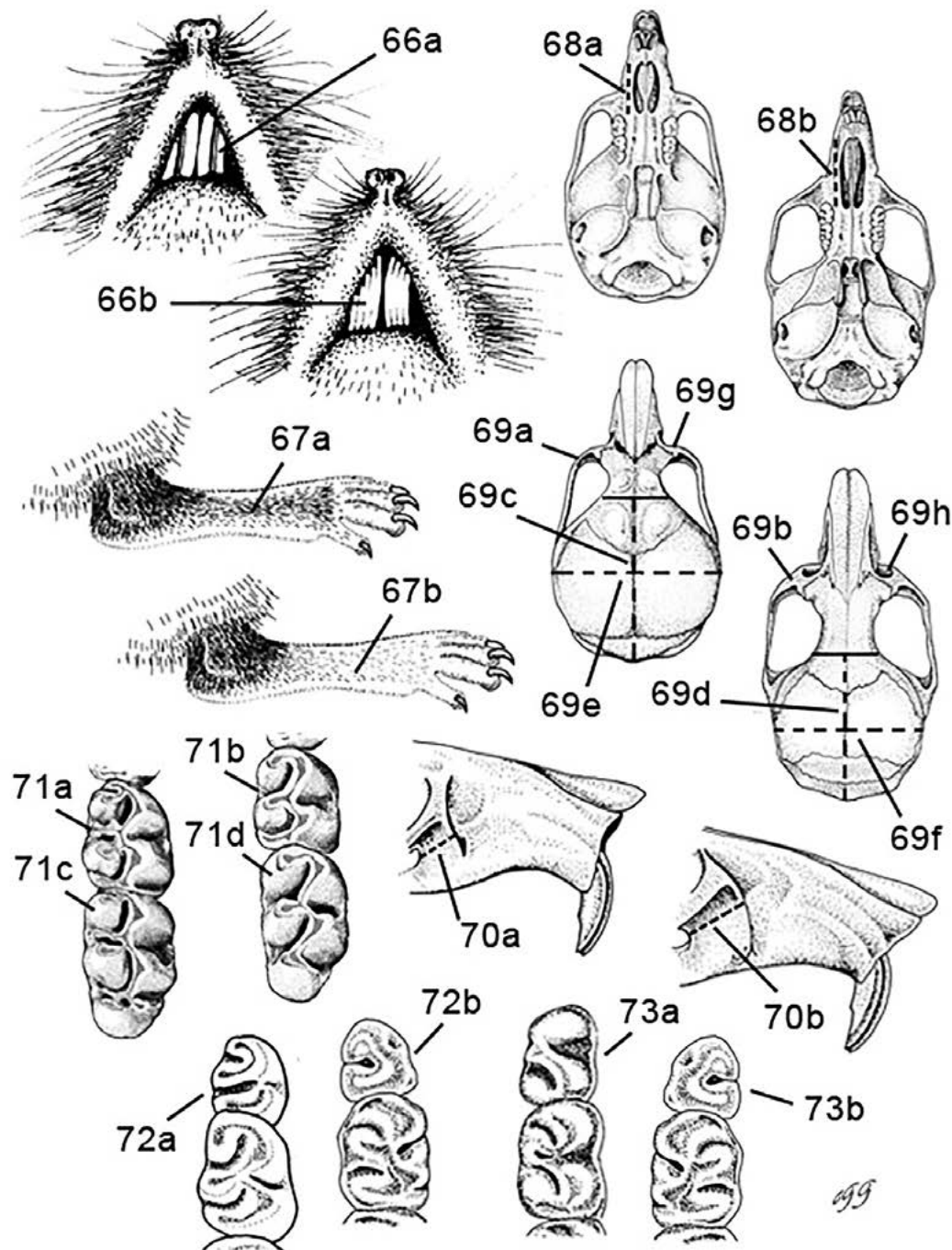
relativamente robustos en comparación al tamaño del hueso palatal (Fig. 65b). Su distribución se restringe en áreas de elevaciones moderadas de toda la parte central del estado, por lo común entre los 1,200 a 2,200 m de altitud.....*Oryzomys albiventer*

11. Superficie anterior de los incisivos superiores con un surco longitudinal (Fig. 66a).....*Reithrodontomys* 12  
 11'. Superficie anterior de los incisivos superiores sin surco longitudinal (Fig. 66b)...  
 .....19



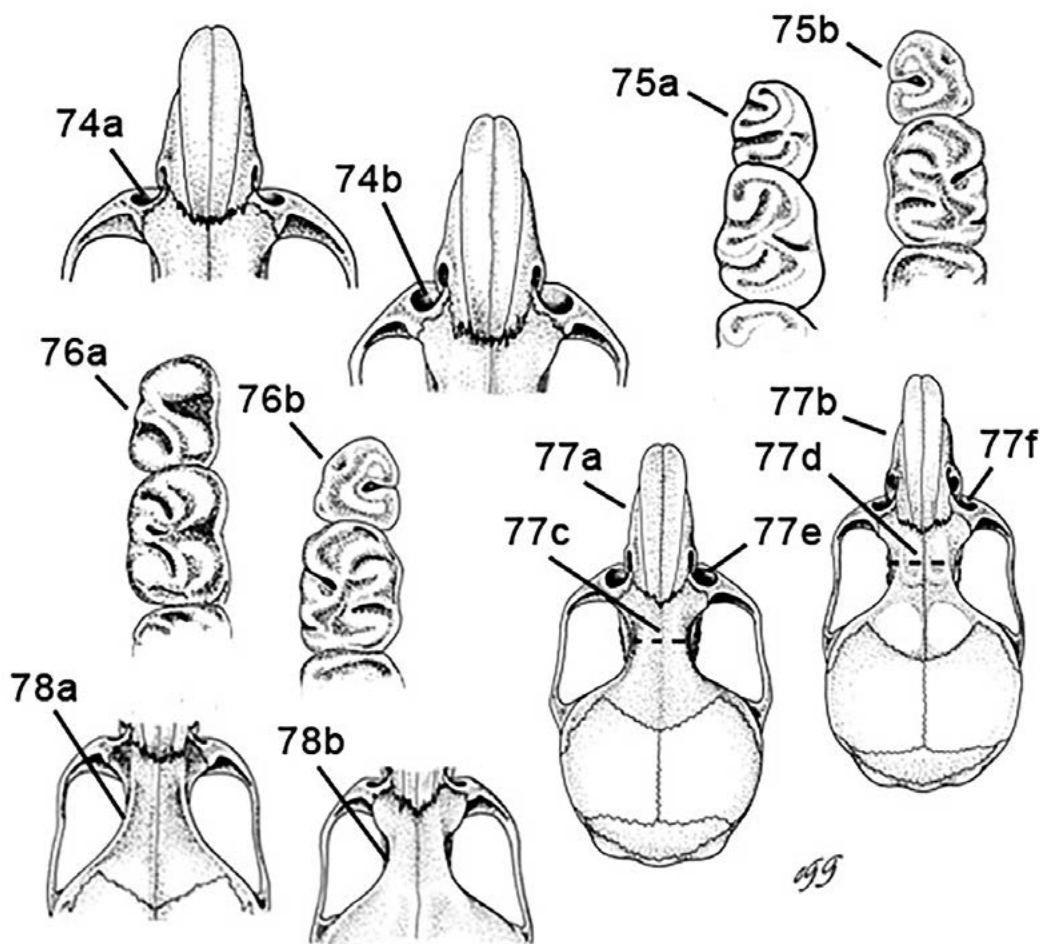
12. Cola monocolor; superficie dorsal de la pata trasera oscura hasta la base de los dedos (Fig. 67a); el foramen incisivo es relativamente corto, es menor del 18 % de la longitud occipitonasal (Fig. 68a); porción anterior del arco zigomático de estructura delicada (Fig. 69a); parte posterior del cráneo (posterior a la

constricción interorbital) notoriamente más largo que la porción anterior (Fig. 69c); la caja craneana es muy amplia, su anchura es mayor que la del arco zigomático (Fig. 69e); muesca sobre la parte dorsal del foramen infraorbital no distintiva (Fig. 69g); placa zigomática angosta, su anchura es igual que el de la fosa mesopterigoidea (Fig. 70a); patrón molar complejo, las cúspides accesorias están presentes usualmente en todos los molares (Fig. 71a); las cúspides principales particularmente las de los molares superiores están casi opuestas en posición (Fig. 71c). Esta especie se conoce de una sola localidad en la Sierra Volcán-Nevado de Colima al sur de la entidad.....*Reithrodontomys mexicanus*



- 12'. Cola por lo común bicolor; la superficie dorsal de la pata trasera generalmente es clara hasta la base de los dedos (Fig. 67b); el foramen incisivo es relativamente largo, es mayor del 18 % de la longitud occipitonasal (Fig. 68b); porción anterior del arco zigomático de estructura maciza (Fig. 69b); parte posterior del cráneo (posterior a la constricción interorbital) igual o notoriamente más corta que la porción anterior (Fig. 69d); la caja craneana es angosta, su anchura es menor que la del arco zigomático (Fig. 69f); muesca sobre la parte dorsal del foramen infraorbital distintiva (Fig. 69h); placa zigomática amplia, su anchura es mayor que el de la fosa mesopterigoidea (Fig. 70b); patrón molar simple, las cúspides accesorias generalmente están ausentes (Fig. 71b); las cúspides principales particularmente las de los molares superiores están más bien alternas en posición (Fig. 71d). Se distribuyen en todo el estado.....13
13. Individuos de talla relativamente pequeña, su longitud total es menor de 170 mm; la longitud de la cola generalmente es menor de 90 mm; longitud occipitonasal menor de 23 mm; anchura de la caja craneana menor de 10.5 mm.....14
- 13'. Individuos de talla mediana a relativamente grande, su longitud total es mayor de 170 mm; el largo de la cola generalmente es mayor de 90 mm; longitud occipitonasal mayor de 23 mm; anchura de la caja craneana mayor de 10.5 mm .....16
14. La cola es relativamente larga, su longitud generalmente es mayor del 120 % de la longitud de cabeza y cuerpo; la coloración del dorso varía de amarillo pardusco a canela; pabellón auricular con la parte interna revestida de numerosos pelos cortos de color amarillento o rojizo; en el tercer molar superior el primer pliegue primario es tan largo o más que el segundo pliegue primario y el pliegue mayor está bien desarrollado, algunas veces continúa hasta el primer pliegue primario, de manera que la superficie oclusal del diente adquiere una configuración en forma de "E" (Fig. 72a); en el tercer molar inferior el pliegue mayor es al menos tan largo que el primer pliegue primario, por lo cual la superficie oclusal del diente tiene una forma de "S" (Fig. 73a). En Jalisco se distribuyen desde la parte baja tropical a través de la vertiente del Pacífico hasta las zonas templadas de altitudes moderadas (< 2,200 m ), y en la región semiárida del estado.....*Reithrodontomys fulvescens*
- 14'. La cola es relativamente corta, su longitud generalmente es menor del 120 % de la longitud de cabeza y cuerpo; el color del dorso varía de pardo a ante grisáceo; pabellón auricular con la parte interna cubierta con escasos pelos cortos de color negro y canela; en el tercer molar superior el primer pliegue primario es más corto que el segundo pliegue primario y el pliegue mayor es indistinto (a lo mucho amplio), de modo que la superficie oclusal del diente adquiere una configuración en forma de "C" (Fig. 72b); en el tercer molar inferior el pliegue mayor es más corto que el primer pliegue primario, con ello la superficie oclusal del diente obtiene una forma de "C" (Fig. 73b). En Jalisco se distribuyen principalmente en las áreas templadas (excepto las de la Sierra Madre del Sur) y semiáridas.....15

15. Cola generalmente mayor del 116 % de la longitud de cabeza y cuerpo; el dorso del cuerpo es de color pardo rojizo; vientre oscuro, de color ante oscuro o canela; la muesca sobre el borde dorsal del foramen infraorbital es poco profunda (Fig. 74a). Se distribuyen en las zonas altas templadas (> 1,800 m de altitud), desde el norte hasta la Sierra Volcán-Nevado de Colima al sur del estado.....*Reithrodontomys zacatecae*
15. Cola por lo común menor del 116 % de la longitud de cabeza y cuerpo; el dorso del cuerpo varía de pardo oscuro a ante grisáceo; vientre claro, de color blanco o ante blanquecino; la muesca sobre el borde dorsal del foramen infraorbital es profunda (Fig. 74b). Se distribuyen desde los valles y zona montañosa del centro del estado, hasta la parte semiárida de Los Altos, principalmente habitan en altitudes por arriba de los 1,200 m.....*Reithrodontomys megalotis*



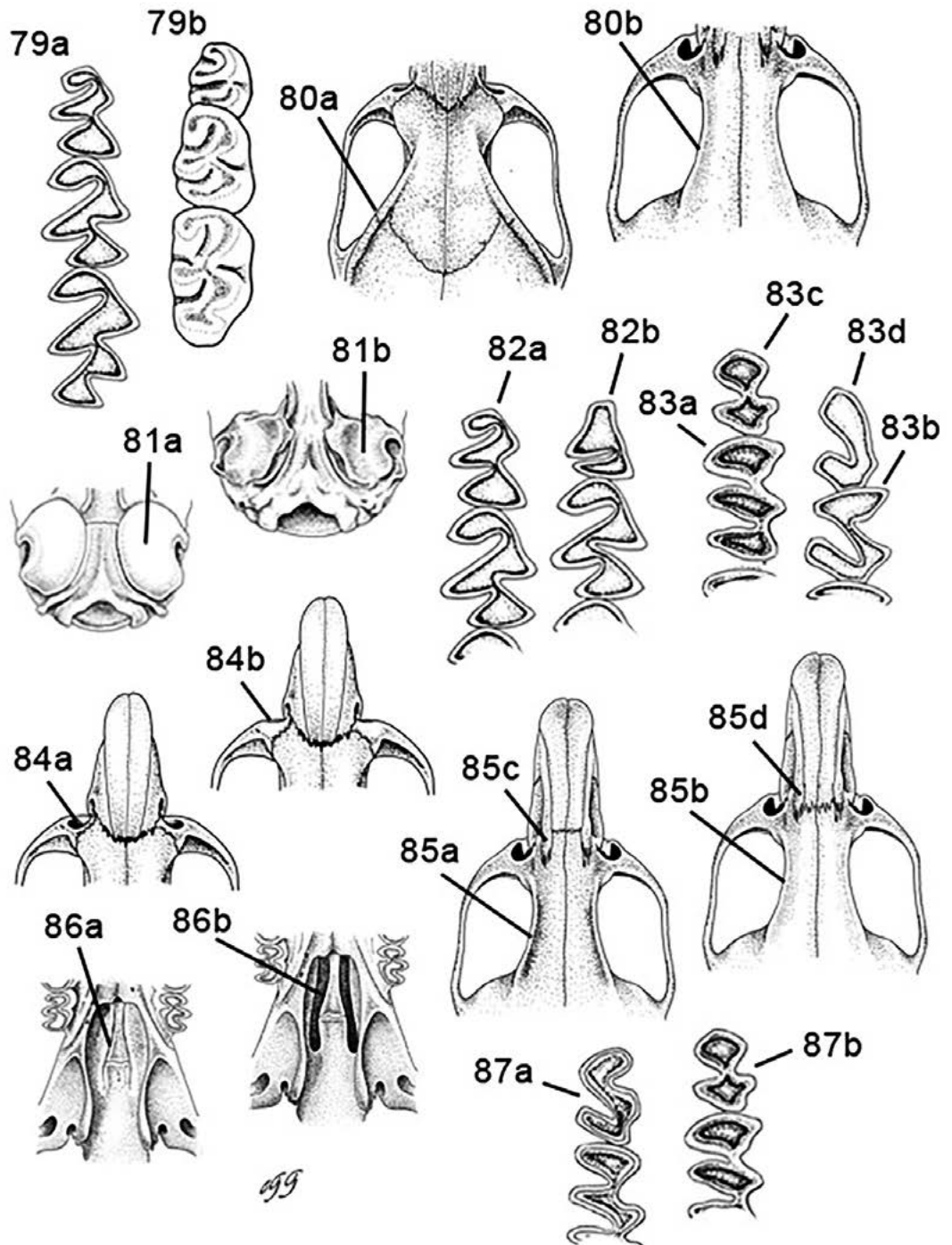
16. El dorso del cuerpo varía de amarillo pardusco a canela; la parte ventral por lo común es clara, de color blanquecino o de un tenue canela pálido; en el tercer molar superior el primer pliegue primario es tan largo o más que el segundo pliegue primario y el pliegue mayor está bien desarrollado, algunas veces continúa hasta el primer pliegue primario, de modo que la superficie oclusal del

- diente adquiere una configuración en forma de "E" (Fig. 75a); en el tercer molar inferior el pliegue mayor es al menos tan largo que el primer pliegue primario, con esto la superficie oclusal del diente tiene una forma de "S" (Fig. 76a). Su distribución cubre casi todo el territorio estatal, principalmente en elevaciones por debajo de los 2,200 m de altitud.....18
- 16'. El dorso del cuerpo varía de ante anaranjado a canela; la región ventral por lo común es oscura, de color canela o canela rosáceo; en el tercer molar superior el primer pliegue primario es más corto que el segundo pliegue primario y el pliegue mayor es indistinto (a lo mucho amplio), por lo cual la superficie oclusal del diente tiene una forma de "C" (Fig. 75b); en el tercer molar inferior el pliegue mayor es más corto que el primer pliegue primario, de manera que la superficie oclusal del diente adquiere una configuración en forma de "C" (Fig. 76b). Su distribución está restringida al sur y sur-suroeste de la entidad, principalmente en la parte alta templada que se ubica por arriba de los 2,000 m de altitud.....17
17. Cola bicolor y relativamente corta (claramente revestida de pelos largos), su longitud generalmente es menor del 128 % de la longitud de cabeza y cuerpo; dorso del cuerpo de color dorado o ante anaranjado brillante; la parte interna de las orejas está cubierta de pelos negros; cráneo con el rostro relativamente largo y angosto (Fig. 77a); la región interorbital está fuertemente constreñida (Fig. 77c); la muesca sobre la parte dorsal del foramen infraorbital es profunda (Fig. 77e). En Jalisco la distribución de esta especie se restringe en la cima de la Sierra Volcán-Nevado de Colima al sur del estado, principalmente en altitudes mayores a los 2,700 m.....*Reithrodontomys chrysopsis*
- 17'. Cola por lo común ligeramente bicolor y relativamente larga (escasamente revestida de pelos cortos), su longitud generalmente es mayor del 128 % de la longitud de cabeza y cuerpo; el dorso del cuerpo en general es de color canela; la parte interna de las orejas está cubierta al menos con escasos pelos de color ante; cráneo con el rostro relativamente corto y ancho (Fig. 77b); el área interorbital no está constreñida (Fig. 77d); la muesca sobre la parte dorsal del foramen infraorbital es poco profunda (Fig. 77f). En Jalisco la distribución de esta especie se extiende al sur y sur-suroeste, principalmente por debajo de los 2,700 m sobre el nivel del mar.....*Reithrodontomys sumichrasti*
18. Especie de gran tamaño, su longitud total principalmente es mayor de 180 mm; longitud de la cola mayor de 100 mm; el pelaje del dorso del cuerpo está entremezclado contrastantemente con pelos negros, de modo que el dorso adquiere un aspecto rayado; cola monocolor, o en ocasiones con la porción ventral levemente más pálida; la pata trasera generalmente es oscura sobre la superficie dorsal; el borde supraorbital está afilado (Fig. 78a). Se distribuyen en elevaciones bajas (900-1,200 m), principalmente sobre la parte tropical que se sitúa al norte del occidente de la entidad en el límite con el estado de Nayarit.....*Reithrodontomys hirsutus*
- 18'. Especie de talla mediana a relativamente pequeña, su longitud total principalmente es menor de 180 mm; longitud de la cola menor de 100 mm; el pelaje del dorso

del cuerpo está entremezclado ligeramente con pelos negros, de modo que el dorso no adquiere un aspecto rayado; cola marcadamente bicolor; la pata trasera siempre es clara sobre la superficie dorsal; el borde supraorbital está redondeado o en ocasiones elevado pero no afilado (Fig. 78b). Se distribuyen en casi todo el estado y ocupan diferentes tipos de vegetación, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 2,200 m de altitud.....*Reithrodontomys fulvescens*

- 19. Por lo común son especies de talla grande, su longitud total es mayor de 290 mm; largo de la cabeza y el cuerpo mayor de 120 mm; la cola y las patas son relativamente robustas; molares de corona plana (cúspides no evidentes) y ángulos re-entrantes profundos en forma de "V" en ambos lados de los dientes (Fig. 79a).....20
- 19'. Son especies de talla pequeña, su longitud total es menor de 290 mm; largo de la cabeza y el cuerpo menor de 120 mm; la cola y las patas son relativamente esbeltas; molares más bien con un patrón de cúspides arregladas en dos pares de hileras longitudinales (Fig. 79b).....26
  
- 20. Presentan una mancha blanca notoriamente definida sobre cada ojo; vientre con el pelo totalmente blanco; la cola es monocolor y por lo común es ligeramente más corta que la cabeza y el cuerpo; el cráneo con crestas supraorbitales marcadamente elevadas y proyectadas lateralmente (Fig. 80a); las bulas auditivas están grandemente dilatadas, alargadas antero-posteriormente y dispuestas paralelamente en relación al eje longitudinal del cráneo (Fig. 81a). Su distribución está restringida al bosque tropical caducifolio que se ubica en la vertiente sur del Pacífico de Jalisco.....*Xenomys nelsoni*
- 20'. No presentan manchas blancas sobre los ojos; vientre con la base del pelo usualmente oscura; la cola por lo general es bicolor y es más larga que la cabeza y el cuerpo; el cráneo con los bordes de los frontales lisos o en ocasiones desarrollan pequeñas protuberancias (Fig. 80b); las bulas auditivas no están dilatadas y su longitud no es notoriamente mayor que su anchura, y están dispuestas inclinadamente en relación al eje longitudinal del cráneo (Fig. 81b). Se distribuyen en casi todo el estado y habitan condiciones ambientales muy diversas.....21
  
- 21. Son individuos de talla grande, su longitud total es mayor de 260 mm; el largo de la pata trasera generalmente es mayor de 30 mm; en el tercer molar superior se presentan dos ángulos re-entrantes del lado externo y uno sobre el lado interno (Fig. 82a); el segundo molar inferior tiene dos ángulos re-entrantes sobre cada lado (Fig. 83a); y el tercer molar inferior presenta solo un ángulo por lado (Fig. 83c).....23
- 21. Son individuos de tamaño pequeño, su longitud total es menor de 260 mm; la longitud de la pata trasera usualmente es menor de 30 mm; molares con pliegues simplificados, de manera que el tercer molar superior presenta solo un ángulo re-entrante estrecho del lado externo (Fig. 82b); el segundo molar inferior tiene un ángulo re-entrante sobre cada lado (Fig. 83b); y en el tercer molar inferior está presente solo un ángulo bastante abierto sobre el lado interno (Fig. 83d).....  
.....*Nelsonia* 22

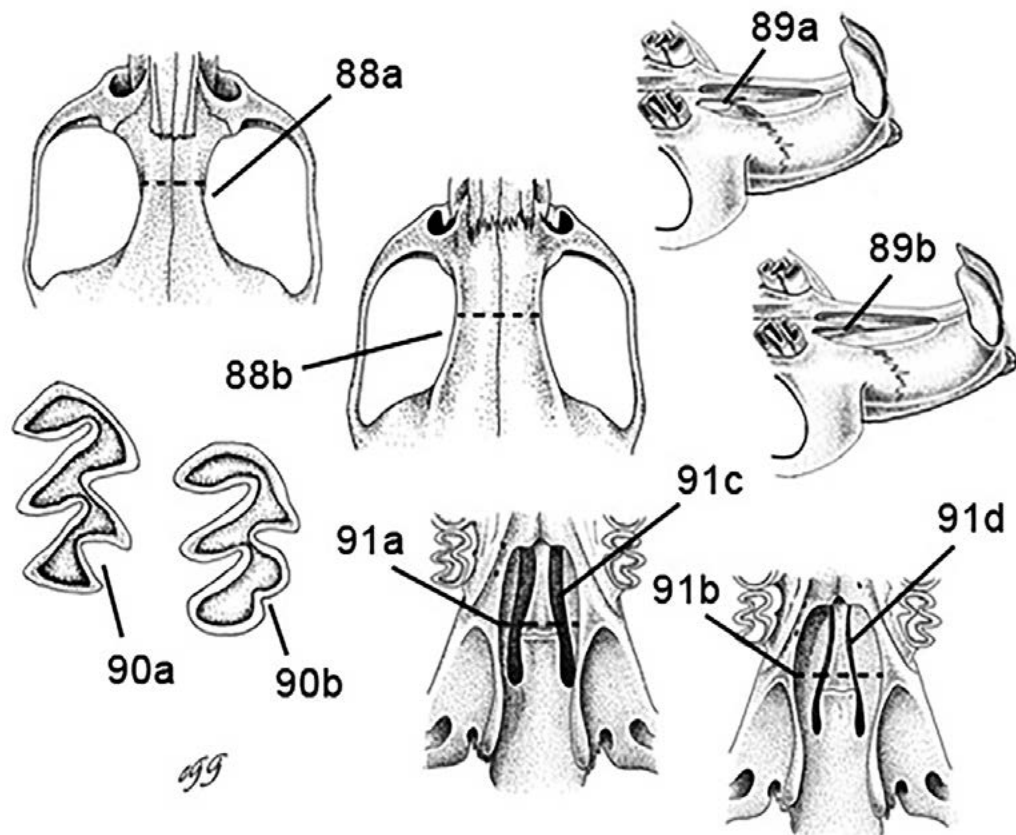
22. Superficie dorsal de la pata trasera oscura; la cola es ligeramente bicolor y la parte apical nunca es blanca; muesca sobre la región dorsal del foramen infraorbital distintiva (Fig. 84a). Se distribuyen al sur del estado.....*Nelsonia goldmani*
- 22'. Superficie dorsal de la pata trasera clara; la cola es bicolor y la parte apical generalmente es blanca; muesca sobre la región dorsal del foramen infraorbital no distintiva (Fig. 84b). Se distribuyen al norte del estado.....*Nelsonia neotomodon*



23. Son individuos de talla mediana a relativamente grande, su longitud total es entre 370 a 480 mm; longitud de la pata trasera entre 37 a 45 mm; el rostro es de una tonalidad más pálida que el de la coloración general del cuerpo; la cola por lo común es monocolor y está revestida escasamente de pelos cortos; el cráneo con las protuberancias supraorbitales claramente desarrolladas (Fig. 85a); porciones ascendentes de la región dorsal del premaxilar se extienden más allá de la parte posterior de los nasales (Fig. 85c); las vacuidades esfenopalatinas están cerradas (Fig. 86a); tercer molar inferior con la superficie oclusal en forma de "S" (Fig. 87a). Se distribuyen principalmente en la parte tropical que se extiende desde el centro-este hasta la costa y sureste de la entidad.....*Hodomys alleni*
- 23'. Son individuos de talla mediana a relativamente pequeña, longitud total entre 285 a 405 mm; longitud de la pata trasera entre 30 a 41 mm; el rostro por lo común es de una tonalidad similar a la coloración general del cuerpo; la cola es ligera o marcadamente bicolor y está cubierta abundantemente de pelos largos o cortos; cráneo con los bordes de los frontales lisos o rara vez provistos con tenues protuberancias (Fig. 85b); porciones ascendentes de la región dorsal del premaxilar se extienden hasta el mismo nivel de la parte posterior de los nasales (Fig. 85d); las vacuidades esfenopalatinas están abiertas (Fig. 86b); la superficie oclusal del tercer molar inferior nunca presenta una configuración en forma de "S" (Fig. 87b). Se distribuyen en casi todo el territorio estatal (excepto en la costa sur) y se les encuentra en todos los principales tipos de ecosistemas.....24
24. Largo de la cabeza y el cuerpo menor de 185 mm; la longitud de la pata trasera generalmente es menor de 37 mm; presentan por lo común una mancha de color salmón o ante ocráceo sobre la región pectoral y/o lado interno de las axilas; el cráneo muestra la región interorbital fuertemente constreñida (< 5.6 mm), los bordes lisos y una configuración con forma de reloj de arena (Fig. 88a); vómer con una muesca maxilo-vomerine (Fig. 89a); ángulo re-entrante antero-interno del primer molar superior profundo (Fig. 90a). Su distribución se extiende desde el nivel del mar en la costa norte, hasta los bosques templados de alta montaña de la parte más alta del estado, excepto por la región semiárida de la entidad.....*Neotoma mexicana*
- 24'. Largo de la cabeza y el cuerpo mayor de 185 mm; la longitud de la pata trasera es mayor de 37 mm; presentan por lo común una mancha completamente blanca sobre la región pectoral; el cráneo muestra la región interorbital relativamente amplia (> 5.6 mm), los bordes en ocasiones con ligeras protuberancias y una configuración más o menos en forma de cuña (Fig. 88b); vómer sin muesca maxilo-vomerine (Fig. 89b); ángulo re-entrante antero-interno del primer molar superior somero (Fig. 90b). Se distribuyen exclusivamente en la parte semiárida y tropical que se ubica en Los Altos y norte del estado.....25
25. Parte superior del cuerpo de color ante ocráceo o cremoso, excepto por el rostro que está impregnado de gris; individuos de pelo relativamente largo y suave; la cola es marcadamente bicolor y está cubierta de abundantes pelos largos;

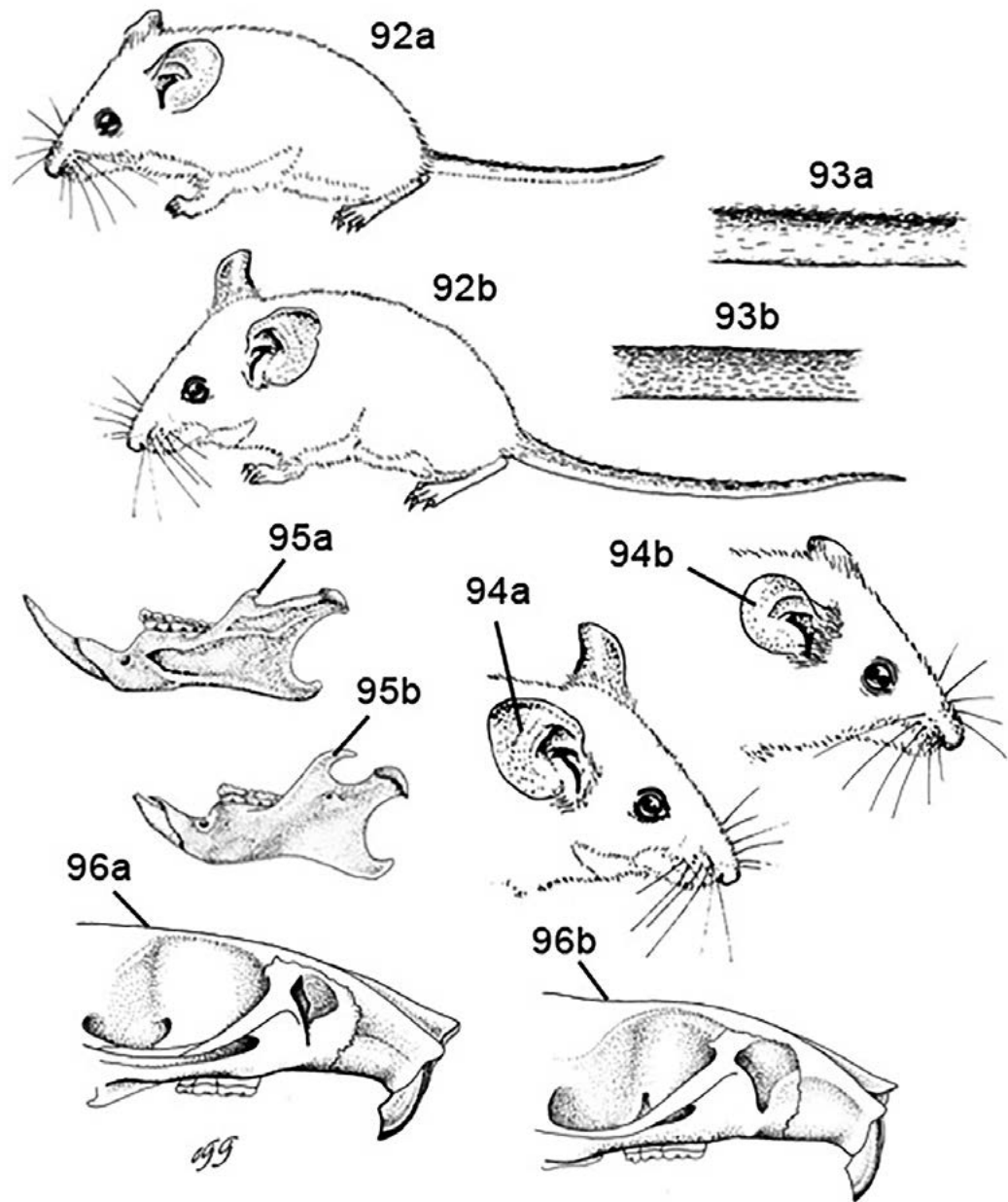


en esta especie la fosa mesopterigoidea es estrecha (Fig. 91a); las vacuidades esfenopalatinas son muy amplias (Fig. 91c). Su distribución comprende la parte semiárida de Los Altos y norte del estado.....*Neotoma leucodon* 25'. Parte superior del cuerpo de color canela pálido; individuos de pelo relativamente corto y áspero; la cola es ligeramente bicolor y está cubierta de escasos pelos cortos; en esta especie la fosa mesopterigoidea es amplia (Fig. 91b); las vacuidades esfenopalatinas son muy estrechas, están casi completamente cerradas (Fig. 91d). Su distribución está restringida a la parte tropical seca y áreas aledañas del norte de la entidad.....*Neotoma palatina*



26. Son individuos de talla pequeña, su longitud total es menor de 170 mm; la cola es relativamente corta (< 80 mm), es notoriamente menor que la cabeza y el cuerpo (Fig. 92a); longitud occipitonasal menor de 26 mm.....27
- 26'. Son individuos de talla mediana a considerablemente grande, su longitud total es mayor de 170 mm; la cola es relativamente larga (> 80 mm), por lo común es igual o claramente mayor que la cabeza y el cuerpo (Fig. 92b); longitud occipitonasal usualmente mayor de 26 mm.....3
27. En general son de talla mediana (> 136 mm) y de cuerpo claramente bicolor; el largo de la cabeza y el cuerpo es principalmente mayor de 80 mm; longitud de la

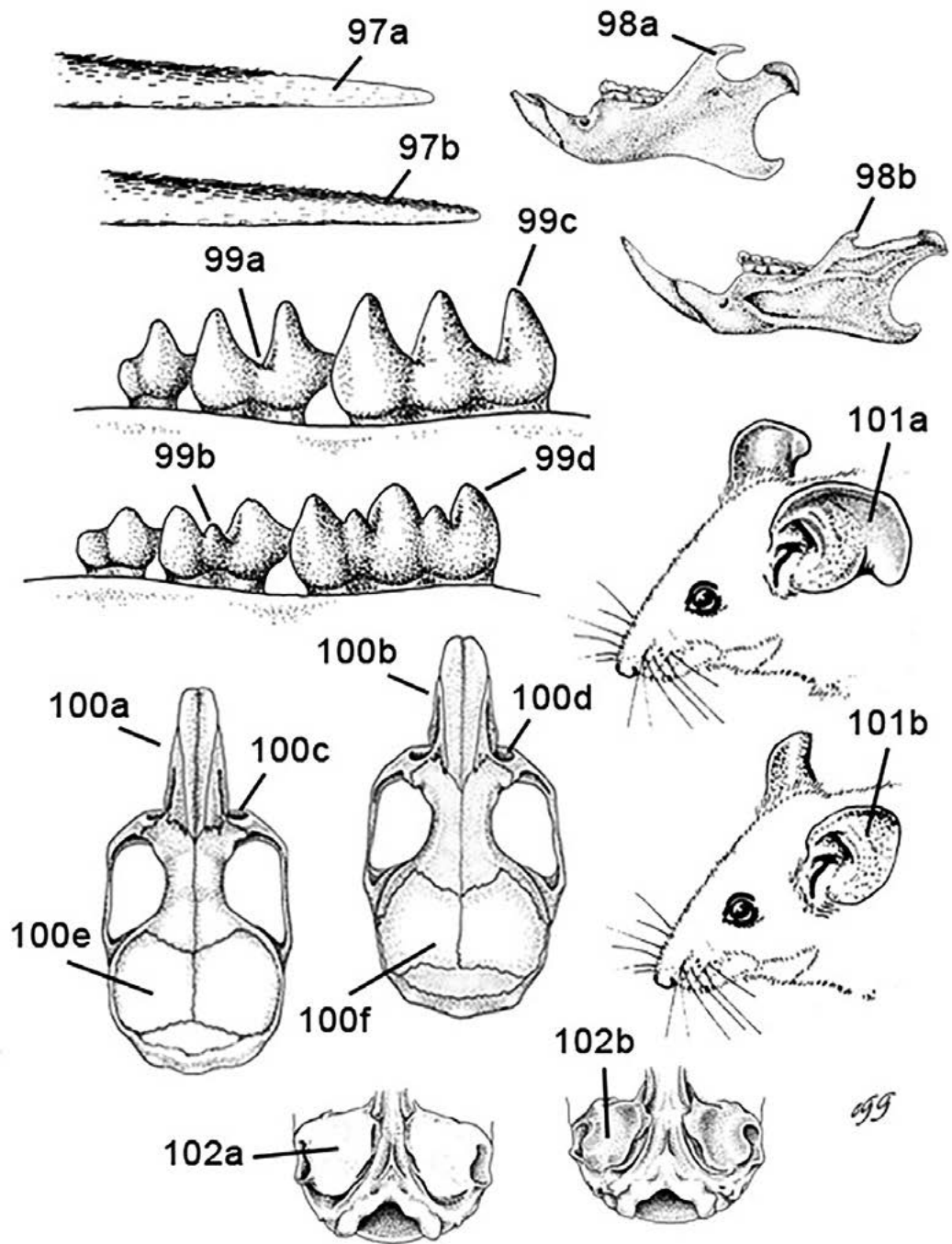
- pata trasera mayor de 18.5 mm; la cola es robusta y marcadamente bicolor, y está cubierta de abundantes pelos largos los cuales forman una estrecha y definida línea dorsal oscura (Fig. 93a); las orejas son grandes y conspicuas, y tienen forma ovalada (Fig. 94a); el proceso coronoide está levemente desarrollado (Fig. 95a; excepto en *Onychomys arenicola*).....29
- 27'. En general son de talla muy pequeña (< 136 mm) y de cuerpo levemente bicolor; el largo de la cabeza y el cuerpo es menor de 80 mm; longitud de la pata trasera menor de 18.5 mm; la cola es esbelta y ligeramente bicolor, y está revestida de escasos pelos cortos los cuales nunca forman una definida línea dorsal oscura (Fig. 93b); las orejas son pequeñas y poco conspicuas, y tiene forma redondeada (Fig. 94b); el proceso coronoide está bien desarrollado, surge como una saliente triangular que se extiende casi tan alto como el proceso articular (Fig. 95b).....*Baiomys* 28
28. Longitud total generalmente mayor de 120 mm; la longitud de la pata trasera es igual o mayor de 16 mm; el contorno dorsal del cráneo es uniformemente convexo, se curva gradualmente hacia el punto más anterior de los nasales (Fig. 96a); longitud occipitonasal mayor de 19 mm; la anchura zigomática es igual o mayor de 10 mm. Se distribuyen generalmente en áreas tropicales.....*Baiomys musculus*
- 28'. Longitud total generalmente menor de 120 mm; la longitud de la pata trasera es menor de 16 mm; el contorno dorsal del cráneo más bien se hunde ventralmente a la altura de la sutura fronto-parietal (Fig. 96b); longitud occipitonasal menor de 19 mm; anchura zigomática menor de 10 mm. Se distribuyen principalmente en zonas templadas y semiáridas.....*Baiomys taylori*
29. Cola robusta con forma de mazo y con la parte apical por lo común completamente blanca (Fig. 97a); planta del pie trasero desde los tubérculos hasta el talón cubierta abundantemente de pelo; las garras de las patas anteriores son relativamente grandes; el proceso coronoide está bien desarrollado, surge como una saliente triangular que se extiende casi tan alto como el proceso articular (Fig. 98a); molares con un patrón simple, las cúspides accesorias están ausentes (Fig. 99a); cuando no existe desgaste considerable, las cúspides principales son altas y cónicas (Fig. 99c). Su distribución se localiza en la parte semiárida de la región Altos Norte al extremo este-noreste de la entidad.....*Onychomys arenicola*
- 29'. Cola relativamente esbelta y con el ápice igual al resto de la cola (Fig. 97b); planta del pie trasero desde los tubérculos hasta el talón cubierta escasamente de pelo; las garras de las patas anteriores son comparativamente pequeñas; el proceso coronoide está levemente desarrollado (Fig. 98b); molares con un patrón complejo, las cúspides accesorias están presentes principalmente en los pliegues externos de los dos primeros molares superiores (Fig. 99b); cuando no existe desgaste considerable, las cúspides principales son bajas y redondeadas (Fig. 99d). Su distribución se localiza en casi todo el estado y habitan en diversas condiciones ambientales.....*Peromyscus* 30



30. Orejas, anillo ocular y la base de las vibrisas negras; la franja oscura sobre el dorso del cuerpo está bien definida; por lo común presentan un mechón conspicuo de pelos negros sobre la base anterior de la oreja; cráneo con el rostro relativamente largo y angosto (Fig. 100a); la longitud de los nasales es mayor de 11 mm; muesca sobre el borde dorsal del foramen infraorbital poco prominente (Fig. 100c); la caja craneana es comparativamente ancha y redondeada (Fig. 100e). En Jalisco su distribución se restringe en la cima de la Sierra Volcán-Nevado de Colima, principalmente en altitudes mayores a los 2,700 m.....  
 .....*Peromyscus melanotis*

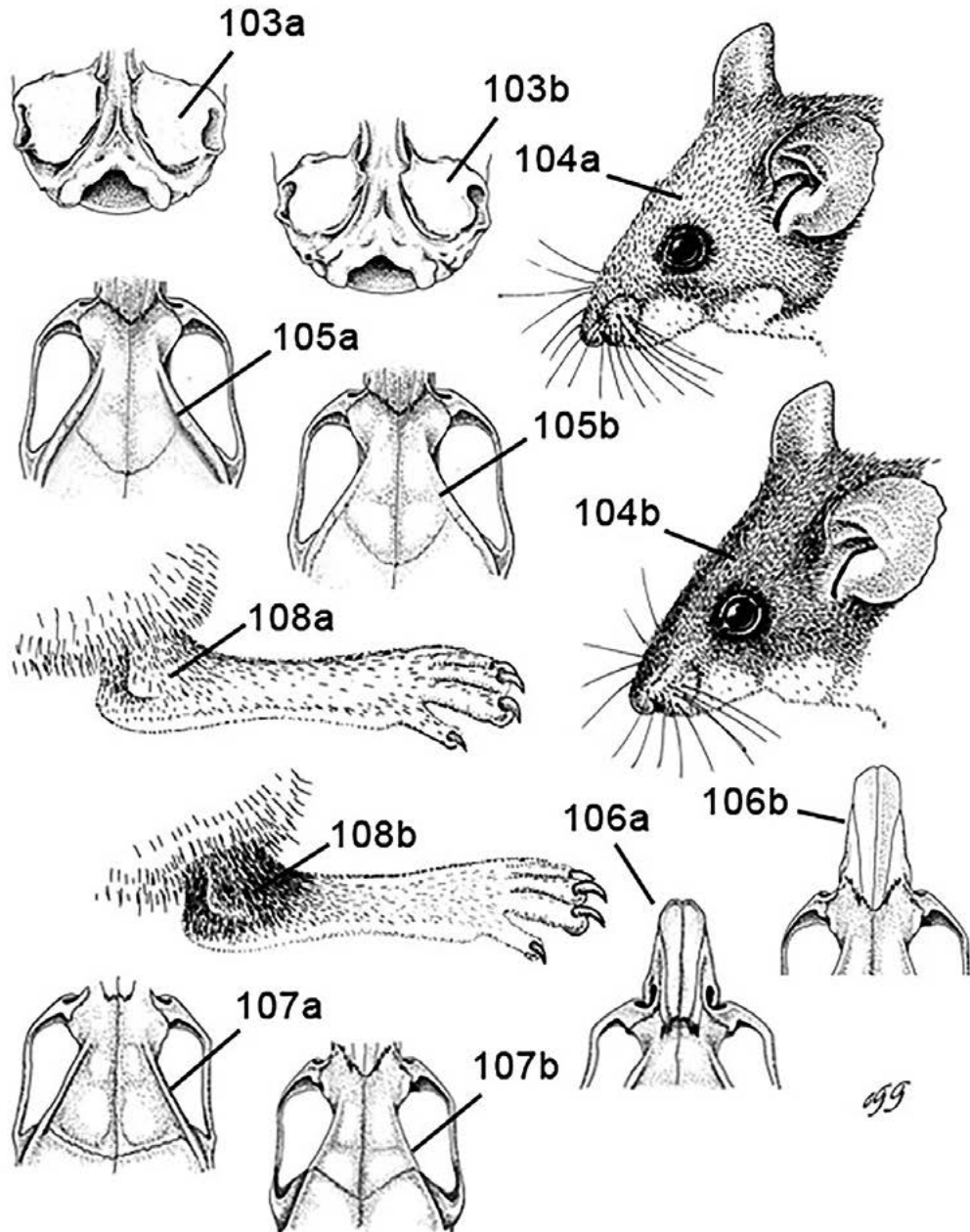
30. Orejas, anillo orbital y la base de las vibrisas oscuras, pero no negruzcas; la franja oscura sobre el dorso del cuerpo no está bien definida; por lo común presentan un mechón de pelos suaves de color ante y blanco sobre la base anterior de la oreja; cráneo con el rostro relativamente corto y ancho (Fig. 100b); la longitud de los nasales es menor de 11 mm; muesca sobre el borde dorsal del foramen infraorbital prominente (Fig. 100d); la caja craneana es relativamente angosta y está ligeramente alargada (Fig. 100f). En Jalisco su distribución se extiende ampliamente (excepto por la planicie costera) y se encuentran en distintos ambientes, principalmente en elevaciones menores a los 2,700 m.....  
 .....*Peromyscus maniculatus*
31. Orejas relativamente grandes, su longitud es mayor del 95 % del largo de la pata trasera (Fig. 101a); las bulas auditivas están muy dilatadas (Fig. 102a). Se distribuyen exclusivamente en la parte semiárida del estado, que se ubica en Los Altos y norte de la entidad.....32
- 31'. Orejas relativamente pequeñas, su longitud es menor del 95 % del largo de la pata trasera (Fig. 101b); las bulas auditivas no están dilatadas (Fig. 102b). Se distribuyen en ambientes muy diversos de casi todo el territorio estatal.....33
32. Individuos de talla mediana, su longitud total es menor de 215 mm; el largo de la pata trasera es igual o menor de 24 mm; longitud de la oreja generalmente menor de 23.5 mm; las bulas auditivas están grandemente dilatadas (Fig. 103a). Se distribuyen desde el centro-este hasta abarcar toda la región de Los Altos y parte del norte del estado.....*Peromyscus gratus*
- 32'. Individuos de gran tamaño, su longitud total generalmente es mayor de 215 mm; longitud de la pata trasera mayor de 24 mm; longitud de la oreja mayor de 23.5 mm; las bulas auditivas están ligeramente dilatadas (Fig. 103b). Se distribuyen en la región Altos Norte y en la parte noreste del estado.....*Peromyscus difficilis*
33. La longitud de la pata trasera es igual o mayor de 24 mm: son de tamaño grande, longitud total entre 195 a 280 mm; longitud occipitonasal mayor de 28 mm.....  
 .....34
- 33'. La longitud de la pata trasera principalmente es menor de 24 mm; son de talla mediana, longitud total entre 170 a 235 mm; longitud occipitonasal menor de 28 mm.....37
34. Es una especie de cola relativamente larga (>130 mm), su longitud es principalmente mayor del 120 % del largo de la cabeza y el cuerpo; longitud total entre 240 a 280 mm; el rostro es grisáceo, el cual contrasta claramente de la coloración del cuerpo (Fig. 104a); línea lateral del cuerpo ausente; el cráneo tiene los bordes supraorbitales surcados (Fig. 105a). Se distribuyen principalmente en la parte tropical y semiárida que se extiende desde el centro-noroeste, hasta la región de Los Altos y norte de la entidad.....*Peromyscus melanophrys*
- 34'. Es una especie de cola relativamente corta (usualmente < 130 mm), su longitud

es generalmente menor del 120 % del largo de la cabeza y el cuerpo; longitud total entre 195 a 270 mm; el rostro generalmente es igual a la coloración del cuerpo (Fig. 104b); línea lateral del cuerpo presente; el cráneo tiene los bordes supraorbitales sin surcos (Fig. 105b). Se distribuyen ampliamente y ocupan condiciones ambientales muy variadas en el occidente y sur del estado, principalmente desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 2,900 m de altitud.....35



35. Color de la parte superior del cuerpo anaranjado canela brillante, excepto por el rostro que puede ser más pálido; vientre con el pelo totalmente blanco o en ocasiones con una estrecha base gris; la cola es monocolor y está revestida escasamente de pelos cortos; la superficie dorsal de la pata trasera presenta una franja parda que se extiende hasta la base de los dedos; orejas y anillo orbital parduscos; el cráneo tiene el rostro relativamente corto y ancho (Fig. 106a). Su distribución se extiende a través de las tierras bajas (0 a 1,300 m de altitud) de la vertiente del Pacífico, y en el municipio de Jilotlán de los Dolores al extremo sureste del estado.....*Peromyscus perfulvus*
- 35'. Color de la parte superior del cuerpo ante y con el rostro igual al resto del cuerpo; vientre con la base del pelo oscura; la cola es ligera o marcadamente bicolor y está cubierta de moderada a abundantemente de pelos cortos o largos; la superficie dorsal de la pata trasera es clara, no presenta una franja pardusca; orejas y anillo orbital negruzcos; el cráneo tiene el rostro relativamente largo y angosto (Fig. 106b). Su distribución se extiende a través de las tierras bajas y montañas del occidente y sur de la entidad.....36
36. Cola relativamente larga, por lo común es mayor que la cabeza y el cuerpo; el pelaje es suave pero bastante corto, sobre todo en torno al rostro; en general el color de estos individuos es pardo amarillento pálido (ante); la cola es ligeramente bicolor y está cubierta moderadamente de pelos cortos; el cráneo presenta unas protuberancias supraorbitales notoriamente desarrolladas (Fig. 107a). Se distribuyen principalmente en la parte tropical a lo largo de la costa y zonas aledañas, y al sur y extremo sureste del estado.....*Osgoodomys banderanus*
- 36'. Cola relativamente corta, por lo común es igual o ligeramente menor que la cabeza y el cuerpo; el pelaje es suave pero evidentemente largo; en general el color de estos individuos varía de ante-ocráceo pálido a gris ante; la cola es marcadamente bicolor y está revestida abundantemente de pelos largos; el cráneo no presenta protuberancias supraorbitales, más bien en ocasiones los bordes de los frontales se proyectan lateralmente como ligeras repisas (Fig. 107b). Su distribución está restringida a la parte alta templada que se localiza en las Sierras Volcán-Nevado de Colima y Manantlan al sur y suroeste del estado, respectivamente.....*Peromyscus hylocetes*
37. Tobillos blancos o al menos impregnados con un tenue pardo pálido (Fig. 108a); dorso del cuerpo de color ante-ocráceo pálido; rostro grisáceo, el cual contrasta notoriamente con la coloración del dorso del cuerpo; la anchura de la fosa mesopterigoidea es menor de 1.8 mm; molares comparativamente pequeños, longitud de la hilera superior de dientes menor de 4.2 mm. Se distribuyen principalmente en la región tropical y parte semiárida que se localizan desde el centro-noroeste de la entidad, extendiéndose hacia la región de Los Altos y norte del estado.....*Peromyscus pectoralis*
- 37'. Tobillos más bien oscuros (Fig. 108b); dorso del cuerpo de color diferente a lo descrito anteriormente; el rostro como el resto del cuerpo; la anchura de la fosa

mesopterigoidea es mayor de 1.8 mm; molares comparativamente grandes, la longitud de la hilera superior de dientes normalmente es mayor de 4.2 mm. Se distribuyen ampliamente y ocupan una gran variedad de condiciones ambientales en el estado (excepto la parte semiárida), desde el nivel del mar hasta los 2,900 m de altitud.....38



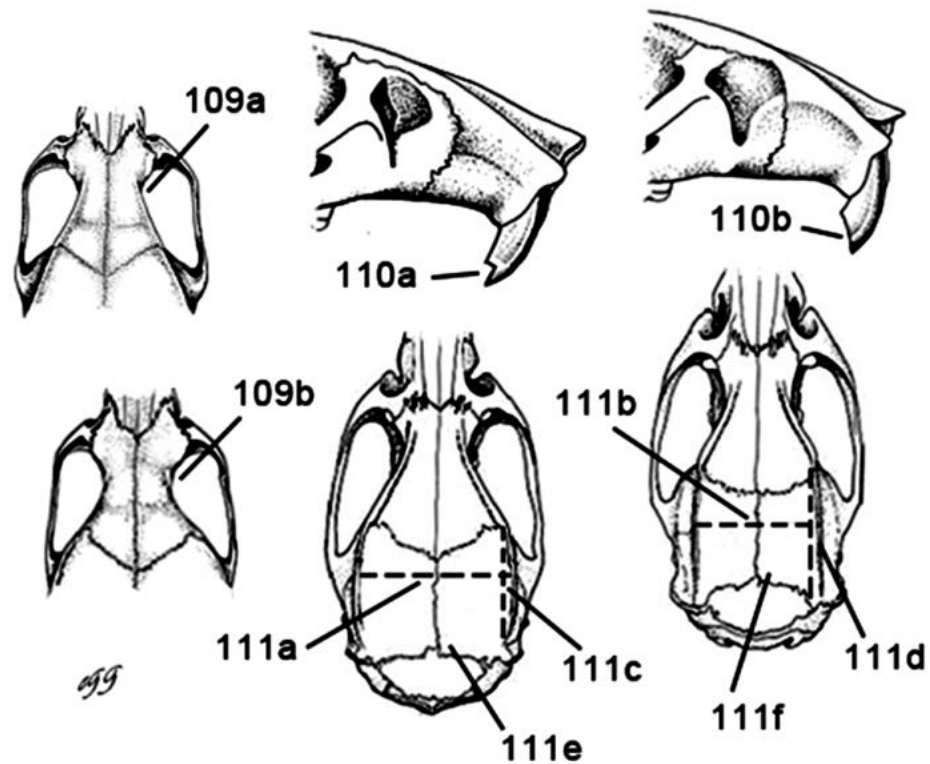
38'. Color de la parte superior del cuerpo varía de leonado brillante a un casi ocre rojizo; tienen un cuerpo relativamente robusto, el largo de la cabeza y el cuerpo por lo común es mayor de 100 mm; el cráneo tiene la región interorbital marcadamente angular (Fig. 109a). Su distribución se extiende ampliamente (excepto en la costa sur y Los Altos) y se localizan en diversas

- condiciones ambientales, desde el nivel del mar hasta los 2,200 m de altitud.....*Peromyscus spicilegus*
38. Color de la parte superior del cuerpo pardo; tienen un cuerpo relativamente esbelto, el largo de la cabeza y el cuerpo es menor de 100 mm; el cráneo tiene la región interorbital redondeada, con forma de reloj de arena (Fig. 109b). Se distribuyen principalmente en las zonas templadas que se localizan desde los 1,400 m hasta los 2,900 m de altitud.....39
39. Cuerpo con el dorso de color pardo madera deslustrado; la cola es indistintamente bicolor y presenta un penacho conspicuo de pelos largos sobre el ápice; orejas relativamente pequeñas, su longitud por lo común es menor de 18.5 mm. Esta especie se distribuye probablemente en las serranías de la región de Los Altos y norte del estado.....*Peromyscus boylii*
- 39'. Cuerpo con el dorso de color pardo grisáceo; la cola es marcadamente bicolor y no presenta un penacho conspicuo de pelos largos sobre la porción apical; orejas evidentemente grandes, su longitud generalmente es mayor de 18.5 mm. Esta especie se distribuye en las montañas de casi todo el territorio estatal (excepto en Los Altos).....*Peromyscus* sp. (grupo *boylii*)

*Clave para los géneros y especies de la familia Muridae*

1. El tamaño de los individuos es pequeño, su longitud total es menor de 250 mm; longitud de la cola menor de 110 mm; longitud de la pata trasera menor de 24 mm; el borde posterior de los incisivos superiores presenta una muesca distintiva, visto lateralmente (Fig. 110a). Se distribuyen prácticamente en todo el estado .....*Mus musculus*
- 1'. El tamaño de los individuos es grande, su longitud total es mayor de 250 mm; longitud de la cola mayor de 110 mm; longitud de la pata trasera mayor de 24 mm; el borde posterior de los incisivos superiores no presenta una muesca, visto lateralmente (Fig. 110b). Se distribuyen en todo el estado.....*Rattus* 2
2. El cuerpo es esbelto y la cola relativamente larga, su longitud es mayor que la cabeza y el cuerpo; las orejas son grandes (> 20 mm) y están desnudas; cola monocolor; el cráneo presenta las crestas temporales ampliamente separadas y arqueadas externamente, de modo que la distancia entre las crestas (Fig. 111a; distancia > 13 mm), es mayor que la longitud de la cresta a través del hueso parietal (Fig. 111c); la caja craneana es redondeada (Fig. 111e).....*Rattus rattus*
- 2'. El cuerpo es robusto y la cola relativamente corta, su longitud por lo común es menor que la cabeza y el cuerpo; las orejas son pequeñas (< 20 mm) y están cubiertas con pelos cortos y finos; cola ligeramente bicolor; el cráneo presenta las crestas temporales estrechamente juntas y paralelas en relación al eje longitudinal del cráneo, de manera que la distancia entre las crestas (Fig. 111b; distancia < 13 mm) es menor que la longitud de la cresta a través del hueso parietal (Fig. 111d); la caja craneana es alargada (Fig. 111f).....*Rattus norvegicus*





## Agradecimientos

Agradecemos a S. T. Álvarez Castañeda, editor de *Therya* por sus sugerencias. Extendemos nuestro agradecimiento a C. Lorenzo y dos revisores anónimos por las observaciones y valiosos comentarios que ayudaron en gran medida a mejorar la calidad de este trabajo.

## Literatura citada

- ALLEN, J. A. 1897. Further notes on mammals collected in Mexico by Dr. Audley C. Buller, with descriptions of new species. *Bulletin American Museum National History* 9:47-58.
- ALLEN, J. A. 1889. Notes on a collection of mammals from southern Mexico, with descriptions of new species of the genera *Sciurus*, *Tamias* and *Sigmodon*. *Bulletin American Museum National History* 2:165-18.
- ALLEN, J. A. 1890. Notes on collections of mammals made in central and southern México, by Dr. Audley C. Buller, with descriptions of new species of the genera *Vespertilio*, *Sciurus*, and *Lepus*. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 3:175-194.
- ALLEN, J. A. 1906. Mammals from the states of Sinaloa and Jalisco, México, collected by J. H. Batty during 1904 and 1905. *Bulletin American Museum of Natural History* 22:191-262.
- ALSTON, E. R. 1879-1882. *Biologia Centrali-Americana. Mammalia* (Godman, F. D., y O. Salvin, eds.). Taylor and Francis, Red Lion Court, Fleet Street, London.
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T. 2010. Phylogenetic structure of the *Thomomys bottae-umbrinus* complex in North America. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54:671-679.

- ANDERSON, S.** 1972. Mammals of Chihuahua: Taxonomy and distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 148:149-410.
- BAILEY, V.** 1902. Synopsis of the North American species of *Sigmodon*. *Proceeding of the Biological Society of Washington* 15:101-116.
- BAKER, R. H.** 1952. Geographic range of *Peromyscus melanophrys*, with description of new subspecies. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History* 5:251-258.
- BAKER, R. H.** 1954. The silky pocket mouse (*Perognathus flavus*) of Mexico. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History* 7:339-347.
- BAKER, R. H.** 1969. Cotton rats of the *Sigmodon fulviventer* group (Rodentia:Muridae). Pp. 177-232 in *Contributions in Mammalogy* (Jones, J. K. Jr., ed.). *Miscellaneous Publication, Museum of Natural History, University of Kansas*. Lawrence, EE.UU.
- BRIONES-SALAS, M., y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2004. Mamíferos. Pp. 423-447 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García, A. J., M. J. Ordóñez, y M. Briones, eds.). *Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund*. Oaxaca, México.
- CARLETON, M. D.** 1977. Interrelations of populations of *Peromyscus boylii* species group (Rodentia: Muridae) in western Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University Michigan* 675:1-47.
- CARLETON, M. D., y J. ARROYO-CABRALES.** 2009. Review of the *Oryzomys couesi* complex (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) in western Mexico. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 331:93-127.
- CARLETON, M. D., y G. G. MUSSER.** 2005. Rodentia. Pp. 745-2142 in *Mammal Species of the World: A taxonomic and geographic reference* (Wilson, D. E., y D. M. Reeder, eds.). *The Johns Hopkins University Press*. Baltimore, EE.UU.
- CEBALLOS, G., y A. MIRANDA.** 1986. *Los Mamíferos de Chamela, Jalisco: manual de campo*. *Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. Distrito Federal, México.
- CEBALLOS, G., y A. MIRANDA.** 2000. *Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco, México*. *Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. y Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología/Instituto de Biología*. Distrito Federal, México.
- CEBALLOS, G., y G. OLIVA (EDS.).** 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. *Fondo de Cultura Económica y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Ciudad de México, México.
- DEMASTES, J. W., A. L. BUTT, M. S. HAFNER, y J. E. LIGHT.** 2003. Systematics of a rare species of pocket gopher, *Pappogeomys alcorni*. *Journal of Mammalogy* 84:753-761.
- DOMÍNGUEZ-CASTELLANOS, Y., F. L. PIMENTEL, y G. CEBALLOS.** 2007. Uso de hábitat de roedores arborícolas en la selva seca de la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. *Revista Mexicana de Mastozoología* 11:21-40.
- DUGÈS, A.** 1870. Catálogo de animales vertebrados observados en la República Mexicana. *La Naturaleza, Serie 1* 1:137-145.
- ELLIOT, D. G.** 1903. A list of a collection of Mexican mammals with descriptions of some apparently new forms. *Field Columbian Museum, Publication Zoological Series* 38:141-149.

- FERNÁNDEZ, J. A., F. A. CERVANTES, Y M. S. HAFNER.** 2012. Molecular systematics and biogeography of the Mexican endemic kangaroo rat, *Dipodomys phillipsii* (Rodentia: Heteromyidae). *Journal of Mammalogy* 93:560-571.
- FREY, J. K.** 2007. Key to the rodents of New Mexico. Conservation Services Division, Department of Game and Fish, One Wildlife Way. New Mexico, EE.UU.
- GENOWAYS, H. H.** 1971. A new species of spiny pocket mouse (genus *Liomys*) from Jalisco, Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* 5:1-7.
- GENOWAYS, H. H., Y J. K. JONES JR.** 1968. A new mouse of the genus *Nelsonia* from southern Jalisco, Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 81:97-100.
- GENOWAYS, H. H., Y J. K. JONES JR.** 1969. Notes on pocket gophers from Jalisco, Mexico, with descriptions of two subspecies. *Journal of Mammalogy* 50:748-755.
- GENOWAYS, H. H., Y J. K. JONES JR.** 1971. Systematics of southern banner-tailed kangaroo rats of the *Dipodomys phillipsii* group. *Journal of Mammalogy* 52:265-287.
- GENOWAYS, H. H., Y J. K. JONES JR.** 1973. Notes on some mammals from Jalisco, Mexico. *Occasional Papers Museum, Texas Tech University* 9:1-22.
- GODINEZ, E. G., N. GONZÁLEZ-RUIZ, Y J. RAMÍREZ-PULIDO.** 2011. Lista actualizada de los mamíferos de Jalisco, México: Implicaciones de los cambios taxonómicos. *Therya* 2:7-35.
- GOLDMAN, E. A.** 1905. Twelve new wood rats of the genus *Neotoma*. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 18:27-34.
- GOLDMAN, E. A.** 1910. Revision of the wood rats of the genus *Neotoma*. *North American Fauna* 31:1-124.
- GOLDMAN, E. A.** 1911. Revision of the spiny pocket mice (genera *Heteromys* and *Liomys*). *North American Fauna* 34:1-70.
- GOLDMAN, E. A.** 1918. The rice rats of North America (genus *Oryzomys*). *North American Fauna* 43:1-98.
- GOLDMAN, E. A.** 1939. Review of the Pocket gophers of the genus *Platygeomys*. *Journal of Mammalogy* 20:87-93.
- GUERRERO, S., J. TÉLLEZ, Y R. A. SALIDO.** 1995. Los mamíferos de Jalisco: análisis zoogeográfico. *BIOTAM* 6:13-30.
- GUERRERO, S., Y F. A. CERVANTES.** 2003. Lista comentada de los mamíferos terrestres del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 89:93-110.
- HAFNER, M. S., T. A. SPRADLING, J. E. LIGHT, D. S. HAFNER, Y J. R. DEMBOSKI.** 2004. Systematic revision of pocket gophers of the *Cratogeomys gymnurus* species group. *Journal of Mammalogy* 85:1170-1183.
- HAFNER, J. C., J. E. LIGHT, D. J. HAFNER, M. S. HAFNER, E. REDDINGTON, D. S. ROGERS, Y B. R. RIDDLE.** 2007. Basal clades and molecular systematic of heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy* 88:1129-1145.
- HALL, E. R., Y K. R. KELSON.** 1959. *The mammals of North America*. The Ronald Press Co., New York, EE.UU.
- HALL, E. R.** 1981. *The mammals of North America*. John Wiley and Sons, New York, EE.UU.

- HALL, E. R., y H. H. GENOWAYS.** 1970. Taxonomy of the *Neotoma albigula*-group of woodrats in central México. *Journal of Mammalogy* 51:504-516.
- HANSON, J. D., J. L. INDORF, V. J. SWIER, y R. D. BRADLEY.** 2010. Molecular divergence within the *Oryzomys palustris* complex: evidence for multiple species. *Journal of Mammalogy* 91:336-347.
- HELGEN, K. M., F. R. COLE, L. E. HELGEN, y D. E. WILSON.** 2009. Generic revision in the Holarctic squirrel genus *Spermophilus*. *Journal of Mammalogy* 90:270-305.
- HOOPER, E. T.** 1952. A systematic review of the harvest mice (genus *Reithrodontomys*) of Latin America. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan* 77:1-255.
- HOOPER, E. T.** 1954. A synopsis of the cricetine rodent genus *Nelsonia*. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan* 558:1-12.
- HOOPER, E. T.** 1955. Notes on mammals of western Mexico. *Occasional Papers Museum Zoology, University of Michigan* 565:1-26.
- HOWELL, A. H.** 1914. Revision of the American harvest mice (genus *Reithrodontomys*). *North American Fauna* 36:1-97.
- HOWELL, A. H.** 1938. Revision of the North American ground squirrels: with a classification of the North American Sciuridae. *North American Fauna* 56:1-256.
- IÑIGUEZ, L. I., y E. SANTANA.** 1993. Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos del occidente de México. Pp. 65–86 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.
- IÑIGUEZ, L. I., y E. SANTANA.** 2005. Análisis mastofaunístico del estado de Jalisco. Pp. 253–268 in *Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa* (Sánchez–Cordero, V., y R. A. Medellín, eds.). Instituto de Biología, Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- JONES, JR., J. K., y R. W. MANNING.** 1992. *Illustrated key to skulls of genera of North American land mammals*. Texas Tech University Press. Lubbock, Texas.
- LÓPEZ-FORMENT, W., C. SÁNCHEZ, y B. VILLA.** 1971. Algunos mamíferos de la región de Chamela, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 42:99-106.
- MANDUJANO, S.** 1997. Densidad poblacional de la ardilla gris del Pacífico (*Sciurus colliaei*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:90-96.
- MATHIS, V. L., M. S. HAFNER, D. J. HAFNER, y J. W. DEMASTES.** 2013. *Thomomys nayarensis*, a new species of pocket gopher from the Sierra del Nayar, Nayarit, Mexico. *Journal of Mammalogy* 94:983-994.
- MAYR, E.** 1969. *Principles of Systematic Zoology*, McGraw-Hill. New York, EE.UU.
- MERRIAM, C. H.** 1892. Descriptions of nine new mammals collected by E. W. Nelson in the states of Colima and Jalisco, Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 7:164-174.
- MERRIAM, C. H.** 1895. Revision of the pocket gophers family Geomyidae: exclusive of the species of *Thommomys*. *North American Fauna* 8:1-259.

- MERRIAM, C. H.** 1897. *Nelsonia neotomodon*, a new genus and species of murine rodent from México. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 9:277-279.
- MERRIAM, C. H.** 1901a. Synopsis of the rice rats (Genus *Oryzomys*) of the United States and México. *Proceedings of the Washington Academy of Sciences* 3:273-295.
- MERRIAM, C. H.** 1901b. Descriptions of 23 new harvest mice (Genus *Reithrodontomys*). *Proceedings of the Washington Academy of Sciences* 3:547-558.
- MERRIAM, C. H.** 1902. Twenty new pocket mice (*Heteromys* and *Liomys*) from Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 15:41-50.
- METCALF, Z. P.** 1954. The Construction of Keys. *Systematic Zoology* 3:38-45.
- MORALES, J. C., y M. D. ENGSTROM.** 1989. Morphological variation in the painted spiny pocket mouse, *Liomys pictus* (Family Heteromyidae), from Colima and southern Jalisco, México. *Royal Ontario Museum, Life Sciences Contributions* 38:1-16.
- MUSSER, G. G.** 1968. A systematic study of the Mexican and Guatemalan gray squirrel, *Sciurus aureogaster* F. Cuvier (Rodentia: Sciuridae). *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan* 137:1-112.
- MUSSER, G. G.** 1969. Notes on *Peromyscus* (Muridae) of Mexico and Central America. *American Museum Novitates* 2357:1-23
- NELSON, E. W.** 1899. Revision of the squirrels of México and Central America. *Proceedings of the Washington Academy of Sciences* 1:15-110.
- NELSON, E. W., y E. A. GOLDMAN.** 1930. The pocket gophers of the genus *Orthogeomys*. *Journal of Mammalogy* 11:155-159.
- NELSON, E. W., y E. A. GOLDMAN.** 1934. The pocket gophers of the genus *Thomomys* of mexican mainland and bordering territory. *Journal of Mammalogy* 15:105-124.
- OSGOOD, W. H.** 1900. Revision of the pocket mice of the genus *Perognathus*. *North American Fauna* 18:1-73.
- OSGOOD, W. H.** 1904. Thirty new mice of the genus *Peromyscus* from México and Guatemala. *Proceedings Biological Society Washington* 17:55-77.
- OSGOOD, W. H.** 1909. Revision of the mice of the American genus *Peromyscus*. *North American Fauna* 28:1-285.
- PACKARD, R. L.** 1960. Speciation and evolution of the Pygmy Mice, genus *Baiomys*. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History* 9:579-670.
- PATTON, J. L., D. G. HUCKABY, y S. T. ÁLVAREZ-CASTAÑEDA.** 2008. The evolutionary history and a systematics revision of woodrats of the *Neotoma lepida*-group. *University of California Publications in Zoology* 135:1-411.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., J. ARROYO-CABRALES, y A. CASTRO-CAMPILLO.** 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)* 21:21-82.
- RETANA, O. G. y C. LORENZO.** 2002. Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)* 85:25-49.
- ROBERTS, H. R., K. T. WILKINS, J. FLORES, y A. THOMPSON-GOROZPE.** 1997. Burrowing ecology of pocket gophers (Rodentia: Geomyidae) in Jalisco, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 42:323-327.
- RUSSELL, R. J.** 1953. Four new pocket gophers of the genus *Cratogeomys* from Jalisco, Mexico. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History* 5:535-542.

- RUSSELL, R. J.** 1957. A new species of pocket gopher (Genus *Pappogeomys*) from Jalisco, Mexico. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 9:357-361.
- RUSSELL, R. J.** 1968. Revision of pocket gophers of the genus *Pappogeomys*. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 16:581-776.
- SÁNCHEZ-CORDERO, V., Y B. VILLA-RAMÍREZ.** 1988. Variación morfométrica en *Peromyscus spicilegus* (Rodentia: Cricetidae) en la parte noreste de Jalisco, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 58:819-836.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).** 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000. Protección ambiental, especies de flora y fauna silvestres de México, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, y lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, Lunes 16 de octubre de 2001, 1:1-62.
- THOMAS, O.** 1892. Diagnosis of a new Mexican *Geomys*. Annals and Magazine of Natural History, series 6 10:196-197.
- THOMAS, O.** 1893a. Description of two new pocket mice of the genus *Heteromys*. Annals and Magazine of Natural History, series 6 11:329-332.
- THOMAS, O.** 1893b. Notes on some Mexican *Oryzomys*. Annals and Magazine of Natural History, series 6 11:402-405.
- THOMAS, O.** 1893c. On two new Members of the genus *Heteromys* and two of *Neotoma*. Annals and Magazine of Natural History, series 6, 12:233-235.
- VÁZQUEZ, L. B., R. A. MEDELLÍN, Y G. N. CAMERON.** 2000. Population and community ecology of small rodents in Montane Forest of western México. Journal of Mammalogy 81:77-85.
- VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, E., G. CEBALLOS, Y D. PIÑERO.** 2002. Exploring the relation between genetic structure and habitat heterogeneity in the rodent *Liomys pictus* from Chamela, Jalisco. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 86:17-28.
- VILLA-RAMÍREZ, B. Y F. A. CERVANTES.** 2003. Los mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. y Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
- WILLIAMS, D. F., H. H. GENOWAYS, Y J. K. BRAUN.** 1993. Taxonomy. Pp. 38-196 in Biology of the Heteromyidae (Genoways, H. H. y J. H. Brown, eds.). Special publications No. 10, American Society of Mammalogists. Lawrence, EE.UU.
- ZALAPA, S. S., M. H. BADI, F. A. CERVANTES, Y S. GUERRERO.** 2005. Ecología poblacional de *Liomys pictus* en tres áreas de bosque tropical subcaducifolio con diferente tiempo de regeneración, en la costa norte de Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 21:1-14.

---

Sometido: 12 de julio de 2014

Revisado: 22 de julio de 2014

Aceptado: 7 de agosto de 2014

Editor asociado: Consuelo Lorenzo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández

***In Memoriam:***

# *Dra. Gloria Luz Portales Betancourt* *(1963-2014)*



Gloria Luz Portales Betancourt, nació en la Ciudad de México el 13 de abril de 1963. En 1982 inició la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM, desde entonces, como muchos, se enamoró para siempre de su Alma Mater. En el año de 1989 se tituló con la tesis: "Contribución al estudio histológico del útero no preñado y de la placenta en tres etapas de la gestación de la cabra (*Capra hircus*), bajo la asesoría de la Dra María del Carmen Uribe Aranzábal, quien siempre fue un gran pilar, ejemplo y guía para Gloria.

Antes de continuar con sus estudios de posgrado, ocupó el puesto de Bióloga en el Laboratorio de Inmunohistoquímica en Patología del Instituto Nacional de Cancerología, de 1988 a 1995. También fue Ayudante de Investigador "B" en el Laboratorio de Biología de la Reproducción, del Departamento de Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM, de mayo 1989 a enero de 1998.

En 1995 inicia sus estudios de maestría en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la UNAM, esta vez con lagomorfos, grupo que sería su gran pasión hasta el último momento. Obtuvo el grado de Maestra en Producción Animal (en Reproducción Animal) en 1997, con el tema "Estudio histológico comparado del ovario y la vagina del conejo *Sylvilagus floridanus* y de las liebres *Lepus callotis* y *Lepus flavigularis* (Mammalia: Lagomorpha), bajo la asesoría de los doctores María del Carmen Uribe Aranzábal, Fernando A. Cervantes Reza y Javier de Jesús Valencia Méndez (Portales-Betancourt *et al.*, 2010). Ese mismo año ingreso al Doctorado en Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias de la UNAM, con el proyecto "Reproducción y abundancia de la liebre *Lepus californicus* en la Reserva de la Biosfera Mapimí, en el desierto Chihuahuense, México", obteniendo el grado en Marzo de 2006. Esta vez bajo la dirección de Fernando A. Cervantes, y con la asesoría de Lucina Hernández, ambos muy importantes en la vida académica y personal de Gloria. Como parte de su formación de doctorado, obtuvo una beca para realizar una estancia de investigación en la Estación Biológica de Doñana, (C.S.I.C.) en Sevilla, España, durante un año (enero a diciembre de 1998).

Si bien sus intereses de investigación tenían que ver principalmente con el conocimiento y conservación de los lagomorfos (Cervantes *et al.*, 1999, 2006; Uribe

y Portales-Betancourt, 1994; Hernández *et al.*, 2011; Portales-Betancourt *et al.*, 2012; Uribe *et al.*, 1996), también incluían temas de ecología de poblaciones de mamíferos, biodiversidad, así como conservación y gestión de recursos naturales (Portales-Betancourt, 2007; Portales-Betancourt *et al.*, 2009). Gloria realizó dos estancias postdoctorales en el Laboratorio de Recursos Naturales, UBIPRO: Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, bajo la dirección del Dr. Oswaldo Téllez, con los proyectos, "Identificación de Sitios Prioritarios de Conservación de las especies de mamíferos en la Reserva de la Biosfera de Mapimí" (marzo de 2008 a febrero de 2009) y "Selección de Áreas Prioritarias de Conservación en el Desierto Chihuahuense" (marzo de 2009 a febrero de 2010).

Desde sus inicios como docente mostró siempre responsabilidad y entrega por lo que fue muy querida por sus alumnos. Impartió más de 20 cursos (de Histología, Botánica, Biología de la reproducción, Biodiversidad, Biología general, y Ecología y turismo alternativo) en las carreras de Biología, Ciencias de la Tierra y Geografía de la UNAM, de Biología en la Universidad Autónoma de México, y de Turismo en el ISEC. Mientras que a nivel Posgrado, Diplomados y Especialidades impartió 11 cursos. Asesoró dos tesis de maestría y fue sinodal en 14 comités de evaluación de tesis de Licenciatura y dos de Maestría.

Además de impartir clases, trabajo en CONABIO en la Dirección Técnica de Evaluación de Proyectos como analista de proyectos, de mayo a octubre del 2001. Posteriormente, ocupó el cargo de Subdirectora de Conservación de Hábitat de la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas en Instituto Nacional de Ecología (ahora INECC) de Noviembre de 2001 a diciembre de 2006, en donde trabajo bajo la dirección de Ariel Rojo y Eduardo Peters.

Presentó alrededor de 30 ponencias en diferentes foros nacionales e internacionales, y participó en al menos otras 17 por invitación, con temas principalmente relacionados con el conocimiento de los lagomorfos, así como conservación de recursos naturales. Además, participó en 8 seminarios nacionales e internacionales, relacionados con temas de mamíferos, biodiversidad, y prioridades de conservación. Publicó más de 18 trabajos, tanto en revistas nacionales e internacionales y capítulos de libros, que incluían trabajos de investigación básica, aplicada y de divulgación.

Fue miembro activo de la Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos, A. C. (AMCELA), de la cual fue presidenta durante marzo de 1999 a febrero de 2002. Siempre lo hizo, con mucha dedicación y compromiso, compartido con Fernando Cervantes, Jesús Martínez, José Bernal, Patricia Reyes, Héctor Rangel, Juan Pablo Ramírez, Mario Castañeda, Alejandro Velázquez, Julieta Vargas, Francisco Romero entre muchos otros.

Trabajo entusiastamente en la organización de 25 eventos. entre reuniones científicas, conferencias, talleres y cursos; ejemplo de ello es el Taller Internacional para la Conservación de los Lagomorfos Mexicanos en Peligro de Extinción, realizado en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, organizado por la Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos, A. C., y la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza, UICN-The World Conservation Union y el Conservation Breeding Specialist Group en enero de 1996. Así como el Primer Seminario Nacional sobre Tierras Silvestres, organizado por la Dirección de Conservación de los Ecosistemas, del INE en 2005. Fue invitada a formar parte de



“Lagomorph Specialist Group” y la “Survival Species Commision” de la “International Union for the Conservation of Nature”, de las cuales formó parte desde 1998. Además, fue miembro fundador del Subcomité Técnico Consultivo Nacional para la Conservación de los Lagomorfos Mexicanos, constituido en noviembre del 2000, en el Instituto Nacional de Ecología.

Participó activamente en actividades de divulgación científica, publicó cinco ensayos y trabajos relacionados con las liebres, historia natural de la Ciudad de México, recursos naturales, entre otros. Por su gran dedicación y disciplina, formo parte de 11 comités editoriales, entre los que destacan la revisión técnica de la traducción al español de la 11ª y 12ª edición de la obra *Biología. La Unidad y la diversidad de la vida* de Cecie Starr y Ralph Taggart. CENAGE age Learning Editores, S. A. de C. V., obra en la cual también participo (Portales-Betancourt, G. 2008a, 2008b): También revisó el libro “Historias del Pastizal: La liebre de Tehuantepec”, editado por ECOSUR, CONABIO, OIKOS (Lorenzo et al. 2009).

En cada una de las etapas académicas, siempre se dio tiempo para realizar actividades deportivas, le gustaba nadar, andar en bicicleta, hacer yoga y caminata, le encantaba bailar, ir a conciertos, museos y viajar. También le gustaban los perros, disfruto hasta que pudo a Danna, su perrita. Tenía además la facilidad de hacer amistades en todos los lugares y fue una excepcional hija, hermana y tia.

Tristemente, después de casi dos años de dar una batalla ejemplar contra el cáncer, Gloria falleció en la Ciudad de México el 9 de agosto de 2014. A pesar de todos los pronósticos luchó con gran entereza, fortaleza y conciencia. Sin embargo, fue finalmente vencida, dejando a todos sus amigos y familiares con un profundo dolor en el corazón. Como homenaje a su trayectoria académica y en su recuerdo, se elaboró este escrito, en donde a pesar de la tristeza y premura de la convocatoria, la respuesta de sus colegas y amigos fue muy generosa. Prueba de ello son las notas que se presentan a continuación, que da cuenta no solo de la excelente bióloga que fue, sino también de una gran amiga, colega y mujer.

**A** mí querida Gloria: Tuve el enorme privilegio de compartir muchos momentos de la vida académica con Gloria. Fue mi alumna en Licenciatura, en la Facultad de Ciencias de la UNAM; le dirigí sus Tesis: Profesional y de Maestría; y participó varios años como ayudante de profesor en mi Laboratorio. En todas estas experiencias, el entusiasmo de Gloria para asumir el proyecto de trabajo, su gran sentido de responsabilidad, su delicadeza en el manejo técnico y su profundidad en el análisis teórico fueron siempre su actitud, siempre una excelente estudiante. Trabajó con todo ánimo y dedicación el análisis de la histología de vertebrados, en particular el estudio de los tejidos comprendidos en los órganos de los sistemas reproductores y sus procesos cambios durante las fases de reproducción. Entre esta temática se dedicó a analizar las formas de desarrollo de los mamíferos durante su fase de gestación y las relaciones que establecen los tejidos maternos y embrionarios. Realizó un análisis muy completo de la estructura microscópica de la placentación. A partir de esta perspectiva, posteriormente, integró su interés por el estudio de Lagomorfos y profundizó en particular en el sistema reproductor femenino de diversas especies y sus cambios cíclicos. Todos aquellos momentos de

trabajo compartidos serán siempre un hermoso recuerdo, su calidad humana, tan digna y respetuosa, tan amable y cuidadosa, su gran sensibilidad al conocimiento y conservación de la naturaleza serán siempre estímulo y lección para seguir adelante. Mi querida Gloria, siempre estarás en mi corazón.

### **María del Carmen Uribe Aranzábal**

(Facultad de Ciencias, UNAM)

Recuerdos de Gloria: Me es muy grato recordar a una persona como Gloria, es algo especial. No cabe duda que por sus características como individuo, como mujer y como profesionista todos guardamos un gran respeto y un bello recuerdo de ella.

Tuve la oportunidad de conocerla a principios de la década de 1990. En aquellos años nos reuníamos un grupo de personas interesadas en la conservación de fauna silvestre, particularmente interesados en el estudio y protección del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*). Era evidente en Gloria que su pensamiento conservacionista había sido positivamente influenciado por su interacción con algunos destacados colegas veterinarios. Uno de ellos, el Dr. Javier Valencia, quien inclusive había fungido como uno de sus asesores de tesis nivel licenciatura. Desde ese momento conocí la evidente preocupación de Gloria por el destino de especies animales mexicanas en riesgo de extinción. Inclusive, unos 10 años más tarde, en 1999, Gloria cosechó uno de sus frutos académicos producto de su participación en acciones de conservación y que fue convertirse en la dirigente máxima de la Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos, A. C., organización mexicana reconocida internacionalmente por su interés y trabajo a favor del estudio y conservación de los conejos y liebres silvestres de México. La conducción de esa organización le proporcionó a Gloria la amistad y reconocimiento personal y profesional de muchas personas, y desde luego también, la envidia sana de algunas que hubieran querido tener la capacidad que ella mostraba en ese momento.

Asimismo, hay que destacar la valiosa influencia que tuvo la Dra. María del Carmen Uribe en la formación académica de Gloria. La Dra. Uribe le heredó conocimiento y entusiasmo por los estudios histológicos de los animales. Vale la pena mencionar que posteriormente este enfoque le permitió a Gloria combinar información para trabajar en la histología de especies en riesgo de extinción como una línea de investigación original necesaria para contar con más información en la toma de decisiones en conservación.

Gloria fue una enamorada del aprendizaje de la biología de las liebres silvestres mexicanas, particularmente las especies amenazadas, por lo que se ella posteriormente se adhirió exitosamente a los esfuerzos de conservación de estos mamíferos privilegiando la utilización de técnicas histológicas con gran interés. Desde entonces conocí y aquilaté los principales atributos de Gloria como persona y como profesional de la biología.

Desde un poco antes de 1995 quedé gratamente impresionado por Gloria, pues tuvimos la oportunidad de efectuar trabajo de campo relacionado con su tesis de Maestría y pude reconocer en ella a la estudiante con mucho interés por su proyecto de investigación, muy activa y de una iniciativa admirable, cualidades que siempre mantuvo y que caracterizaron el inicio de su tesis de doctorado hasta la obtención del

grado académico correspondiente en el año 2006. En relación a esto, recuerdo con agrado también la experiencia de Gloria en 1998 en el viejo continente como parte de su formación doctoral al llevar al cabo una estancia de investigación en Portugal y España. En esa ocasión Gloria demostró a su comité tutorial del doctorado su gran capacidad para planear, desarrollar y terminar una propuesta de trabajo académico. Ella estaba en pleno crecimiento intelectual.

Pero a la par de estas experiencias, fue muy satisfactorio también reconocer en ella al individuo que con orgullo y seguridad en sus decisiones siempre mostró su personalidad, esto es, a la mujer de gran fuerza moral, física, e intelectual. Era admirable que lo mismo ella podía transitar sola o acompañada por diversos caminos de su ambiente académico o de su vida personal, condición envidiable por algunas personas que la llegaban a conocer. Asimismo, ella destacaba por mostrar un carácter amable y siempre alegre que contagiaba al transmitir su estado de ánimo de manera honesta. Varias personas recordamos que durante faenas duras y difíciles del trabajo de campo, ella siempre era un aliciente para no perder la paciencia y el buen humor. Inclusive, era una persona que se acomodaba fácil y rápidamente a condiciones precarias de alojamiento y de disponibilidad de alimento apropiado para el equipo de trabajo.

Todas estas cualidades le permitieron a Gloria ir cultivando una buena amistad con la comunidad del Laboratorio de Mastozoología del Instituto de Biología, UNAM, lo mismo que una relación de trabajo exitosa y productiva con todos. Gracias a esto, nunca tuve la menor duda de que ella se estaba transformando en un profesionista que asimilaba conocimientos rápidamente y acumulaba experiencia notablemente, lo que se traducía en el exitoso avance de su formación académica. Ella gustaba de generar acciones y productos académicos en materia de conservación que involucraban a sectores del gobierno federal, como reuniones académicas y mesas de trabajo, entre otras, y que llamaban la atención proveniente de una estudiante de posgrado.

Gloria viajaba con el grupo de Mastozoología a todo lugar natural donde hubiera liebres o conejos. Esto permitió a muchas personas convivir con ella bajo diversas circunstancias en las salidas de campo. Por ello siempre resultará agradable recordar situaciones como la travesía desde tierra firme en la Península de Baja California a diversas islas con Gloria hecha un ovillo en un rincón del bote por su afición a dormir para no padecer el rigor de las travesías. Similarmente, resulta grato recordar a Gloria haciendo lo imposible por comer a diario un yogurt a las 3 a. m. en los lomeríos de Michoacán y Jalisco en búsqueda de liebres y conejos. Son vivencias inolvidables.

Su doctorado no fue menos admirable. Tuve la oportunidad de compartir con ella la aventura académica de diseñar y llevar al cabo un proyecto de investigación donde ella sería la responsable de su conclusión. Me sentía entusiasmado de presenciar que ella era una estudiante que estaba alcanzado una formación y maduración académicas pocas veces vista. Tengo el grato recuerdo de haber pasado con ella largos ratos de día y noche, algunos bajo días cálidos secos y otros bajo lluvia torrencial en los terrenos de la Estación de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, en Durango, disfrutando a las liebres, a los conejos y al desierto en su conjunto. Cuando pienso en Gloria y la recuerdo ahí parada en el salón de exámenes de posgrado, emocionada y triunfal, presenciando la lectura de la obtención de su grado de doctorado, mi corazón se llena de alegría y satisfacción de ver en ella las cualidades que son de inmenso valor para un estudiante

de posgrado que desea culminar sus estudios y de una persona que desea abrirse paso por la vida. En todo momento, era claro que Gloria era una profesional respetada y admirada.

Gloria ahora se ha adelantado en el camino, pero su recuerdo y sus obras materiales han dejado huella imborrable de su paso. Personas como ella impactan favorablemente nuestra sociedad y nuestras vidas, por eso la vamos a extrañar físicamente, pero la llevaremos en nuestra mente y corazón. Gracias Gloria por conocerte, aprender de ti y compartir experiencias de esta vida. Nos veremos de nuevo.

**Fernando A. Cervantes**

(Instituto de Biología, UNAM)

Conocí a Gloria en el desierto de Mapimí como estudiante de mi difunta esposa y compañera en la ciencia, Lucina Hernández. Gloria estaba trabajando en su doctorado con las liebres y la recuerdo como una investigadora entusiasta y capaz. Su amor por el trabajo, el desierto, y la vida era evidente y nos inspiró a todos. A lo largo de su breve carrera, Gloria esperaba trabajar en su campo elegido de la ciencia y sumar a nuestra comprensión del mundo natural de México. Yo sé que ella había esperado para sí una larga y productiva carrera y se entristeció cuando supo de su enfermedad. Con la pérdida de la Gloria, México ha perdido otro científico prometedor y yo he perdido otra amiga. Ella será extrañada por todos.

**John W. Laundre**

(Department of Biological Science, SUNY-Oswego)

Gloria, fue una persona a la que quise mucho, a pesar de convivir mucho tiempo y de platicar por mucho rato, me doy cuenta que no la conocí mucho, pero especialmente guardo en mi memoria y siempre lo recordábamos, aquellas largas caminatas en el desierto Chihuahuense cazando liebres y conejos para su tesis. En esos parajes tan calmados, nos sentábamos a descansar a la hora del sol más caliente cuando ni las lagartijas se asomaban en la sombra de algún mezquite y platicábamos mucho, de todo, pero terminábamos arreglando el mundo porque ella fue una gran soñadora.

Platicábamos mucho también sobre la fauna sobre perros, un animal al que ambos admiramos mucho, en fin ahora que ya no está ella y que también se nos fue otra querida amiga Lucina Hernández, definitivamente Mapimí y México perdieron a dos grandes mujeres, descansen en paz Gloria que seguramente ya se encontró con su gran amiga Lucina y estarán arreglando el mundo como siempre. Las extraño mucho.

**Alberto González-Romero**

(Instituto de Ecología, A. C.)

Conocí a Gloria hace 18 años, cuando iniciábamos el grupo de estudios ecológicos a largo plazo de la Reserva de la Biósfera de Mapimí. Gloria se integró rápidamente con su tesis de doctorado por la UNAM dirigida por Lucina Hernández y Fernando Cervantes sobre los patrones reproductivos de *Lepus californicus* y su relación con la disponibilidad de biomasa vegetal, publicado en *Therya* en 2012. El amor de Gloria casi excesivo por sus sujetos de estudio lo coronó al presidir la Asociación Mexicana para la Conservación y Estudios de los Lagomorfos. Fue también una excelente compañera de campo, siempre colaborando con gusto y espíritu constructivo. Para los que trabajamos en Mapimí, la pérdida de Gloria es un golpe muy fuerte que se une al deceso hace menos de un año, también por cáncer, de nuestra querida Lucina Hernández y el de Adalberto “el Chuca” Herrera. Sin ellas y él, el desierto chihuahuense está, hoy por hoy, empobrecido.

**Jorge López Portillo Guzmán**

(Instituto de Ecología, A. C.)

Gloria Portales era una persona poco común. Era risueña como pocas, y su risa clara era contagiosa. Era también sumamente seria cuando de cosas serias se trataba. Caminaba, como pocas personas, por una tensa y delgada línea recta, como hacen quienes tienen a la integridad y a la rectitud como norma única de vida. Caminaba así, como equilibrista, natural y gozosamente, no sabía hacerlo de otra manera y siempre le sorprendía cuando alguien no lo hacía así. Gloria no conocía medias tintas, no entendía ni en el trabajo ni en los afectos el ni fú ni fá. Ella, que tanto sabía, no sabía decir “me vale”. Gloria, con su pelo largo, con su guapura y con su belleza interna, no podía estar medio interesada, siempre tenía un interés apasionado que la llevaba desde a meterse en todos –sí, todos– los detalles de las liebres que tanto amó hasta a dejar el alma en su trabajo, ya fuera de gestión, de investigación o de docencia. Ella no dejaba de pensar en sus pasiones nunca, nunca las sentía como una carga, las percibía, al igual que a sus afectos, como la vida misma. Con su peculiar manera de pronunciar la “s”, con su singular manera de reírse, con su alegría, con su entrega y, al final, con su ejemplar dignidad y entereza, hubiera dejado un camino de luz siempre, así su vida no se hubiera interrumpido tan prematuramente.

**Irene Pisanty**

(Facultad de Ciencias, UNAM)

Recuerdos de una gran compañera: Los recuerdos que tengo de Gloria son muy gratos, fue una mujer muy alegre, sonriente y dispuesta a ayudar en cualquier momento. Nos conocimos en el Instituto de Biología de la UNAM como estudiantes, cuando ella estaba trabajando en su tesis de maestría y yo en la de doctorado. Su amor por los lagomorfos nos unió y permitió que realizáramos juntas algunas salidas al campo a inicios de la década de los 90s a diferentes estados de la República Mexicana, para “corretear” a las liebres y los conejos. Le fascinaba la reproducción de estos animales y la histología comparada,

de ahí que su tesis de maestría en ciencias tratara sobre la histología comparada de ovario y vagina de conejos y liebres. Fue una mujer muy activa académicamente, preocupada por la conservación de los lagomorfos, organizó exitosamente en 1996 el Taller Internacional para la Conservación de los Lagomorfos Mexicanos en Peligro de Extinción, realizado en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, con apoyo internacional de la IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*).

Aunque yo residí fuera de la ciudad de México desde 1997, y nuestras vidas tomaron caminos diferentes, siempre supe de ella a través de las actividades que llevaba a cabo, por ejemplo, fue muy importante su presencia en la Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos, A. C. (AMCELA), la cual dirigió exitosamente de 1999 a 2002. Siempre estuvo atenta y preocupada para que esta asociación funcionara lo mejor posible. En algún momento, mando hacer unos zacatuches de hule espuma y playeras con estampados de lagomorfos mexicanos para obtener fondos para la asociación y dar a conocer a un público general, a los lagomorfos mexicanos y su papel en el ecosistema. Posteriormente, tuve el honor de que Gloria, en 2009, llevara a cabo, a petición de la CONABIO, la revisión técnica del libro: *Historias del Pastizal: La liebre de Tehuantepec*, escrito por colegas y la que suscribe; sus comentarios nos ayudaron mucho para que la obra mejorara sustancialmente. Fue una excelente colaboradora en el 2012, cuando la invité como editora asociada, a participar en el fascículo especial de *Therya* sobre los lagomorfos mexicanos; estuvo siempre en contacto, abierta a las sugerencias y atenta a todos mis comunicados. Gracias querida Gloria por los momentos vividos a tu lado, tu recuerdo perdurará por siempre. Con mucho cariño.

### **Consuelo Lorenzo Monterrubio**

(El Colegio de la Frontera Sur)

Estimada Gloria Luz, donde te encuentres sólo espero que estés bien, tranquila, en paz y armonía contigo misma. Te recuerdo en aquellos ayer con AMCELA y todas las vicisitudes que pasamos con los compañeros y compañeras, con enojos y alegrías, con el arduo trabajo y en convivencias, en los que siempre mostrabas tu profesionalismo y tu alegría que a veces nos ocultabas, pero que personalmente sabía que siempre estabas ahí. Te agradezco los grandes momentos de acercamiento y de compartir vivencias, te extiendo una disculpa por los fallos que no pude enmendar y te mando un abrazo sincero doquiera que estés. Con cariño y siempre recordando los mejores momentos.

### **Héctor Rangel Cordero**

(Comisión Nacional de Áreas Protegidas, SEMARNAT)

Conocer a Gloria Portales en la Colección de Mamíferos, fue el principio de un largo y maravilloso camino de andar entre gavetas, análisis de laboratorio y trabajo de campo, todo a partir del imponente desierto de la Reserva de la Biósfera de Mapimí. Siempre amable conmigo, receptiva y sobre todo abierta a compartir, enseñar, debatir, analizar y cuestionar todo a nuestro alrededor, parte enriquecedora de mi formación académica,

pero también en asuntos de la vida cotidiana, en la recuperación compartida de ciclos que se cierran y nuevos por abrir. Amiga has sido una *Luz* importante en ese pedacito de historia compartida, has sido un ejemplo de lucha, de fortaleza y de nunca darse por vencido a pesar de la adversidad, por todo eso muchas gracias, has alcanzado la *Gloria*, hasta siempre.

**Ariadna I. Marín Sánchez**

(Comisión Nacional para el Conocimiento y  
Uso de la Biodiversidad)

Gloria, amiga, contigo aprendí y conocí la verdadera amistad ya que de ti siempre tuve apoyo incondicional, respeto y sobre todo mucho amor. Siempre me apoyaste en momentos difíciles. Fuiste para mí un ejemplo de guerrera, de mujer que convierte sus sueños en realidad, de lograr las metas que una se propone. Gracias amiga, por ser un ser humano excepcional, por enseñarme tantas y tantas cosas, por ser una gran maestra, por todo tu amor, pero sobre todo por coincidir conmigo en esta vida. Sabes fue un placer.

**María Ventura Rosas Echeverría**

(Universidad Autónoma del Estado de Morelos)

Gloria Luz, una luz para todos aquellos que eran sus amigos, era muy fácil para ella hacer amigos, compartía siempre todo lo que tenía, su tiempo “claro de una manera muy programada como era ella”, pero se daba tiempo para estar con los amigos en momentos difíciles a veces nada agradables, los momentos importantes y divertidos.

Compartía su casa para estudiantes, que no vivían en el Distrito Federal, así como libros, artículos, conocimientos, dando conferencias casi siempre no remuneradas y a veces aunque se tuviera que desplazar a muchos kilómetros de distancia, no importando el gasto que esto representaba, el amor que tenía por su familia, amigos, compañeros, alumnos, siempre será recordado porque de muchas maneras lo expresó y lo sentimos de verdad, por eso y muchas cosas más, siempre recordare a mi gran amiga.

**Xóchitl Aguilar Miguel**

(Universidad Autónoma del Estado de México)

Para Glo: No sé cómo iniciar, pero les diré como le decía a mi querida amiga: no es que seas bonita por fuera lo que pasa es que eres tan bonita por dentro que se te sale por los poros y eso es lo que reflejas. Yo creo, que se notaba en sus ojos con esa luz interna tan especial que tenía y la hacía notar, en cualquier lugar en el que ella estuviera. Tengo tantas anécdotas y cosas buenas que contar, que no terminaría, pero quiero que sepan que siempre que salíamos juntas era muy divertido, desde ir a la cantina, contar chistes o ir a bailar. Recuerdo una fiesta de fin de año en el Salón Francés en el empezaron a tocar

música y nadie bailaba hasta que uno de los doctores se levantó y dijo “bueno como nadie se anima yo inicio con la más bonita de la fiesta”, nos reímos mucho, sacó a Glo a bailar, después de ellos todo mundo se animó y bailamos mucho, fue una fiesta muy divertida. Conociendo a Glo dice uno, vale la pena vivir la vida y conocer a alguien tan entregada en todo, porque todo lo hacía con gran pasión y conocimiento, recordémosla así como ella es, fue y será, bonita y alegre. Hasta el final conservo esa luz interna y cariño hacia las personas que la queríamos y que dijo “me voy feliz, he vivido lo que he querido, he viajado a donde he querido y he amado lo suficiente” (por cierto que uno de sus novios, un colombiano, era guapísimo). Se fue tranquila y en paz, con ella y con la vida.

**Pilar Ramos**

(Instituto Nacional de Cancerología)





Querida Gloria: Recuerdo que nos conocimos en el año de 1997, cuando yo buscaba asesor para ingresar a la Maestría y tuve la fortuna de llegar a la Colección Nacional de Mamíferos en el Instituto de Biología de la UNAM con el Dr. Fernando Cervantes. Iniciabas tus estudios de Doctorado y estabas a pocos meses de viajar a España para una estancia de investigación. Creo que desde el principio fue una amistad llena de complicidad.

No importaron ni la distancia ni el tiempo, podíamos pasar horas platicando en un café o llamadas telefónicas. Junto con Mary y Ena formamos nuestro grupo en el que compartimos muchos momentos felices, nos acompañamos en las tristezas, celebramos los logros obtenidos, nos apoyamos en nuestros tropiezos. La primera vez que vi cómo se preparaba un ejemplar de liebre fue a tu regreso de Mapimí, me sorprendía con cuanto amor y dedicación realizabas tu investigación con los lagomorfos. En tu examen doctoral me di cuenta de la importancia y el enorme aporte de tu investigación, de tu capacidad de integrar información de distintos tipo y escalas para resolver una pregunta.

Admiraba lo disciplinada, ordenada y metódica que eras, tus presentaciones para congresos o clases eran de antología, verdaderas maravillas de información e imágenes con animación. Junto con Vero Farías, impartimos el curso de actualización para la conservación de los mamíferos en el posgrado del Instituto de Biología, donde aprendí muchas cosas más de tí. Te ví alcanzar muchas metas profesionales en la CONABIO y en el INE, fuiste una docente muy admirada y apreciada en la Facultad de Ciencias de la UNAM, en tus estancias posdoctorales en la UBIPRO de la FES Iztacala, como siempre te apreciaron y te admiraron. Le tuviste un gran amor a tu querida perrita Danna. Me vienen a la mente tantos recuerdos y anécdotas, y hasta el último momento has sido un ejemplo a seguir, eres la persona más valiente, centrada y fuerte que he conocido. En estos últimos dos años mi admiración hacia ti creció enormemente, hasta el final has sido un ser hermoso tanto físicamente como en sentimientos. Te quiero mucho Gloria, siempre estarás presente en las personas que tuvimos el honor de compartir contigo parte de este viaje. Muchas gracias por haberte conocido.

**Claudia Ballesteros Barrera**

(Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa)

Era una persona muy deportista, responsable, organizada, alegre y motivante y sabía que decir en el momento indicado. Como sucedió el día de mi examen de maestría, justo antes del examen entre en crisis, y estando en el baño de mujeres, no hacia otra cosa que llorar de los nervios. En ese momento entro mi amiga, me dijo palabras alentadoras y me transmitió la seguridad y confianza que necesitaba para salir al examen y hacer mi mejor papel.

**Teresa Espino**

(TEO, Consultoría ambiental, S. C.)

Dicen por ahí: “que cuando uno está muerto, uno no sabe que está muerto. Los demás si lo saben y ellos son los que sufren”. Si es así, seguramente Gloria vive la eternidad con la misma pasión con la que vivió en éste lugar de destierro. Ahora nosotros tendremos que vivir sin su compañía, sin su alegría de vivir. Lidio por la vida de la misma forma en que la amo; con toda la fuerza y el mismo ímpetu de sus últimos momentos. El haber compartido con ella el mismo sendero, en tristezas como alegrías, en su desarrollo académico como desempeño profesional, y en su amistad ha sido un regalo que los que la conocimos sabemos aquilatar y también valoramos lo que hemos perdido.

**Enrique Pérez Cárdenas**

(Instituto Nacional de Cancerología)

Gloria y yo nos conocimos hace mucho tiempo, en el Holoceno temprano; ambos estudiantes en la Colección de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM. El primer recuerdo que tengo de ella, más allá del saludo cortés de todos los días, es en un congreso que no puedo recordar si fue en Monterrey o donde. La primera impresión que me dejó en esa breve convivencia fue la de una chica algo impertinente y muy caprichosa: se nos pegó a un grupo de unos cinco varones con intenciones secretas de visitar algún lugar de sana convivencia sólo para caballeros, y terminamos cenando vegetariano porque eso le apeteció a ella y después acompañándola a las puertas de su hotel, para de ahí retirarse cada quien al suyo. Lo cierto es que no me cayó muy bien. Años después, ya ambos como profesionistas, nos reencontramos también en el Instituto de Biología y forjamos una sólida amistad, nutrida con sincero afecto y empatía. Salimos juntos al campo una vez, platicábamos mucho cuando nos veíamos, la pasábamos bien juntos. Nunca le confesé mi primera impresión, pero sé que nos habiéramos reído mucho. Mi último recuerdo de ella es el de uno de esos encuentros casuales en los pasillos del Instituto de Biología, antes de saber de su padecimiento, ella alegre, sonriente, optimista. Con ése me quedo.

**Enrique Martínez Meyer**

(Instituto de Biología, UNAM)

Tuve el placer de conocer a Gloria cuando ambos éramos estudiantes en la Colección de Mastozoología, en aquel viejo Instituto de Biología de la UNAM, a principio de los años 90's. Después ya para terminar la década nos volveríamos a encontrar en la Reserva de Mapimí haciendo el trabajo de campo de nuestras respectivas tesis de doctorado, ella como siempre con sus conejos y liebres, el grupo al que dedico mucho de sus esfuerzos como investigadora. Sin duda Gloria fue una mujer fuerte, independiente, trabajadora incansable desde siempre pues ella al mismo tiempo que trabajaba en un hospital, hacia su tesis y todavía se daba tiempo para promover una organización para el estudio de los lagomorfos (AMCELA). Fue una eficiente servidora pública en sus años en el desaparecido INE y una dedicada profesora con sus cursos de Biodiversidad en la Facultad de Ciencias, al que alguna vez me invito para dar una charla, donde pude ver

el entusiasmo que ponía a que sus alumnos aprendieran. Sin duda es una gran pérdida que un ser humana con tanta luz se haya apagado tan pronto.

**Gerardo Sánchez Rojas**

(Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo)



Cuando Gloria estaba por terminar el CCH, un fin de semana estaba platicando con ella sobre que pensaba estudiar, le sugerí que estudiara Ingeniería en Sistemas o en Electrónica, que podría apoyarla con las materias, ya que yo estaba por terminar y trabajando en una empresa de computadoras. Le comentaba que era una de las carreras que en ese momento tenía un futuro muy promisorio; sin embargo ella me comentó que ya lo había decidido y que estudiaría Biología. ¿Biología?, ¿estas segura? A lo que

contestó si, seré una Bióloga muy feliz, aunque no llegue a ganar tanto como en una ingeniería. Me siento muy orgulloso, de lo tenaz y dedicada que era, no sólo amó la Biología y todo lo relacionado con ella, además disfrutó la docencia y la investigación.

Por su prematura partida, seguramente que dejó cuestiones inconclusas y que tenía muchos sueños más por cumplir. Sin embargo, sus sueños y metas iniciales los cumplió y con creces, después del Post-Doctorado seguro hubiera buscado más que estudiar o investigar y lo hubiera disfrutado como lo disfrutó siempre. Desgraciadamente esa parte del destino no está en nuestras manos, pero el tiempo que nos acompañó, disfrutó de la vida en todo lo que realizó y siempre se comprometió en lo que enfrentó; casi venció al Cáncer. Vivirá por siempre en el corazón y recuerdo de sus familiares y de quienes tuvieron la suerte de conocerla.

### **Jorge Alberto Portales Betancourt**

(Datagard S.A. de C. V.)

Decidida a explorar y conocer nuevas dimensiones, mi hermana dejó este mundo para iniciar un nuevo viaje. Guerrera, líder, original, risueña, inteligente, alegre, así era.

Gloria vivirás siempre en mi corazón.

### **Malena Portales Betancourt**

Sin duda alguna la profesora Gloria Portales ha sido una figura muy importante en mi formación profesional como geógrafo, ya que su saber y enseñanzas me demostraron que la biodiversidad es el resultado de una compleja historia geológica y de numerosos procesos biológicos y ecológicos, situación que la constituye como un elemento primordial para los biólogos y que, además es un campo que guarda una estrecha relación con la Geografía. Nos enseñó que la biodiversidad también presenta fuertes vínculos con la diversidad cultural de la sociedad, la cual genera importantes problemas que plantean grandes retos de estudio, análisis y solución.

### **Fernando Juárez**

(estudiante de Geografía, UNAM)

**Yolanda Hortelano-Moncada<sup>1</sup>, Ena E. Mata-Zayas<sup>2</sup>, María del Carmen Uribe Arrazábal<sup>3</sup>, Fernando A. Cervantes<sup>1</sup>, John W. Laundre<sup>4</sup>, Alberto González Romero<sup>5</sup>, Jorge López Portillo Guzmán<sup>5</sup>, Irene Pisanty Baruch<sup>6</sup>, Consuelo Lorenzo<sup>7</sup>, Héctor Rángel<sup>8</sup>, Ariadna I. Marín Sánchez<sup>9</sup>, María Ventura Rosas Echeverría<sup>10</sup>, Xóchitl Aguilar Miguel<sup>11</sup>, María del Pilar Ramos Godínez<sup>12</sup>, Claudia Ballesteros-Barrera<sup>13</sup>, Ma. Teresa Espino Chávez<sup>14</sup>, Enrique Pérez Cárdenas<sup>12</sup>, Enrique Martínez Meyer<sup>1</sup>, Gerardo Sánchez-Rojas<sup>15</sup>, Jorge A. Portales<sup>16</sup>, Ma. Magdalena Portales<sup>16</sup>, y Fernando Juárez<sup>17</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM. Tercer Circuito Ext. S/N. Junto a Jardín Botánico. Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán. Apdo. Postal 70-153. México D. F. E-mail: yolahm@ib.unam.mx (YHM), E-mail: fac@ib.unam.mx (FAC), E-mail: emm@ib.unam.mx (EMM).

<sup>2</sup>Laboratorio de Ecología del Paisaje y Cambio Global. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Cárdenas Km 0.5 S/N. Entronque a Bosque de Saloya. C.P. 86150. Villahermosa, Tabasco. E-mail: ena.mata@ujat.mx; ena.matazayas@gmail.com (EMZ).

<sup>3</sup>Laboratorio de Biología de la Reproducción, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, E-mail: mari3uribe3@gmail.com (MCUA).

<sup>4</sup>Rice Creek Field Station, Department of Biological Science. SUNY-Oswego, Nueva York, 14048, EE.UU. E-mail:john.laundre@oswego.edu (JWL).

<sup>5</sup>Instituto de Ecología (INECOL), A. C. Carretera Antigua a Coatepec km2.5 No. 351, Congregación El Haya. C. P. 91070 Xalapa, Veracruz, México E-mail: alberto.gonzalez@inecol.mx (AGR), jorge.lopez.portillo008@gmail.com (JLPG).

<sup>6</sup>Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior S/N, Delegación Coyoacán, C.P. 04510 Ciudad Universitaria, D. F. México. E-mail: ipisanty170@gmail.com (IPB).

<sup>7</sup>Departamento de Ecología y Sistemática Terrestres, El Colegio de la Frontera Sur. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, San Cristóbal de Las Casas 29290, Chiapas, México. E-mail: clorenzo@ecosur.mx (CL).

<sup>8</sup>Dirección de Evaluación y Seguimiento, Subdirección de Planeación Operativa y Evaluación Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP. Camino al Ajusco No. 200, Col. Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan. México D.F. C.P. 14210. E-mail: hector.rangel@conanp.gob.mx (HR).

<sup>9</sup>Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Liga Periférico - Insurgentes Sur, Núm. 4903, Col. Parques del Pedregal, Delegación Tlalpan, 14010, México, D.F. E-mail: ariadna\_marin\_sanchez@hotmail.com (AIMS).

<sup>10</sup>Escuela de Estudios Superiores Jojutla, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. 18 de Marzo No. 617, C.P. 62900, Jojutla, Morelos, México. E-mail: mvrosase@gmail.com (MVRE).

<sup>11</sup>Universidad Autónoma del Estado de México. Paseo Universidad #100, Universitaria, 50130 Toluca de Lerdo, Estado de México, México, E-mail: sxaguilar@gmail.com (XAM).

<sup>12</sup>Instituto Nacional de Cancerología. Av. San Fernando No. 22, Col. Sección XVI Delegación Tlalpan, C.P. 14080 México, D.F. E-mail: pilyrg@gmail.com (MPRG), epc\_incan@yahoo.com.mx (EPC).

<sup>13</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Biología. Apartado Postal 55-535. C.P. 09340, México, D. F. México E-mail: bbc0711@gmail.com (CBB).

<sup>14</sup>TEO, Consultoría Ambiental S. C. Retorno 801 Num. 34. Col. El Centinela. Del Coyoacán, C. P. 04450, México, D. F. E-mail: administrador@teoconsultoria.com.mx (MTEC).

<sup>15</sup>Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, Col. Carboneras. Mineral de la Reforma, Hidalgo 42184, México. E-mail: gerardo.sanchezrojas@gmail.com (GSR).

<sup>16</sup>Datagard S.A. de C.V, Otomías #38, Col. Obrera, Delegación, Cuauhtémoc México D F C P 06800. E-mail: jportales@datagard.com.mx (JAP), nuria\_amor@hotmail.com (MMP).

<sup>17</sup>Facultad de Ciencias (Alumno), UNAM, Av. Universidad 3000, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F. ohgami\_@hotmail.com (FJ).

## Agradecimientos

Agradecemos infinitamente a sus hermanos Sergio, Malena y Jorge por darnos acceso a la información y material fotográfico de Gloria, gracias por su confianza. A todos los amigos que Gloria fue cosechando en su vida, gracias por dedicar un espacio de su tiempo para colaborar en este homenaje con un mensaje, escrito y/o fotos.

- CERVANTES, F. A., J. P. RAMÍREZ, A. MARÍN, Y G. L. PORTALES.** 1999. Allozyme variation of Cottontail rabbits (*Sylvilagus*) from Mexico. *Z. Säugetierkunde* 64:356-362.
- CERVANTES, F. A., G. L. PORTALES, Y F. J. ROMERO.** 2006. *Sylvilagus graysoni* (J. A. Allen, 1877). Conejo de las Islas Marías. Pp. 845-846 en *Los mamíferos silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, comps.). CONABIO y Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México, D. F. 986p.
- LORENZO, C., T. RIOJA, Y. RICO, Y A. CARRILLO.** 2009. Historias del pastizal: la liebre de Tehuantepec. CONABIO, ECOSUR, OIKOS. Ciudad de México, México.
- PORTALES-BETANCOURT, G. L.** 2006. Reproducción y Abundancia de la liebre *Lepus californicus* en la Reserva de la Biosfera Mapimí, en el Desierto Chihuahuense, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- PORTALES-BETANCOURT, G., L. HERNÁNDEZ, F. A. CERVANTES, Y J. W. LAUNDRE.** 2004. Reproduction of Black-tailed jackrabbits (*Lagomorpha: Lepus californicus*) in relation to environmental factors in the Chihuahuan Desert, México. *The Southwestern Naturalist* 49:359-366.
- PORTALES-BETANCOURT, G. L., F. A. CERVANTES, Y M. C. URIBE.** 2010. Estudio histológico comparado del ovario de lagomorfos mexicanos (*Sylvilagus* y *Lepus*). Pp. 125-128 en *60 Años de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de biología, UNAM. Aportaciones al Conocimiento y Conservación de los Mamíferos Mexicanos* (Cervantes, F. A., Y. Hortelano M., y J. Vargas C.). Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México
- PORTALES-BETANCOURT, G. L.** 2007. Ecología de poblaciones y comunidades. en *Donde habita la vida...un recorrido por la naturaleza. Documento Digital del Curso de divulgación científica. Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación digital. Ciudad de México, México*
- PORTALES-BETANCOURT, G.** 2008a. Problemática ambiental. en *Biología. La Unidad y la diversidad de la vida* (Cecie Starr y Ralph Taggart). 11a Edición CENAGE Learning.
- PORTALES-BETANCOURT, G.** 2008b. Ecosistemas mexicanos. *La Biodiversidad y los países megadiversos.* en *Biología. La Unidad y la diversidad de la vida* (Cecie Starr y Ralph Taggart). 11a Edición CENAGE Learning. Ciudad de México, México
- PORTALES-BETANCOURT, G., J. E. SAN-ROMÁN M. H. BENÍTEZ D., A. CRUZ-ANGÓN Y R. FERNÁNDEZ-BORJA.** 2009. Capítulo II. La biodiversidad en el mundo y en México. Pp. 39-47 en Ceballos, G., R. List, G. Garduño, M. J. Muñozcano Quintanar, R. López Cano, E. Collado y J. E. San Román. *Biodiversidad del Estado de México: Estudio de Estado. Gobierno del Estado de México y Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.* 527pp. ISBN 978-970-826-063-3.