

Revista Mexicana de Mastozoología

nueva época

Diciembre de 2018
año 8, número 2



www.revmexmastozoologia.unam.mx

EDITOR GENERAL**Dr. Gerardo Ceballos González**

Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apdo. Postal 70-275, Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México.
Correo electrónico: gceballo@ecologia.unam.mx

COORDINACIÓN, DISEÑO Y FORMACIÓN**M. en C. Yolanda Domínguez Castellanos**

Instituto de de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apdo. Postal 70-275, Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México.
Correo electrónico: yodoca@ecologia.unam.mx

ADMINISTRADOR DE LA PÁGINA WEB**M. en I. Alejandro René González Ponce**

Instituto de de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apdo. Postal 70-275, Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México.
Correo electrónico: alex@ecologia.unam.mx

DR. JOAQUÍN ARROYO-CABRALES

Laboratorio de Paleozoología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Cuauhtémoc, CP 06060, Ciudad de México. Correo electrónico: arromatu@hotmail.com

DR. RAFAEL ÁVILA FLORES

División Académica de Ciencias Biológicas Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco C.P. 86039, Villahermosa. Correo electrónico: rafaelavilaf@yahoo.com.mx

DR. IVÁN CASTRO-ARELLANO

Sciences and Engineering and Department of Ecology and Evolution Biology University of Connecticut, Building #4 Annex 3107 Horsebarn Hill Road Storrs, Connecticut 06269-4210, EUA. Correo electrónico: ic13@txstate.edu

DR. CUAUHTÉMOC CHÁVEZ TOVAR

Departamento de Ciencias Ambientales CBS Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Lerma, Hidalgo Pte. 46, Col. La Estación, Lerma, CP 52006, Estado de México. Correo electrónico: j.chavez@correo.ler.uam.mx

DR. JOSÉ F. GONZÁLEZ-MAYA

Proyecto de Conservación de Aguas y Tierras, ProCAT Colombia/Internacional, Carrera 13 No. 96-82 Of. 205, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: jfgonzalezmaya@gmail.com

DR. SALVADOR MANDUJANO

Departamento de Biodiversidad y Ecología Animal. Instituto de Ecología A. C. km. 2.5 Carret. Ant. Coatepec No. 351, CP 91070, Xalapa, Veracruz. Correo electrónico: salvador.mandujano@inecol.edu.mx

DR. RICARDO OJEDA

Zoología y Ecología Animal, Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, C. C. 507, 5500 Mendoza, Argentina. Correo electrónico: rojeda@lab.cricyt.edu.ar

DR. HELIOT ZARZA VILLANUEVA

Departamento de Ciencias Ambientales, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Lerma, Hidalgo Pte. 46, Col. La Estación, Lerma, CP 52006, Estado de México. Correo electrónico: h.zarza@correo.ler.uam.mx

DIRECCIÓN POSTAL DE LA OFICINA DEL EDITOR RESPONSABLE:

Instituto de Ecología, UNAM, Apdo. Postal 70-275, Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México, Tel y fax: (55) 5622-9004.

REVISTA MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA, Nueva época Año 8, No. 2, 2018. Es una publicación semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, a través del Instituto de Ecología, Tercer Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, CU, Del. Coyoacán, Ciudad de México, CP 04510. Tel: (55) 5622-9004, <http://www.revmexmastozoologia.unam.mx>. Editor responsable: Dr. Gerardo Jorge Ceballos González. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04 – 2017 – 040716034900 – 203, ISSN: 2007-4484, Responsable de la última actualización de este número, Instituto de Ecología, UNAM, M. en C. Yolanda Domínguez Castellanos, Tercer Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, CU, Del. Coyoacán, Ciudad de México, CP 04510. Fecha de última modificación, 15 de diciembre de 2018.

Las opiniones expresadas por los autores, no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.



CONTENIDO

ARTÍCULOS Y NOTAS

- 1 **Restos de pequeños mamíferos en egagrópilas de lechuzas en la Reserva de la Biosfera Janos, Chihuahua**
Juan Cruzado, Jesús Pacheco y Gerardo Ceballos
- 13 **Situación del uso de la tierra en la distribución de cinco especies de murciélagos de la familia Emballonuridae en Honduras, Centroamérica**
David Josué Mejía-Quintanilla, Bernal Rodríguez-Herrera, Manuel Spinola-Parallada, Juan Pablo Suazo-Euceda, Leonel Marineros y Fausto Elvir
- 22 **Mamíferos en dos bosques riparios de la sabana de pino en la Moskitia Hondureña**
Héctor Orlando Portillo Reyes y Fausto Elvir
- 31 **Sugerencias para organizar, administrar y exportar datos de foto-trampeo con el programa Wild.ID**
Salvador Mandujano y Odalis Morteo-Montiel
- 40 **Behavioral response of the mara (*Dolichotis patagonum*) to food density in Argentina**
Ailin Gatica and Antonio M. Mangione
- 48 **Las ardillas de Nicaragua (Rodentia: Sciuridae)**
Arnulfo Medina-Fitoria, José Martínez-Fonseca, Allan Gutiérrez, Eric van den Berghe, Orlando Jarquín, Yuri Aguirre, Milton Salazar, Silvia Robleto, Nelson Toval, Marvin Tórrez y Fabricio Díaz
- 81 **Conflicto humano-oso andino (*Tremarctos ornatus*) en San Francisco de Sigsipampa, Provincia de Imbabura, Ecuador**
Jessica Bazantes-Chamorro, Nataly Revelo-Morán y José Moncada-Rangel
- 96 **Registros y distribución potencial del puercoespín (*Coendou mexicanus*), (Rodentia: Erethizontidae) en Honduras**
Leonel Marineros, Héctor Orlando Portillo-Reyes, Hermes Vega y Jonathan Hernández

LINEAMIENTOS EDITORIALES

- 103 **Normas editoriales para contribuciones en la *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época**
- 110 **REVISORES**

NUESTRA PORTADA

La musaraña desértica nortea (*Notiosorex crawfordi*) se distribuye en el noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos de América. Es una musaraña de ambientes áridos, este ejemplar en particular fue capturado en un pastizal de Janos, Chihuahua. Al igual que para la mayor parte de las musarañas, es poco lo que se conoce de su historia natural.

Foto: Rurik List Sánchez.

RESTOS DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS EN EGAGRÓPILAS DE LECHUZAS EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA JANOS, CHIHUAHUA

JUAN CRUZADO¹, JESÚS PACHECO² Y GERARDO CEBALLOS²

¹Calle 33 # 451 Fracc. Francisco de Montejo. CP 97203, Mérida, Yucatán.

²Instituto de de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apdo. Postal 70-275, Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México.

RESUMEN

La lechuza de campanario (*Tyto alba*) es considerada el ave terrestre con la mayor distribución del mundo. Por lo tanto sus hábitos alimentarios presentan variaciones en toda su área de distribución, esta lechuza también se encuentra en México, en este artículo se revisaron un total de 307 egagrópilas de dos localidades: Rancho Ojitos y Ampliación Casa de Janos, ambas se encuentran dentro de la Reserva de la Biósfera Janos en Chihuahua. En total se hallaron 420 restos identificables de sus presas, los cuales están representados por 2 órdenes, 4 familias y 18 especies de pequeños mamíferos; Rancho Ojitos fue la única localidad donde se encontraron restos de aves que representaron el 2.4% de la abundancia total. Asimismo, en las egagrópilas registradas y analizadas en la localidad mencionada, donde se encuentra la vegetación riparia y mezquite, se hallaron 250 huesos identificables que pertenecen a 17 especies y que muestran la presencia de restos óseos de roedores que tienen un peso menor a 10 gr, lo que representa el 49% de las presas. Mientras en Ampliación Casa de Janos, donde se localiza la zona de pastizal, se encontraron 170 huesos identificables de 13 especies de roedores con un peso mayor a 50gr, que representan 55% de las presas. La especie de ratón más consumida en ambos sitios fue el ratón de abazones (*Perognathus flavus*), que representa más del 20% del total. En el estudio simultáneo para evaluar la diversidad

RELEVANCIA

La lechuza de campanario (*Tyto alba*) proveen información sobre la riqueza, composición, abundancia relativa y diversidad de especies de pequeños mamíferos en una zona determinada. Debido que al ser excelentes depredadores nocturnos, pueden llegar a consumir una cantidad considerable de pequeños vertebrados y que por sus hábitos resulta difícil de coleccionar por los métodos convencionales o al presentar densidades bajas. Es por eso que el uso de las egagrópilas permite tener un adecuado conocimiento de la diversidad biológica.

y la abundancia en los mismos sitios se registró una menor diversidad, por lo que métodos alternativos como el análisis de las egagrópilas permiten tener un mayor conocimiento sobre la diversidad biológica de una región determinada, en especial sobre la presencia de ciertas especies que son crípticas y que con ciertos métodos de muestreo no logran ser registradas.

Palabras clave: Chihuahua, Egagrópilas, lechuza de campanario, Reserva de la Biósfera Janos, *Tyto alba*.

ABSTRACT

The barn owl (*Tyto alba*) is considered the terrestrial bird with the largest distribution in the world, therefore its feeding habits present variations throughout its range, this owl is also found in Mexico. In this article, a total of 307 pellets were reviewed from two locations, Rancho Ojitos and Ampliación Casa de Janos, both located within the Janos Biosphere Reserve in Chihuahua. A total of 420 identifiable remains of their prey were found, which are represented by 2 orders, 4 families and 18 species of small mammals, Rancho Ojitos was

Revisado: 28-agosto-2018

Aceptado: 10-octubre-2018

Publicado: 15-diciembre-2018

Autor de correspondencia: Gerardo Ceballos, gceballo@ecologia.unam.mx

Cita: Cruzado, J., J. Pacheco y G. Ceballos. 2018. Restos de pequeños mamíferos en la Reserva de la Biosfera Janos, Chihuahua. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 8(2):1-12. ISSN: 2007-4484.

www.revexmastozoologia.unam.mx

the only locality where remains of birds were found that represented 2.4% of the total abundance. In the registered and analyzed pellets of the Rancho Ojitos locality, where riparian and mesquite vegetation can be found, 250 identifiable bones belonging to 17 species were detected and which show the presence of bony remains of rodents weighing less than 10 gr, which represents 49% of the dams. While in Ampliación Casa de Janos, where the grassland area is located, 170 identifiable bones of 13 rodent species weighing more than 50gr were found, representing 55% of the prey. The species of mouse most consumed in both sites was the rat abazones (*Perognathus flavus*), which represents more than 20% of the total. In the simultaneous study to evaluate the diversity and abundance in the same sites, a lower diversity was registered, so alternative methods such as the analysis of the pellets allow to have a greater knowledge about the biological diversity of a determined region, especially about the presence of certain species that are cryptic and that with certain sampling methods fail to be registered.

Key words: Barn owl, Chihuahua, Janos Biosphere Reserve, Pellets, *Tyto alba*.

INTRODUCCIÓN

Las aves rapaces nocturnas son un grupo perteneciente al orden Strigiformes (König y Weick, 2010; Sibley, 2000; Weick, 2006). Este orden comprende dos familias, Tytonidae, mejor conocidas como lechuzas y Stringidae, también llamados búhos verdaderos (Weick, 2006). En general, son un grupo oportunista, cuya dieta está conformada por una amplia variedad de organismos que incluye invertebrados como insectos, arácnidos, caracoles, anélidos y diversos vertebrados (Howell y Webb, 1995; König y Weick, 2010). La Familia Tytonidae se alimenta principalmente de pequeños mamíferos y en menor cantidad de aves (Howell y Webb, 1995). Dentro de esta familia se incluye a la lechuza de campanario (*Tyto alba*), está la lechuza de campanario, que es considerada el ave terrestre con la mayor distribución geográfica a nivel mundial, ya que habita todos los continentes, excepto la Antártida y algunas islas (Gaston, 1996).

Se ha documentado que la lechuza de campanario se alimenta de una gran variedad de pequeños vertebrados. En México se ha registrado que la mayor parte de sus presas son pequeños mamífe-

ros, en especial roedores, en menor cantidad musarañas y ocasionalmente lagomorfos, murciélagos, aves y anfibios (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2004; Anderson y Long, 1961; Anderson y Nelson, 1960; Aragón *et al.*, 2002; Baker, 1953; Baker y Alcorn, 1953; Gómez de Silva *et al.*, 1997; Ramírez-Pulido y Sánchez-Hernández, 1972; Zarza y Cruzado, 2004). Debido a ello, se considerada un depredador especializado en la captura de roedores y de musarañas (König y Weick, 2010), vinculada con la disponibilidad y abundancia relativa de las presas en el sitio que habita (Andrade *et al.*, 2002).

Los estados en donde se han realizado estudios sobre el análisis de egagrópilas en México son Baja California (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2004); Chihuahua (Anderson y Long, 1961; Anderson y Nelson, 1960; Padilla, 2009); Durango (Aragón *et al.*, 2002), Coahuila (Baker, 1953; Trejo, 2010), Michoacán (Baker y Alcorn, 1953; Hernández, 1997), Valle de México (López-Forment, 1997; Zarza y Cruzado, 2004), Guerrero (Ramírez-Pulido y Sánchez Hernández, 1972) y Oaxaca (Gómez de Silva *et al.*, 1997; Monés, 1968; Santos-Moreno y Alfaro, 2009) principalmente que incluyen diferentes ecosistemas que van desde matorrales a bosques de pino.

Dada sus preferencias de alimentación, las lechuzas de campanario pueden proveer información sobre la riqueza, composición, abundancia relativa y diversidad de especies de pequeños mamíferos en una zona determinada. Al ser excelentes depredadores nocturnos, pueden llegar a consumir una cantidad considerable de pequeños vertebrados, que por sus hábitos resulta difícil de coleccionar por los métodos convencionales (p. ej. trampas Sherman), o tienen densidades bajas (Aliaga y Tarifa 2005; French y Wharton, 1975; López-Forment y Urbano, 1977; Zarza y Cruzado, 2004). Las egagrópilas son bolas de pelo combinadas con huesos de mandíbulas, dientes e incluso cráneos completos, que las lechuzas regurgitan como resultado de la digestión de las presas. Al ser analizarlas se puede identificar con relativa facilidad a las especies de las que se alimentan (Aydillo, 2003). Un ejemplo de lo anterior es que el único registro del tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*) en la península de Baja California fue hallado en restos óseos analizados de una egagrópila (López-Forment y Urbano, 1977).

Desde 1992 a la actualidad se ha monitoreado de manera sistemática a las poblaciones de pequeños mamíferos de la Reserva de la Biosfera Janos,

en Chihuahua. La reserva se caracteriza por pastizales áridos con colonias extensas de perros llaneros (*Cynomys ludovicianus*; Ceballos *et al.*, 1993; CONANP, 2013; List *et al.*, 2010; Manzano-Fischer *et al.*, 1999). En los pastizales se han registrado 15 especies de mamíferos pequeños, principalmente roedores (Ceballos *et al.*, 1999; Cruzado, 2008; Pacheco *et al.*, 2000). Durante el verano de 1999, mientras se realizaba un estudio sobre pequeñas comunidades de pequeños mamíferos, se localizaron dos nidos de lechuza de campanario con una gran acumulación de egagrópilas dentro de una zona riparia en Rancho Ojitos. Las egagrópilas se colectaron para su posterior análisis y con el fin de usarlas como herramienta para conocer más sobre la diversidad de pequeños mamíferos en la región. Por lo tanto, por este motivo en este trabajo se evaluó la composición de la dieta de esta lechuza y se hizo una comparación de las especies representadas en las egagrópilas y en los muestreos.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está situada en La Reserva de la Biosfera Janos en el estado de Chihuahua, México, que limitada al norte con la frontera de los Estados Unidos, al sur y al oeste con las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, y al norte y este por zonas áridas. La temperatura media anual es de 15.7°C. Las fluctuaciones de la temperatura entre los meses más fríos (diciembre y enero) y más calientes (junio y julio) suele ser mayor de 14°C; durante los meses de invierno las heladas y nevadas son frecuentes. La precipitación promedio anual es de 306.7 mm, siendo julio y agosto los meses con mayor precipitación y noviembre es el mes más seco (CONANP, 2013).

Los principales tipos de vegetación son pastizales y matorrales áridos, pero también existen manchones de vegetación riparia y pequeños humedales. En los pastizales las especies dominantes son diferentes tipos de pastos naturales como: *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *B. hirsuta*, *Aristida hamulosa*, y matorrales de *Festuca sp.*, *Fouquieria splendens*, *Prosopis laevigata* y *Cylindropuntia imbricata*. El pastizal natural comprende cerca de 65% de la superficie regional, seguido de matorral con 25%, vegetación riparia 5% y ecotono pastizal-bosque de encino 5% (List y Pacheco, 2000).

El área incluye al complejo poblacional de perros llaneros (*Cynomys ludovicianus*) de Janos (Marcé, 2001), especie considerada ecológicamente clave

en las praderas de Norteamérica (Ceballos *et al.*, 2000; Miller *et al.*, 1999). Su presencia y abundancia causa profundos impactos en la composición y riqueza de especies de la región así como la heterogeneidad que resulta de sus actividades de alimentación y la elaboración de sus madrigueras, propicia la colonización y permanencia de un gran número de especies de vertebrados, ya que por su presencia permiten el mantenimiento de la diversidad biológica y funcional regional. Por ende, este sitio está considerado como uno de los pastizales naturales más diversos de Norteamérica (Pacheco *et al.*, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las egagrópilas fueron colectadas en las localidades de Rancho Ojitos (30° 48'32" N; 108° 35'40" O) y Ampliación Casa de Janos (30° 42'16" N; 108° 17'52" O). Las egagrópilas pertenecen a la lechuza de campanario (*Tyto alba*) porque, debido a que en ambas localidades se observaron individuos sobrevolando los sitios de muestreo. Las egagrópilas colectadas en el Rancho Ojitos se encontraban depositadas en un ático abandonado, el tipo de vegetación que rodeaba a la propiedad era matorral xerófito y vegetación riparia (Figura 1). Por su parte, aquellas que fueron halladas en la Ampliación Casa de Janos se encontraron en el hueco de un árbol en una zona de pastizal natural donde habita el perrito llanero de cola negra (*Cynomys ludovicianus*; Figura 2); en este sitio en particular se encontraba anidando una pareja de lechuzas.



Figura 1. Vista de la localidad Rancho Ojitos, Municipio Janos, Chihuahua. Foto: Juan Cruzado.



Figura 2. Vista desde la localidad Ampliación Casa de Janos, Municipio Janos, Chihuahua. Foto: Juan Cruzado.

Todas las egagrópilas que se colectaron fueron puestas en bolsas individuales de plástico selladas y debidamente rotuladas. Cada muestra fue procesada en el laboratorio, donde se limpiaron de manera individual con un tamiz y se lavaron con mucho cuidado con una mezcla de agua y detergente suave, donde se separó manualmente cada uno de los restos óseos. Para identificar a los pequeños mamíferos que se encontraron en las muestras de egagrópilas, se revisaron y compararon con los ejemplares que se han colectado de la región de Janos y con los depositados en la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología de la UNAM. También se utilizó la clave de identificación de los mamíferos de Chihuahua (Anderson, 1972); para la identificación de las musarañas se utilizó la clave de musarañas de México (Carraway, 2007).

Al mismo tiempo se realizó un monitoreo de pequeños mamíferos en zonas cercanas al sitio de colecta de las egagrópilas para determinar la diversidad de pequeños mamíferos en la región y se tomó en cuenta como una línea base para comparar con los restos óseos encontrados en las egagrópilas de ambos sitios. Los muestreos de los mamíferos se realizaron utilizando trampas Sherman. En cada sitio se colocaron dos cuadrantes de 49 trampas en un diseño de una cuadrícula de 7x7 trampas y con una separación entre ellas de 10m. Para cebar las trampas Sherman se utilizó avena mezclada con vainilla y crema de cacahuate, que fue colocada por dos noches consecutivas. A partir de julio de 2000 hasta noviembre de 2001, se realizaron 7 muestreos

a intervalos de 2 o 3 meses (Cruzado, 2008). Los individuos capturados fueron pesados. Para obtener el peso corporal de cada especie, se hizo un promedio, además se estimó la biomasa disponible y la densidad poblacional. Para identificar de manera precisa cada una de las especies que se encontraron en las egagrópilas se utilizaron principalmente los restos de los cráneos y mandíbulas. Finalmente, para la identificación de los ejemplares capturados se utilizaron guías de campo (Anderson, 1981).

RESULTADOS

Para obtener los resultados de este estudio se analizaron en total 307 egagrópilas (Figura 3); 179 colectadas en Rancho Ojitos y 128 en Ampliación Casa de Janos. En total se encontraron en total 420 restos identificables de presas, las cuales están re-



Figura 3. Egagrópila con cráneo de tuza (*Thomomys bottae*). Foto: Ana Isabel Bieler.

presentados por 2 órdenes, 4 familias y 18 especies de pequeños mamíferos, sólo en Rancho Ojitos se encontraron restos de aves; que representaron el 2.4% de la abundancia total (Cuadro 1; ver Figuras 4, 5 y 6).

En las egagrópilas colectadas en Rancho Ojitos se encontraron 250 huesos identificables pertenecientes a 17 especies. Las especies mejor representadas en las egagrópilas de esta localidad fueron los siguientes roedores pequeños: *Perognathus flavus* presente en 24 egagrópilas (23.6%), *Baiomys taylori* en 18 egagrópilas (14.0%), *Reithrodontomys megalotis* en 22 egagrópilas (10.0%) y *Peromyscus maniculatus* en 16 egagrópilas (8.0%; Figura 7). En suma, hubo una preferencia por las especies <10 gr con 123 organismos registrados (49%).

Cuadro 1. Especies de mamíferos encontradas en egagrópillas de lechuza de campanario (*Tyto alba*) en Municipio Janos, Chihuahua.

ESPECIE	RANCHO OJITOS			AMPLIACIÓN CASA DE JANOS		
	Individuos	Egagrópillas	Abundancia	Individuos	Egagrópillas	Abundancia
Aves	6	2	2.4	0	0	0
Mamíferos						
Orden Soricomorpha						
Familia Soricidae						
<i>Notiosorex cockrumi</i>	4	2	1.6	6	2	3.5
Orden Rodentia						
Familia Heteromyidae						
<i>Dipodomys merriami</i>	4	4	1.6	27	26	15.9
<i>Dipodomys ordii</i>	0	0	0	15	14	8.8
<i>Dipodomys spectabilis</i>	6	6	2.4	20	18	11.8
<i>Chaetodipus eremicus</i>	10	8	4	7	6	4.1
<i>Chaetodipus hispidus</i>	16	13	6.4	3	2	1.8
<i>Perognathus flavus</i>	59	24	23.6	36	16	21.2
Familia Geomyidae						
<i>Thomomys bottae</i>	13	13	5.2	10	10	5.9
Familia Cricetidae						
<i>Baiomys taylori</i>	35	18	14	7	2	4.1
<i>Neotoma albigula</i>	8	8	3.2	15	15	8.8
<i>Onychomys arenicola</i>	15	14	6	0	0	0
<i>Onychomys leucogaster</i>	1	1	0.4	0	0	0
<i>Peromyscus eremicus</i>	10	10	4	0	0	0
<i>Peromyscus leucopus</i>	9	9	3.6	0	0	0
<i>Peromyscus maniculatus</i>	20	16	8	0	0	0
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	25	22	10	13	7	7.6
<i>Sigmodon fulviventris</i>	7	7	2.8	9	8	5.3
<i>Sigmodon hispidus</i>	2	2	0.8	2	2	1.2
TOTAL	250	179	100	170	128	100



Figura 4. Cráneo de *Chaetodipus hispidus* encontrado en una de las egagrópilas colectadas. Foto: Ana Isabel Bieler.

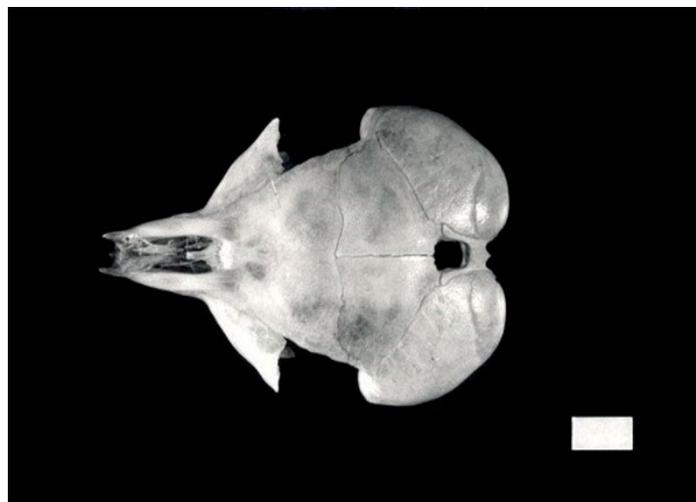


Figura 5. Cráneo de *Dipodomys merriami* encontrado en una de las egagrópilas colectadas. Foto: Ana Isabel Bieler.

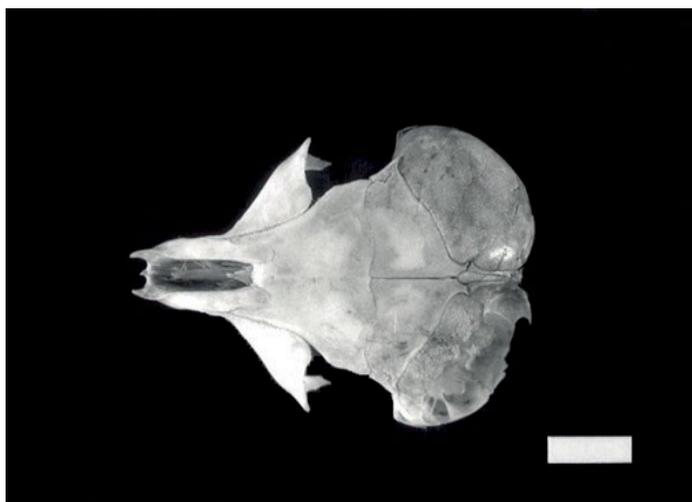


Figura 6. Cráneo de *Dipodomys spectabilis* encontrado en una de las egagrópilas colectadas. Foto: Ana Isabel Bieler.

En las egagrópilas colectadas en Ampliación Casa de Janos se encontraron 170 cráneos identificables de 13 especies. Las especies mejor representadas fueron roedores de talla pequeña como *P. flavus*, encontradas en 16 egagrópilas (23.6%), *Dipodomys merriami* en 26 egagrópilas (15.9%), *D. spectabilis* en 18 egagrópilas (11.8%), *Neotoma albigula* y *D. ordii* en 15 y 14 egagrópilas (8.8%; Figura 8). En este sitio se tuvo una preferencia por las especies con tallas >50 gr con 93 organismos (55%).

CAPTURAS

Se realizó un esfuerzo de captura de 1,372 noches/trampa por sitio, en el cual se registró un total de 11 especies pertenecientes a dos familias y seis géneros; en Rancho Ojitos se registraron 297 capturas y 186 individuos de 11 especies. Por su parte en Ampliación Casa de Janos el número de capturas fue de 18, de los cuales se encontraron 16 individuos de tres especies, incluidos en dos familias y tres géneros (Cuadro 2).

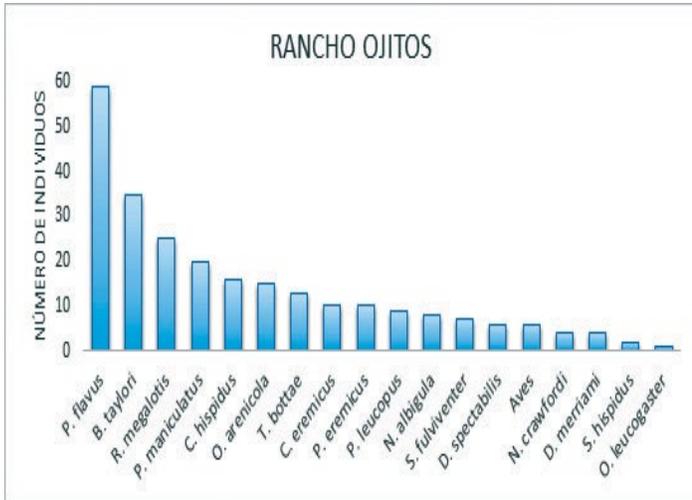


Figura 7. Especies encontradas en egagrópilas de lechuga colectadas en Rancho Ojitos, Municipio Janos, Chihuahua.

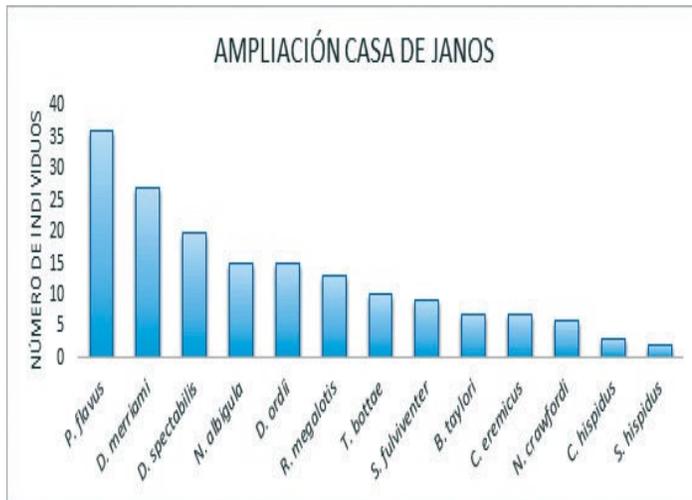


Figura 8. Especies encontradas en egagrópilas de lechuga en la Ampliación Casa de Janos, Municipio Janos, Chihuahua.

En cuanto a los roedores capturados en Rancho Ojitos destacan por ser los más abundantes *D. merriami* (52.2%), *D. spectabilis* (24.2%) y *P. flavus* (7.5%). Las especies de mayor peso corporal fueron, *N. albigula* (145.5 gr), *D. spectabilis* (130.0 gr) y *D. merriami* (49.8 gr). La especie con menor peso corporal fue *P. flavus* (8.4gr; Figura 9).

En la Ampliación Casa de Janos fueron capturados 16 individuos de tres especies (*P. flavus*, *Onychomys arenicola* y *P. maniculatus*). El ratón *P. flavus* fue la especie más dominante (75%), seguida

de *O. arenicola* (18.8%) y, por último, *P. maniculatus* (6.3%). El peso corporal de *P. flavus* fue de 8.3gr, el de *O. arenicola* de 19.7gr y el de *P. maniculatus* de 20 gr (Figura 10).

La biomasa total de roedores en Rancho Ojitos fue de 1,245.6 gr/ha y una densidad de 22.8 ind/ha, la especie que aportó la mayor biomasa fue *D. merriami* con 720.7 gr/ha y con una densidad de 14 ind/ha, seguido por *D. spectabilis* con 350.5 gr/ha y con una densidad de 5.7 individuos. Las especies con menos biomasa y densidad fueron *Chaetodipus hispidus* y *C. penicillatus* con 3.0 y 1.8 gr/ha respec-

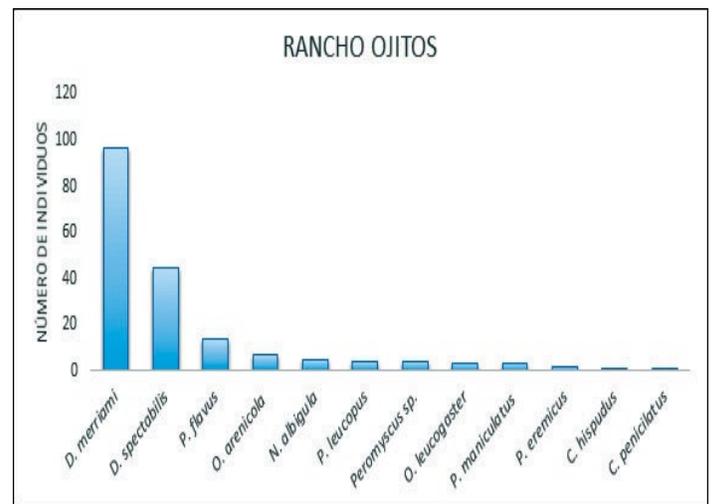


Figura 9. Especies de roedores capturadas en Rancho Ojitos, Municipio Janos, Chihuahua.

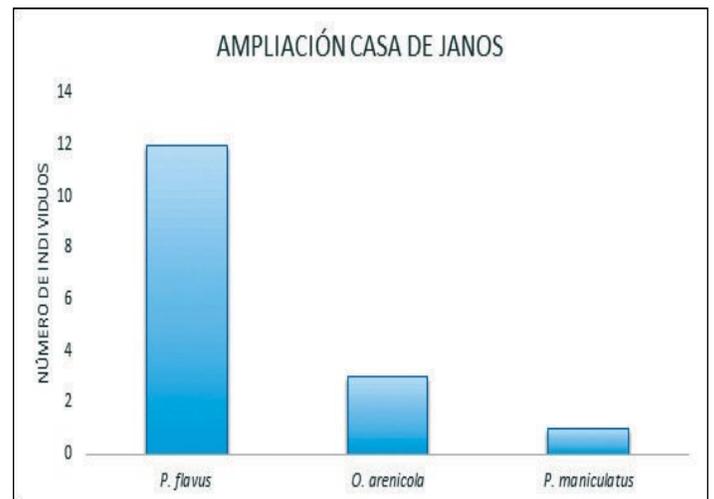


Figura 10. Especies de roedores capturadas en Ampliación Casa de Janos, Municipio Janos, Chihuahua.

Cuadro 2. Especies de mamíferos capturadas de julio de 2000 a noviembre de 2001 Municipio Janos, Chihuahua.

ESPECIE	RANCHO OJITOS		AMPLIACIÓN CASA DE JANOS	
	Individuos	Abundancia %	Individuos	Abundancia %
Orden Rodentia				
Familia Heteromyidae				
<i>Dipodomys merriami</i>	97	52.2	0	0
<i>Dipodomys spectabilis</i>	45	24.2	0	0
<i>Chaetodipus hispidus</i>	1	0.5	0	0
<i>Chaetodipus penicillatus</i>	1	0.5	0	0
<i>Perognathus flavus</i>	14	7.5	12	75
Familia Cricetidae				
<i>Neotoma albigula</i>	5	2.7	0	0
<i>Onychomys leucogaster</i>	7	3.8	3	18.3
<i>Onychomys arenicola</i>	3	1.6	0	0
<i>Peromyscus eremicus</i>	2	1.1	0	0
<i>Peromyscus leucopus</i>	4	2.2	0	0
<i>Peromyscus maniculatus</i>	3	1.6	1	6.3
<i>Peromyscus sp.</i>	4	2.2	0	0
TOTAL	186	100.0	16	100

tivamente y ambas especies tuvieron una densidad de 0.1 ind/ha. En Ampliación Casa de Janos, la biomasa total fue de 19.7 gr/ha y la densidad fue de 2.3 ind/ha. *P. flavus* fue la especie con mayor biomasa con 8.3 gr/ha (70% del total) y una densidad de 1.6 ind/ha, seguido de *O. arenicola* con 8.5 gr/ha y 0.6 ind/ha; *P. maniculatus* fue capturado en una ocasión a lo largo del muestreo (Cuadro 3).

Las especies que no fueron capturadas y que aparecieron en egagrópilas fueron la tuza *Thomomys bottae*, la musaraña *Notiosorex cockrumi* (Figura 11), el ratón de abazones *Chaetodipus eremicus*, el ratón *R. megalotis* y las ratas *Sigmodon fulviventris* y *S. hispidus*. La única especie que no apareció en egagrópilas y se registró en capturas fue el ratón de abazones *Chaetodipus intermedius*.

DISCUSIÓN

En México se han realizado varios estudios sobre los hábitos alimenticios de lechuzas de campanario en diferentes ecosistemas y regiones, los cua-

les han documentado información relevante para el conocimiento de la diversidad regional de nuestro país (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2004; Anderson y Long, 1961; Anderson y Nelson, 1980; Aragón *et al.*, 2002; Baker y Alcorn, 1953; Gómez de Silva *et al.*, 1997; López-Forment, 1997; Monés, 1968; Padilla, 2009; Ramírez-Pulido y Sánchez-Hernández, 1972; Santos-Moreno y Alfaro, 2009; Trejo, 2010; Zarza y Cruzado, 2004). Sin embargo, son pocos los estudios que han realizado un monitoreo poblacional paralelo en el área para comparar resultados de composición de especies y de preferencia con base en la biomasa.

Con los datos obtenidos de las egagrópilas de la lechuza de campanario en Ampliación Casa de Janos, se determinó que su alimentación se basa en una amplia variedad de mamíferos de talla pequeña, que representan el 100% de las presas registradas; mientras que en Rancho Ojitos, es de solo 97.6%, ya que en esta localidad también se obtuvieron restos de aves. Los datos concuerdan con lo reportado en otros sitios en el estado de Chihuahua (Anderson y Long, 1961; Anderson y Nelson, 1960) y en otros

Cuadro 3. Masa corporal, biomasa y densidad de roedores para ambos hábitats.

Rancho Ojitos			
Especie	Promedio de la Masa Corporal (gr)	Biomasa (gr)	Densidad (ind/ha)
<i>Chaetodipus hispidus</i>	21.1	3.0	0.1
<i>Chaetodipus penicilatus</i>	12.8	1.8	0.1
<i>Dipodomys merriami</i>	51.8	720.7	14.1
<i>Dipodomys ordii</i>	61.0	44.5	0.7
<i>Dipodomys spectabilis</i>	124	350.5	5.7
<i>Perognathus flavus</i>	9.2	14.4	1.9
<i>Neotoma albigula</i>	137	63.2	0.5
<i>Onychomys leucogaster</i>	28	5.1	0.2
<i>Onychomys arenicola</i>	27.3	16.7	0.6
<i>Peromyscus eremicus</i>	32.3	8.8	0.3
<i>Peromyscus leucopus</i>	26.3	16.9	0.6
Total		1245.6	24.7
Ampliación Casa de Janos			
<i>Perognathus flavus</i>	8.3	13.8	1.6
<i>Onychomys arenicola</i>	19.8	8.5	0.6
<i>Peromyscus maniculatus</i>	20.0	2.9	0.1
Total		25.2	2.3



Figura 11. Musaraña (*Notiosorex cockrumi*). Foto: Mané Salinas.

estados del norte del país como Baja California (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2004), Coahuila (Trejo, 2010) y Durango (Aragón *et al.*, 2002), en donde registran

que los pequeños mamíferos representan entre el 78% y el 98% de su dieta.

La especie de ratón más consumida en ambos sitios fue el ratón *P. flavus*, que representa más del 20% del total de presas. Sin embargo, al analizar las preferencias por peso y disponibilidad de presas en ambos hábitats, en Rancho Ojitos la lechuza *T. alba*, muestra una mayor preferencia por presas de peso menor a 10 gr; Lo anterior representa el 49% de las presas. Las especies más abundantes en el sitio son *D. merriami* y *D. spectabilis*, que rebasan los 10 gr, y representan 75% de la abundancia. A diferencia de Ampliación Casa de Janos, donde se encuentra la zona de pastizal, la preferencia fue sesgada a especies con un peso mayor a 50 gr y representaron el 55% de las presas. En cuanto a disponibilidad de presas *P. flavus* fue la especie más abundante en el sitio (75%).

El número de especies registrado en el análisis de las muestras de egagrópilas fue mayor que el obtenido en el esfuerzo de muestreo en ambos sitios. La región de Ampliación Casa de Janos des-

taca, ya que solo fueron capturadas 3 especies, en comparación con el número de especies registradas mediante restos óseos que fue de 13. En Rancho Ojitos la diferencia fue menor entre el número de especies capturadas (11), contra las registradas en egagrópilas (17).

Se ha estimado que el ámbito hogareño de *Tyto alba* en Norteamérica es de aproximadamente 7 km² (Marti, 1992), lo que explicaría el mayor número de especies registradas en egagrópilas se debe a que las lechuzas tienen la libertad de moverse con facilidad en diferentes sitios de forrajeo con diferente cobertura de vegetación y recursos. Esto explicaría la diversidad de presas encontradas en las egagrópilas en comparación con el estudio poblacional de roedores. Entre las especies encontradas algunas son poco evidentes como la musaraña *Notiosorex cockrumi*, la tuza *Thomomys bottae*, y los ratones *R. megalotis* y *Baiomys taylori*. En el caso de la musaraña *N. cockrumi*, es el primer registro que se tiene en el estado de Chihuahua, ya que previamente sólo se conocía en Sonora (Carraway, 2007). El hábitat en el que se encontró es bastante similar a la región de Rancho Ojitos, un matorral xerófilo cercano a una zona riparia en las partes bajas de la sierra Madre occidental. Anteriormente fue confundida con *Notiosorex crawfordii*, porque aún no había sido descrita *N. cockrumi* (Cruzado *et al.*, 2002) pero un análisis más detallado permitió identificarla correctamente.

Para el estudio y monitoreo de comunidades de mamíferos a largo plazo se utilizan diversos tipos de captura, desde las trampas (p. ej. Sherman, Tomahawk, cámaras-trampa, etc.), hasta los métodos indirectos para documentar la presencia de especies (e.g. egagrópilas, huellas, excretas, rastros, etc.). Estos métodos requieren de un menor esfuerzo al ser más sencillos y lo que permite tener un mayor conocimiento sobre la diversidad biológica de una región. En conclusión, el registro de los contenidos gástricos de las lechuzas (egagrópilas) da valiosa información sobre la presencia de ciertas especies que son crípticas y que por el tipo de muestreo no logran ser registradas.

LITERATURA CITADA

Aliaga, R.E. y T. Tarifa. 2005. *Cavia* sp. como principal presa de la lechuza de campanario (*Tyto alba*) al final de la estación seca en una zona intervenida al norte del departamento de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 40:35-42.

Álvarez-Castañeda, S.T., N. Cárdenas, y L. Méndez. 2004. Analysis of mammal remains from owl pellets (*Tyto alba*), in a suburban area in Baja California. *Journal of Arid Environments*, 59:59-69.

Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua. Taxonomy and distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 148:149-410.

Anderson, S., y C.A. Long. 1961. Small mammals in pellets of barn owls from Miñaca, Chihuahua. *American Museum Novitates*, 2052:1-3.

Anderson, S., y C.E. Nelson. 1960. Birds and Mammals in barn owl pellets near Laguna, Chihuahua, México. *The Southwestern Naturalist*, 5:99-101.

Andrade, A., V.P. Teta y A. Panti. 2002. Oferta de presas y composición de la dieta de *Tyto alba* (Aves: Tytonidae) en el sudoeste de la provincia de Río Negro, Argentina. *Historia Natural, segunda serie*, 1:9-15. Buenos Aires.

Aragón, E.E., B. Castillo y A. Garza. 2002. Roedores en la dieta de dos aves rapaces nocturnas (*Bubo virginianus* y *Tyto alba*) en el noreste de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 86:29-50.

Aydillo, J. 2003. Estudio de la población de lechuza común (*Tyto alba*) en Fresno de Río Tirón (Burgos). *Departamento de Biología y Geología*, 4:1-6.

Baker, R.H. 1953. Mammals from Owl pellets taken in Coahuila, Mexico. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 56:253-254.

Baker, R.H. y A.A. Alcorn. 1953. Shrews from Michoacan, Mexico, Found in Barn Owl Pellets. *Journal of Mammalogy*, 34:116-116.

Baker, R.J., M.B. O'Neill y L.R. McAliley. 2003. A new species of desert shrew, *Notiosorex*, based on nuclear mitochondrial sequence data. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University*, 222:1-12.

Ceballos, G., E. Mellink, y L.R. Hanebury. 1993. Distribution and conservation status of prairie dogs *Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus* in Mexico. *Biological Conservation*, 63:105-112.

- Ceballos, G., J. Pacheco y R. List. 1999. Influence of prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) on habitat heterogeneity and mammalian diversity in Mexico. *Journal of Arid Environments*, 41:161-172.
- CONANP. 2013. *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Janos*. SEMARNAT, México, D.F.
- Carraway, L.N. 2007. Shrews (Eulypotyphla: Soricidae) of México. *Monographs of the Western North American Naturalist*, 3:1-91.
- Cruzado, J. 2008. *Dinámica poblacional y estructura de la comunidad de pequeños mamíferos de la región Janos-Casas Grandes, Chihuahua*. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Cruzado, J., J. Pacheco y G. Ceballos. 2002. Restos de pequeños mamíferos en egagrópilas de lechuza en la región de Janos-Casas Grandes, Chihuahua. *VI Congreso Nacional de Mastozoología, Oaxaca*.
- French, T.W. y C.H. Wharton. 1975. Barn owl as mammal collector in Georgia, Alabama, and South Carolina. *Oriole*, 40:6-10.
- Gaston, K.J. 1996. Species-range-size distributions: patterns, mechanisms and implications. *Trends in Ecology and Evolution*, 11:197-201.
- Gómez de Silva, H., M. Pérez-Villafaña, y J.A. Santos-Moreno. 1997. Diet of the Spectacled Owl (*Pulsatrix perspicilata*) during the season in northern Oaxaca, Mexico. *Journal of Raptor Research*, 31:385-387.
- Hernández, J.J. 1997. La alimentación de *Tyto alba* en la Ciénega de Chapala, Michoacán, México. Pp. 157-174, en: *Homenaje al profesor Ticul Álvarez*. (Arroyo-Cabrales, J. y O.J. Polaco, eds.). Colección Científica. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. New York: Oxford University Press.
- König, C. y F. Weick. 2010. *Owls of the world* (Second Ed.). London, England: Christopher Helm Publishers.
- List, R., J. Pacheco, E. Ponce, R. Sierra-Corona, y G. Ceballos. 2010. *The Janos Biosphere Reserve, Northern Mexico*. *International Journal of Wilderness*, 16:35-41.
- López-Forment, W. 1997. Algunas notas faunísticas del estudio de regurgitaciones de lechuza *Tyto alba*, en el sur del Valle de México. Pp. 175-181, en: *Homenaje al profesor Ticul Álvarez* (Arroyo-Cabrales, J. y O.J. Polaco, eds.). Colección Científica. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- López-Forment, W. y G. Urbano. 1977. Restos de pequeños mamíferos recuperados en regurgitaciones de lechuza, *Tyto alba*, en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, serie zoología*, 48:231-242.
- Manzano-Fischer, P., R. List y G. Ceballos. 1999. Grassland birds in Prairie-Dog Towns in Northwestern Chihuahua, Mexico. *Studies in Avian Biology*, 19:263-271.
- Marcé, E. 2001. *Distribución actual y fragmentación de las colonias de perros llaneros de cola negra (Cynomys ludovicianus) en el Noreste de Chihuahua, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Marti, C. 1992. Barn owl. Pags. 1-15, en: *The birds of North America*. (Poole, A., P. Stettenheim y F. Gill, eds.). The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, EUA.
- Monés, A. 1968. Restos óseos de mamíferos contenidos en regurgitaciones de lechuza del Edo. de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 39:169-172.
- Pacheco, J., G. Ceballos y R. List. 2000. Los mamíferos de la Región Janos-Casas Grandes, Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 4:71-85.
- Padilla, H. 2009. *Dieta invernal del búho de orejas largas Asio otus (Strigiformes: Strigidae), en el pastizal de Janos, Chihuahua, México*. UANL Tesis de Licenciatura, Monterrey, Nuevo León.
- Ramirez-Pulido, J. y C. Sánchez-Hernández. 1972. Regurgitaciones de lechuza, proceden-

- tes de la cueva del cañon del zopilote, Guerrero, Mexico. *Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 33:107-112.
- Sibley, D.A. 2000. *The Sibley Guide to Birds*. (Chanticleer Press, Ed.) First Edit. New York, USA: Alfred A. Knopf, Inc.
- Santos-Moreno, A. y A.M. Alfaro-Espinosa. 2009. Mammalian prey of barn owl (*Tyto alba*) in southeastern Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana, nueva serie*, 25:143-149.
- Trejo, V.J. 2010. *Hábitos alimenticios de la lechuza de campanario (Tyto alba) en el área sujeta a conservación ecológica Sierra de Zapalín, Saltillo, Coahuila*. Tesis en Ingeniería en Agrobiología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Weick, F. 2006. *Owls (Strigiformes). Annotated and Illustrated Checklist*. Springer. Berlín.
- Zarza, H. y J. Cruzado. 2004. Restos óseos de mamíferos en egagrópilas de *Tyto alba* al norte del Valle de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 8:50-52.



SITUACIÓN DEL USO DE LA TIERRA Y LA DISTRIBUCIÓN DE CINCO ESPECIES DE MURCIÉLAGOS DE LA FAMILIA EMBALLONURIDAE EN HONDURAS, CENTROAMÉRICA

DAVID JOSUÉ MEJÍA-QUINTANILLA^{1,4,5*}, BERNAL RODRÍGUEZ-HERRERA², MANUEL SPINOLA-PARALLADA¹, JUAN PABLO SUAZO-EUCEDA^{3,4}, LEONEL MARINEROS⁵ Y FAUSTO ELVIR^{4,5}

¹Instituto Internacional de Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Avenida 1, Calle 9. Apdo. 86-3000, Costa Rica.

²Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Apdo. 11501-2060, Costa Rica.

³Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Nacional de Agricultura, Olancho, Honduras.

⁴Programa de Conservación de los Murciélagos de Honduras, Tegucigalpa, Honduras (PCMH).

⁵Fundación de Ciencias para el Estudio de la Conservación de la Biodiversidad (INCEBIO), calle Juan Manuel Gálvez, frente al INA, Tegucigalpa, Honduras.

RESUMEN

A lo largo de las últimas décadas, los bosques en Centroamérica han sufrido grandes cambios en los usos de la tierra, así como la reducción de sus diferentes tipos. Los efectos de esta reducción, sumado a estos cambios, podrían ser una fuerte amenaza para la diversidad de murciélagos, puesto que estos animales se especializan en cazar o buscar alimento en ambientes específicos. Debido a que el conocimiento sobre la estado de conservación de los murciélagos de Honduras y, en especial de los murciélagos insectívoros, es limitado, se evaluaron las potenciales amenazas generadas por los cambios de uso de la tierra y la consecuente reducción en las áreas naturales, tomando en cuenta cinco especies de murciélagos de la Familia Emballonuridae. Además se cuantificó el área bajo protección en los que se localizaron los emballonuridos y se determinaron los vacíos de conservación para cada

RELEVANCIA

El concepto de uso de la tierra en este trabajo, es empleado para mostrar las preferencias que tienen cinco especies de murciélagos tanto en áreas naturales como en los sistemas agrícolas humanos en Honduras. Dando como resultado que estas especies prefieren aún más los sistemas productivos que se encuentran dentro de su distribución actual. Sin embargo, no dejan de hacer uso de las áreas naturales como son el bosque seco y el de pino.

una de las especies. Para esto se utilizaron los mapas de distribución de las especies y las capas de uso de la tierra 2001 y 2009 con lo que se lograron visualizar las tendencias del cambio de uso de la tierra entre ambos periodos. Los vacíos de conservación se determinaron usando las capas de áreas protegidas y microcuencas declaradas hasta el 2015 y se traslaparon con la distribución de las cinco especies de murciélagos. Los resultados del análisis del cambio en el uso de la tierra muestran una predominancia de los sistemas productivos humanos en todas las distribuciones de las diferentes especies de murciélagos, por lo cual el efecto potencial del cambio de uso de la tierra es alto. Asimismo, las especies registran una baja proporción dentro de áreas bajo protección. La mayoría de las especies enfrentan cambios de uso de la tierra muy marcados y bajos niveles de protección, especial-

Revisado: 13-septiembre-2018

Aceptado: 01-octubre-2018

Publicado: 15-diciembre-2018

Autor de correspondencia: David Josué Mejía-Quintanilla, davidmejia93@hotmail.es

Cita: Mejía-Quintanilla, D.J., B. Rodríguez-Herrera, M. Spinola-Parallada, J.P. Suazo-Euceda, L. Marineros y F. Elvir. 2018. Situación del uso de la tierra en la distribución de cinco especies de murciélagos de la familia Emballonuridae en Honduras, Centroamérica. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 8(2):13-21. ISSN: 2007-4484. www.revexmastozoologia.unam.mx

mente las que se distribuyen en el bosque seco y el bosque de pino.

Palabras clave: Gremios, Chiroptera, forrajeo, *Saccopteryx*, *Peropteryx*, *Balantiopteryx*.

ABSTRACT

Forests in Central America have suffered land use changes in the past decades, as well as a decrease in its size. The effects of this reduction, added to these changes, could represent a threat for bat diversity since these animals specialize in hunting or foraging in specific environments. Since there is scarce knowledge of the current situation or conservation status of bats in Honduras, specially of insectivorous bats, we assessed potential threats of land use change and the consequent reduction of natural areas regarding five species of bats belonging to the Emballonuridae family. We also quantified protected areas where Emballonuridae bats were located and defined conservation gaps for each species. To do this, we used species distribution maps and land use layers of 2001 and 2009, where we could visualize land use change tendency between both periods. Conservation gaps were defined using protected areas and micro-watersheds layers declared until 2015, which were overlapped with the distribution of the five bats species. The results of the analysis of land use change show a predominance of productive systems in the distribution of the different bat species, therefore land use change effect is potentially high. Also, species occurrence is low under protected areas. Most of the species confront a high level of land use change and low levels of protection, especially those that inhabit dry forest and pine forest.

Key words: Guild, Chiroptera, forage, *Saccopteryx*, *Peropteryx*, *Balanptiopteryx*.

INTRODUCCIÓN

Latinoamérica es una región que a lo largo de los tiempos ha sufrido grandes cambios en los usos de la tierra (Furumo y Aide, 2017; Graesser *et al.*, 2015) entendiendo uso de la tierra o uso del suelo como la cobertura biofísica que se encuentra en la superficie de la tierra. Al considerar el uso de la tie-

rra en un sentido estricto, debe acotarse a describir la vegetación y las características artificiales (Di Gregorio y Jansen, 2000) además de que la fragmentación de los bosques tropicales sigue en aumento, lo que genera que las especies de animales se vean amenazadas o extirpadas localmente (Willig *et al.*, 2007). Estos cambios permiten favorecer las áreas con sistemas productivos tanto agrícolas como forestales (Feintrenie *et al.*, 2010; Gibson, 2011). Sus efectos en la biodiversidad dependen de cómo estos cambios de uso de la tierra se manejen (Gardner *et al.*, 2009; Scales y Marsden, 2008), lo cual es un reto para los conservacionistas y los manejadores del uso de la tierra (Gardner *et al.*, 2009).

El tamaño del parche y el aislamiento que sufren las zonas boscosas son los principales factores paisajísticos que afectan las dinámicas de las especies a una escala local; estos factores representan un papel importante sobre los patrones de la biodiversidad (Provedello y Viera, 2010). En áreas fragmentadas, la persistencia de las especies dependerá de su habilidad para utilizar la matriz que las rodean, ya sea como corredores o como áreas de forrajeo (Heer *et al.*, 2015; Kalko, 1998). En los monocultivos tanto de productos agrícolas y sistemas forestales, el principal problema que se ha detectado es la homogenización del paisaje. Este proceso en especial, reduce la actividad y composición de las comunidades de murciélagos insectívoros de estas áreas (Herrera *et al.*, 2015), puesto que la actividad de estos murciélagos incrementa en ambientes heterogéneos (Jung *et al.*, 2012).

Los efectos que pueden tener las coberturas boscosas y las áreas de producción dependerán de la ecología de forrajeo de cada una de las especies. Entre estas características se puede mencionar la forma del ala y el sistema de ecolocalización (Jennings *et al.*, 2004); esta última especialización en su hábito de forrajeo puede poner en riesgo a muchas especies de murciélagos (Adams, 1998; Safi y Kerth, 2004). Por lo general, se espera que las especies adaptadas al forrajeo en espacios abiertos y las no asociadas a bordes de bosque, cultivos o pastos no sean afectadas al momento de la búsqueda y cacería de sus presas, ya que sus sistemas de navegación y morfología alar están adaptados para este tipo de hábitats (Kalcounis y Brigham, 1995; Norberg y Rayner, 1987).

El papel de las áreas protegidas, como reductor del cambio del uso de la tierra, es de vital importancia (Naughton-Treves *et al.*, 2005). Las áreas prote-

gidas conservan estructuras vegetales más complejas que en los sistemas productivos. Asimismo, la heterogeneidad del paisaje que se puede encontrar en las áreas protegidas permite que la actividad de los murciélagos sea mayor (Honkanen *et al.*, 2010; Jung *et al.*, 2012;).

Pero en un enfoque paisajístico, estas áreas no deben ser vistas como lugares aislados de la matriz del paisaje, ya que para potenciar las estrategias de conservación estos lugares deben ser manejados en toda la matriz en la que se encuentran inmersas (Palomo *et al.*, 2014). Honduras es un país con una gran área sin bosque (52% del territorio no posee bosques; Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, 2015). Las áreas protegidas y su legislación son el principal mecanismo de conservación tanto para los ecosistemas como para la biodiversidad ante cambios bruscos del uso de la tierra. En cuanto a los murciélagos de Honduras, en las últimas décadas se han realizado pocas investigaciones y no se conoce cuál es la situación actual de las especies tanto en su distribución como en su estado poblacional (Mora, 2016).

Con este panorama es preciso conocer la situación actual del uso de la tierra en las áreas donde se distribuyen las especies de la Familia Emballonuridae en Honduras. Además de conocer sus posibles amenazas dependiendo del gremio según su especialización en la cacería en los diferentes tipos ambientes, así como cuantificar cuánta área de su distribución se encuentra bajo protección.

ÁREA DE ESTUDIO

Honduras se encuentra ubicada entre los 13 y 16 grados latitud norte y cuenta con una extensión territorial de 112,492 km² (Agulla-Menoni, 2007). Tie-

ne acceso a los océanos Pacífico y Atlántico (República de Honduras 1982), su topografía es irregular y su mayor altura geográfica es la Montaña de Celaque con una altitud de 2,800 msnm (Pineda-Portillo, 1997). En el territorio de Honduras los principales usos de la tierra según el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (2015) son: los bosques naturales (bosque de pino, bosque latifoliado, bosque seco, bosque mixto y bosque de mangle), que cuentan con alrededor de 65,983 km² y los manejos que se le da a la tierra (matorrales, cuerpos de agua, agropecuario, agrocomercial, urbano, sabanas con árboles y acuacultura) tienen una extensión de 46,509 km². De todos los tipos de uso predominan principalmente los agropecuarios (con una extensión de 27,780.2 km²) y los matorrales (con una extensión de 11,000.7 km²; Instituto Hondureño de Estadística, 2009).

MÉTODO

En esta investigación se trabajó con un total de cinco especies pertenecientes a la Familia Emballonuridae (Cuadro 1), que al menos poseen cinco reportes para el país (considerando como un reporte válido aquellas especies capturadas en redes, registrada en grabadores, en casas o datos de museos correctamente identificados y asociadas a alguna coordenada geográfica dentro de Honduras). En algunos casos se tenían pocas muestras, por lo que se utilizó el criterio de tres investigadores con un amplio conocimiento de murciélagos en Honduras para detectar falsos positivos y falsos negativos, además de obtener modelos de distribución más precisos (Wisz *et al.*, 2008).

Con los mapas de distribución de las cinco especies se realizó un análisis de la tendencia en el uso de la tierra por especie. Para esto se obtuvo la

Cuadro 1. Especies de murciélagos insectívoros pertenecientes a la Familia Emballonuridae de Honduras.

Familia	Especie	Nº Reportes	Años
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	15	1941, 1977, 1995, 2001, 2014, 2015, 2016
	<i>Peropteryx kappleri</i>	9	1937, 2008, 2010, 2014, 2015, 2017
	<i>Peropteryx macrotis</i>	5	1937, 1991, 2000, 2010, 2014
	<i>Saccopteryx bilineata</i>	28	1928, 1937, 1940, 1971, 1995, 2001, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017
	<i>Saccopteryx leptura</i>	9	1972, 1975, 1991, 1995, 2014

información del uso de la tierra en los periodos 2001 y 2009 en Honduras de cada una de las distribuciones de las cinco especies tratadas con plugin *Patch Analysis* (con el que se obtienen datos de métricas de paisaje) dentro de la interfaz *ARCmap* 10.1. Se extrajo la información del área que corresponde a cada uso de la tierra para ambos periodos y para cada una de las distribuciones de las especies. Con los datos obtenidos a través de *Patch Analysis*, se crearon bases de datos para graficar datos con el Paquete *ggplot2* dentro de la interfaz de *Rstudio*.

Algunos usos de tierra se reclasificaron como la categoría de bosque de pino: pino ralo y pino denso. En la categoría de cultivos: agricultura tradicional, agricultura tecnificada o semitecnificada, agrocomercios, agropecuarios y acuicultura, y en los asentamientos humanos como: urbano y rural. También realizamos una comparación entre las especies de murciélagos con las que elegimos trabajar, el gremio al que pertenecen según lo propuesto por Kalko (1998), donde subdivide en gremios caracterizados por el tipo de hábitat, modo de forrajeo y la dieta (Cuadro 2) y, con esto, propusimos las amenazas potenciales por los cambios en el uso de la tierra.

Los gremios según Kalko (1998; Cuadro 2) son: murciélagos insectívoros voladores de espacios abiertos, aquellos que se alimentan sobre el dosel o en áreas abiertas. Las especies de los bordes de bosque o claros, son los que cazan en diferentes niveles del borde, a lo largo de los márgenes de la vegetación y en las aberturas del bosque. Y las especies de espacios cerrados, son aquellas que atraen insectos con las alas dentro de la vegetación.

Por último, se realizó el análisis del estado de protección de las especies a través de la obtención del área de distribución total en el que se encuentran bajo alguna categoría de manejo, utilizando el Programa *ARCmap* 10.1. Para ello, se utilizaron las

Cuadro 2. Gremios de murciélagos según su tipo de hábitat, modo de forrajeo y dieta. Fuente: Kalko (1998).

Tipo de hábitat	Modo de alimentación	Dieta
Espacio abierto	Aéreo	Insectívoro
Espacio claro y borde	Aéreo	Insectívoro
Espacio cerrado	Aéreo	Insectívoro

distribuciones de las especies, las capas de áreas protegidas y microcuencas para Honduras en 2015. Además, se calculó la cantidad de áreas que traspasaba entre la distribución de los murciélagos y las categorías de protección. Así se obtuvo una visualización de la distribución de las cinco especies de murciélagos dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Honduras (SINAPH).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies utilizan una matriz que incluye los diferentes tipos de uso de la tierra. Desde el 2001 al 2009, esta matriz ha sufrido cambios en el uso de la tierra que se le ha dado, lo que puede representar diferentes amenazas para ciertas especies, aunque para algunas no, como es el caso de *Balantiopteryx plicata* y *Saccopteryx bilineata*, las cuales hacen uso de las infraestructuras urbanas como los puentes como dormideros (LaVal y Rodríguez, 2002).

BALANTIOPTERYX PLICATA

En la distribución de *B. plicata* se encuentran ocho tipos de uso de la tierra, de los cuales predominan las áreas de cultivos (11,519.75km²), seguidas por pastizales (5,245.47 km²) y por bosque de pino (4,896.02km²; Figura 1) Los cultivos y pastizales, que son los más predominantes, no han reflejado cambios en su área durante 8 años.

Por otra parte, las zonas urbanas no han tenido grandes cambios, a diferencia de los bosques de pino, los cuales presentaron un incremento en su área (con un crecimiento de 1,343.35 km²) en ocho años. El bosque latifoliado dentro de la distribución de *B. plicata*, presenta un crecimiento mínimo en comparación con el bosque de pino encino (apenas con una ganancia de 87 km²); el bosque mixto presenta una disminución notable de su área en las dos épocas al perder un 87.02% de la cobertura reportada para el 2001 (Figura 1). Las áreas protegidas representan la principal categoría de manejo de hábitat que conserva parte del nicho ecológico de esta especie. La categoría de microcuenca no presenta mucha área bajo su denominación (0.17%; Figura 2).

B. plicata es una especie que forrajea en espacios abiertos, encima del dosel o sobre el suelo (Arroyo-Cabralés y Jones, 1988; LaVal y Rodríguez, 2002; Reid, 2009). Aunque la distribución esta especie presenta una pérdida de las coberturas bosco-

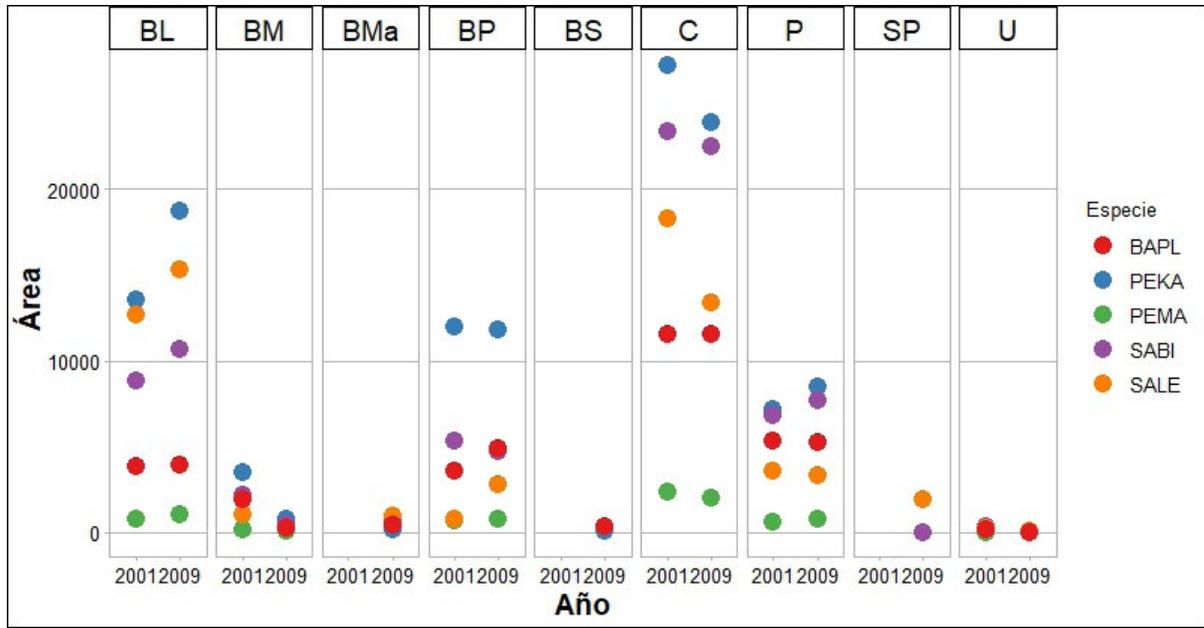


Figura 1. Área total de los diferentes usos de la tierra que se encuentran dentro de la distribución de las cinco especies de murciélagos en Honduras para los años 2001 y 2009. Nota: Los códigos para los usos de suelo son BL= Bosque latifoliado, BM = Bosque mixto, BMa= Bosque de mangle, BP= Bosque de pino, BS= Bosque seco, C= Cultivos, P= Pastizales, U= Asentamientos humanos. Los códigos para las especies son: BAPL= *Balantiopteryx plicata*, PEKA= *Peropteryx kappleri*, PEMA= *Peropteryx macrotis*, SABI= *Saccopteryx bilineata* y SALE= *Saccopteryx leptura*.

sas y una dominancia en los sistemas productivos, su forma de forrajeo no se vio afectado por el uso de la tierra. Lo anterior no representa una amenaza potencial, puesto que está adaptada para el forrajeo dentro de las nuevas áreas abiertas.

PEROPTERYX KAPPLERI

En la distribución de *P. kappleri* se encuentran los bosques de pino, bosque latifoliado, bosques mixtos, bosques de mangle, sabanas de pino y bosque seco. También se encontraron los cultivos, pastizales y asentamientos humanos. El uso que domina en la distribución de *P. kappleri* son los cultivos (cultivos comerciales, tradicionales, monocultivos y acuacultura, los cuales suman un área de 23,833.94 km² para el 2009), pese a la reducción en área entre el 2001 al 2009 presentó. En el caso de los pastizales, aumentaron entre un periodo a otro (en 2009 abarcó un área de 8,453.23 km²) y las zonas urbanas no presentaron cambios drásticos (Figura 1).

En cuanto a las coberturas boscosas se dieron tres casos diferentes. En el primero, el bosque latifoliado presenta un crecimiento en este uso de la

tierra entre el 2001 y 2009 (el cual ganó 5,171.77 km² de bosque) en la distribución de *P. kappleri*. Para el caso del bosque de pino, no hubo grandes cambios en sus coberturas entre los dos periodos. Por último, se disminuyó la cobertura en área del bosque mixto dentro de la distribución de *P. kappleri* (presentando una pérdida de 78.46% de la cobertura reportada en el 2001; Figura 1). En cuanto a la conservación y manejo de hábitat, *P. kappleri* presentó 32% dentro de alguna de estas categorías. La principal categoría que conserva este hábitat es el de las áreas protegidas con 22% de su distribución en sus diferentes categorías legales. La categoría microcuenca contribuye a una pequeña porción para la conservación del hábitat de esta especie (Figura 2).

En cuanto al aumento en la cobertura boscosa y a la disminución y poca dominancia de los sistemas antrópicos, no parece afectar de manera considerable a esta especie. No obstante su hábito de forrajeo en espacios cerrados con vuelos debajo del dosel del bosque y en el sotobosque, podrían volver a esta especie vulnerable a pérdidas de cobertura boscosa, pero según se aprecia en el análisis de usos de la tierra, éste ha ido recuperando área (La-Val y Rodríguez, 2002; Reid, 2009).

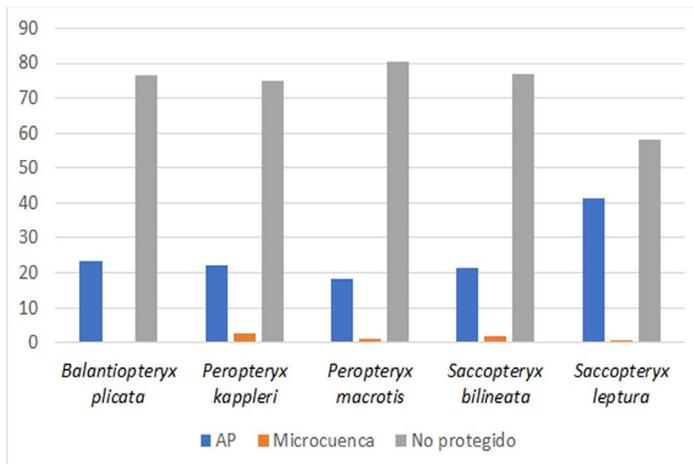


Figura 2. Porcentaje que muestra el área de distribución de cinco especies de la Familia Emballonuridae que traslapa con áreas protegidas o microcuencas declaradas en Honduras.

PEROPTERYX MACROTIS

En la distribución de *P. macrotis* las tendencias para los usos de la tierra como los pastizales, cultivos y asentamientos humanos son de magnitudes diferentes. Los cultivos son las principales áreas dentro de la distribución de *P. macrotis*. Las tendencias muestran una reducción en el área total entre los periodos del 2001 al 2009 (el cual muestra una pérdida de 14.27% de la estimada para el 2001). A diferencia de los pastizales en el cual se aprecia un aumento en el área total entre ambos periodos, el cual tiene para el 2009 como área total estimada 753,97 km². Los asentamientos humanos no presentaron grandes cambios (Figura 1).

En cuanto a las áreas forestales dentro de la distribución de *P. macrotis*, el bosque latifoliado es el área dominante (con un área de 1,055.15 km²) seguido por el bosque de pino y el bosque mixto, estos bosques presentan situaciones similares en las cuales hay una tendencia de aumento de las áreas totales (más notable en el bosque latifoliado que en el de pino). Finalmente, en el caso de los bosques mixtos se presenta una disminución de las áreas reportadas entre el 2001 al 2009, al perder 86,42 km² (Figura 1). *P. macrotis* suele forrajear en claros y bordes, vuela cerca de caminos o bordes de bosque o cerca de las luces de la carretera (LaVal y Rodríguez, 2002; Reid, 2009; Yee, 2000). En su distribución se aprecia la recuperación de las zonas boscosas y una dominancia de los sistemas productivos, esto hace propicio la formación de claros

y bordes asociados a bosques. Por lo tanto, la tendencia del uso de la tierra no presenta una potencial amenaza sobre esta especie.

Por su parte, los análisis sobre el nivel de conservación o manejo del hábitat para *P. macrotis*, muestran que un tercio de su distribución se encuentra bajo alguna categoría de manejo. La principal estrategia de conservación del hábitat que abarca la distribución del hábitat idóneo para esta especie son las diferentes categorías de áreas protegidas de Honduras, que es 18% de la distribución total de la especie. Las microcuencas declaradas son las aportantes mínimas a la conservación y manejo del hábitat de esta especie con un total de 1.25% de área conservada bajo esta categoría de protección (Figura 2).

SACCOPTERYX BILINEATA

Con respecto a *Saccopteryx bilineata* ser registraron nueve tipos de usos de la tierra asociados a su distribución. Las más dominantes son cultivos (22,498.28 km²), pastizales (7,738.539 km²) y bosque latifoliado (10,665.77 km²). Se observa una tendencia a la pérdida de área cultivada y una ganancia para el bosque latifoliado entre los periodos del 2001 y 2009. El bosque de pino presenta una pérdida en área (11.20% en el 2001) al igual que los bosques mixtos (81.56% en el 2001) dentro de la distribución de *S. bilineata*. Las coberturas que presentan menor área son los bosques de manglar, bosques secos y sabanas de pino. Las zonas urbanas han presentado un crecimiento mínimo a lo largo de 8 años (Figura 1).

Esta especie de murciélago insectívoro forrajea en espacios cerrados, especialmente debajo del dosel del bosque, causes de agua, pero siempre cerca de la vegetación (LaVal y Rodríguez, 2002; Reid, 2009; Yancey *et al.*, 1998a). Esto implica que la tendencia de disminución de la mayoría de las coberturas boscosas y la dominancia de los sistemas productivos sea una potencial amenaza para *S. bilineata*. El área para *S. bilineata* que se encuentra bajo alguna categoría de manejo o conservación es de 26.5% de su distribución total. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Honduras (SINAPH) protege alrededor de 21% del área total por donde se distribuye esta especie. A su vez, las microcuencas protegen 1.8% del área total de distribución de *S. bilineata* (Figura 2).

SACCOPTERYX LEPTURA

En el caso de la distribución de *S. leptura*, podemos encontrar un total de 9 tipos de usos de la tierra. Las que predominan son los bosques latifoliado (15,273.66 km²) y cultivos (13,388.95 km²). Los demás usos de la tierra (bosque de mixto, bosque de mangle, bosque de pino, bosque seco, pastizales, sabanas de pino y zonas urbanas) se encuentran relativamente en buenas condiciones en cuanto a cobertura boscosas y las necesidades de hábitat para esta especie (Figura 1).

Se puede observar un cambio en las situaciones temporales de los dos usos de la tierra predominante en la distribución de *S. leptura*. Para el bosque latifoliado hubo un aumento entre el periodo 2001 al 2009 (de 2,602.20 km²), lo que representa una recuperación de este uso de la tierra. Al mismo tiempo se observa una pérdida en áreas cultivadas de 4,854.53 km² en comparación a la del 2001. De igual forma los pastizales presentan una disminución en su área de 320.32 km². Las áreas urbanas no presentan cambios significativos en ambos periodos. Los bosques mixtos por su parte presentan una disminución que puede ser considerable si se tiene en cuenta la poca área que existe de este bosque en la distribución de esta especie (el cual se estima en una pérdida del 76.42% de cobertura). En cuanto a los bosques de pino presentan una ganancia en su área (la cual reporta un área total de 2,782.37 km²). Por último, los bosques de mangle y bosques secos, sumamente muy importantes para esta especie (Reid, 2009), y representó el área más baja de este uso de la tierra para *S. leptura* en el 2009 (Figura 1).

S. leptura es una especie que forrajea en espacios cerrados, se alimentan bajo el dosel del bosque, aunque pueden elevarse sobre del dosel pasada la noche, y forrajea sobre quebradas y corrientes de agua (LaVal y Rodríguez, 2002; Reid, 2009; Yancey *et al.*, 1998b). Esta forma de forrajeo la hace vulnerable ante la pérdida de masas boscosas. Sin embargo, la tendencia para estas coberturas es a recuperarse mientras que las actividades antrópicas se reducen, por lo que la potencial amenaza para estas especies es baja.

El nivel de conservación de esta especie posee una gran porción de su hábitat protegido (47%) en diferentes categorías de manejo y conservación legalmente aprobadas por Honduras. El mayor aporte a la conservación de esta especie es hecho por el

SINAPH ya que está conservando 41% en áreas protegidas, ya que la protección de microcuencas es la menor categoría que conserva áreas y corresponde a 297.4 km² de tierra (Figura 2).

CONCLUSIONES

En cuanto a los efectos de los cambios del uso de la tierra sobre las especies insectívoras podemos decir que dependiendo de las estrategias de forrajeo los efectos pueden ser positivos o negativos. Para el caso de *B. plicata*, que es una especie adaptada a los espacios abiertos, la situación sobre la pérdida boscosa no afectaría las dinámicas de alimentación de esta especie, pero hay que tomar en cuenta cuáles son sus presas y si con la pérdida boscosa podrían disminuir, puesto que esta especie forrajea sobre el dosel de los bosques (Arroyo-Cabrales y Jones, 1988; LaVal y Rodríguez, 2002; Reid, 2009). La pérdida de cobertura forestal mencionada podría amenazar más a sus presas que a la propia especie.

P. kappleri, es una especie adaptada al forrajeo en áreas cerradas (interior de bosque), por lo que el crecimiento de cobertura de bosque siempreverde que se ha dado entre ambos periodos de análisis genera un beneficio para sus poblaciones. No obstante las poblaciones que se distribuyen dentro del bosque de pino (*Pinus* sp.), pueden representar una amenaza por la pérdida de hábitat provocada por el gorgojo descortezador del pino. En consecuencia es necesario realizar evaluaciones de las poblaciones que se ubican dentro de este tipo de bosque.

Por su parte, *P. macrotis*, es una especie adaptada al forrajeo en claros y bordes asociados al bosque. Lo que se aprecia en las tendencias del uso de la tierra para esta especie, es la disminución de las áreas boscosas y de la cantidad de claros y bordes asociados a los bosques, lo que pone en riesgo a las poblaciones de esta especie, ya que al tener una pérdida del hábitat para forrajeo origina una disminución de presas.

S. bilineata, es una especie que forrajea en espacios cerrados y en su distribución se aprecia una disminución de las coberturas boscosas. Esto sugiere un riesgo a sus poblaciones, pese a que están adaptadas a utilizar infraestructuras humanas como dormitorios, sus áreas de forrajeo van disminuyendo. Caso contrario a *S. leptura*, se aprecia que dentro de su distribución hay un aumento de la cobertura boscosa pero también una disminución

de las áreas de producción, lo cual beneficia a la población, puesto que esta especie forrajea en el interior del bosque como *S. bilineata*.

En cuanto a la protección de hábitat, la mayoría de las especies presentan un cuarto de hábitat dentro de alguna categoría de área protegida y microcuenca (la cual puede funcionar igual que ciertas categorías de áreas protegidas, pero con algunas diferencias sobre el manejo de las mismas) a excepción de *S. leptura*, la cual posee más de 40% de su distribución en alguna categoría de protección. Los bosques de pino (presenta las características idóneas para encontrar las diferentes especies de la Familia Emballonuridae) son los que menos se encuentran representado en el SINAPH (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2008) por lo que la pérdida de hábitat de estas especies es mayor que aquellas que se encuentran en un bosque latifoliado o nubosos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Lic. Jonathan Hernández Sosa, coordinador del Programa de Conservación de los Murciélagos de Honduras, por el apoyo que ha dado para esta investigación. Al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre por darnos acceso a sus mapas de uso de la tierra de Honduras y las áreas protegidas del mismo país. Al Programa Regional de Intercambio Alemán DAAD por financiar parte de los muestreos realizados para esta investigación. A Rocío Seisdedos por su colaboración en la revisión al inglés del resumen.

LITERATURA CITADA

- Adams, R.A. 1998. Evolutionary implications of developmental and functional integration in bat wings. *Journal of Zoology of London*, 246:165-174.
- Agulla-Menoni, J. 2007. *Manual: Sistema de indicadores ambientales de Honduras*. SIAH. SERNA, Tegucigalpa, HN.
- Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica. 2008. *Plan de conservación de los bosques de pino-encino de Centroamérica y el ave migratoria Dendroica chryso-*
- paria*. Fundación Defensores de la Naturaleza y The Nature Conservancy, Guatemala.
- Arroyo-Cabrales, J. y J.K. Jones, Jr. 1988. *Balaniopteryx plicata*. *Mammalian Species*, 301:1-4.
- Feintrenie, L., S. Schwarze y P. Levang. 2010. Are local people conservationists? Analysis of transition dynamics from agroforests to monoculture plantations in Indonesia. *Ecology and Society*, 15:37-52.
- Di Gregorio, A. y L.J.M. Jansen. 2000. *Land cover classification system (LCCS): Classification concepts and user manual*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.
- Furumo, P.R. y T.M. Aide. 2017. Characterizing commercial oil palm expansion in Latin America: land use change and trade. *Environmental Research Letters*, 12:1-12.
- Gardner, T.A., J. Barlow, R. Chazdon, R.M. Ewers, C.A. Harvey, C.A. Peres y N.S. Sodhi. 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, 12:561-582.
- Gibson, L., T.M. Lee, L.P. Koh, B.W. Brook, T.A. Gardner, J. Barlow, C.A. Peres, C.J.A. Bradshaw, W.L. Laurance, T.E. Lovejoy y N.S. Sodhi. 2011. Primary forest are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478:378-383.
- Graesser, J., T.M. Aide, H.R. Grau y N. Ramankutty. 2015. Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environmental Research Letter*, 10:1-10.
- Heer, K., M. Helbig-Bonitz, R.G. Fernandes, M.A.R. Mello y E.K.V. Kalko. 2015. Effects of land use on bat diversity in a complex plantation-forest landscape in northeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 96:720-731 doi:10.1093/jmammal/gyv068.
- Herrera, J.M., P. Costa, D. Medinas, J.T. Marques y A. Mira. 2015. Community composition and activity of insectivorous bats in Mediterranean olive farms. *Animal Conservation*, 18:557-566 doi:10.1111/acv.12209.
- Honkanen, M., J.M. Roberge, A. Rajasärkkä y M. Mönkkönen. 2010. Disentangling the effects of area, energy and habitat heterogeneity on boreal

- forest bird species richness in protected area. *Global Ecology and biogeography*, 19:61-71.
- Instituto Hondureño de Estadística. 2009. *Clasificación del uso de la tierra en Honduras* (Imágenes MODIS). Tegucigalpa, Honduras.
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. 2015. *Anuario estadístico forestal de Honduras*. ICF, Tegucigalpa, Francisco Morazán, HN.
- Jennings, N.V., S. Parsons, K.E. Barlow y M.R. Gannon. 2004. Echolocation calls and wing morphology of bats from the West Indies. *Acta Chiropterologica*, 6:75-90.
- Jung, K., S. Kaiser, S. Böhm, J. Nieschulze y E.K.V. Kalko. 2012. Moving in three dimensions: effects of structural complexity on occurrence and activity of insectivorous bats in managed forest stand. *Journal of Applied Ecology*, 49:523-531.
- Kalcounis, M.C. y R.M. Brigham. 1995. Intraspecific variation in wing loading affects habitat use by little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Canadian Journal of Zoology*, 73:89-95.
- Kalko, E.K.V. 1998. Organization and diversity of tropical bat communities thought space and time. *Zoology*, 101:281-297.
- LaVal, R.K. y B. Rodríguez-Herrera. 2002. *Murciélagos de Costa Rica: Bats*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica.
- Mora, J.M. 2016. Clave para la identificación de los murciélagos de Honduras. *La Ceiba*, 54:93-117.
- Norberg, U.M. y J.M.V. Rayner. 1987. Ecological morphology and flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science*, 316:335-427.
- Naughton-Treves, L., M.B. Holland y K. Brandon. 2005. The role of protected area in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review of Environment and Resources*, 30:219-252.
- Palomo, I., C. Montes, B. Martín-López, J.A. González, M. García-Llorente, P. Alcorlo y M.R. García Mora. 2014. Incorporating the social-ecological approach in protected areas in the anthropocene. *BioScience*, 64:181-191.
- Pearson, R.G., C.J. Raxworthy, M. Nakamura y A.T. Peterson. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34:102-107.
- Pineda-Portillo, N. 1997. *Geografía de Honduras*. Tercera Edición. Editorial Guaymuras, Tegucigalpa, HN.
- Prevedello, J.A. y M.V. Vieira. 2010. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. *Biodiversity and Conservation*, 19:1205-1223.
- Reid, F. 2009. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press, Oxfordshire, Reino Unido.
- República de Honduras. 1982. Constitución Política del Estado de Honduras. *La Gaceta*, 23:612.
- Safi, K. y G. Kerth. 2004. A comparative analysis of specialization and extinction in temperate-zone bats. *Conservation Biology*, 18:1293-1303.
- Scales, B.R. y S.J. Marsden. 2008. Biodiversity in small-scale tropical agroforests: a review of species richness and abundance shifts and the factor influencing them. *Environmental Conservation*, 35:160-172.
- Willig, M.R., S.J. Presley, C.P. Bloch, C.L. Hice, S.P. Yanoviak, M.M. Díaz, L.A. Chauca, V. Pacheco y S.C. Weaver. 2007. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: Effects of habitat alteration on Abundance. *Biotropica*, 36:737-746.
- Wisz, M.S., R.J. Hijmans, A.T. Peterson, C.H. Graham, A. Guisan y NCEAS Predicting Species Distribution Working Group. 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distribution*, 14:763-773.
- Yee, D.A. 2000. *Peroptryx macrotis*. *Mammalian Species*, 643:1-4.
- Yancey, F.D., J.R. Goetze y C. Jones. 1998a. *Saccolpteryx bilineata*. *Mammalian Species*, 581:1-5.
- Yancey, F.D., J.R. Goetze y C. Jones. 1998b. *Saccolpteryx leptura*. *Mammalian Species*, 582:1-3.



MAMÍFEROS EN DOS BOSQUES RIPARIOS DE LA SABANA DE PINO EN LA MOSKITIA HONDUREÑA

HÉCTOR ORLANDO PORTILLO REYES¹ Y FAUSTO ELVIR¹

¹Fundación de Ciencias para el Estudio y la Conservación de la Biodiversidad (INCEBIO), calle Juan Manuel Gálvez, frente al INA, Tegucigalpa, Honduras.

RESUMEN

Las Sabanas de la Moskitia hondureña cuentan con un área aproximada de 6,000 km² e incluyen 19 ecosistemas, y una inmensa red hídrica de aproximadamente 4,771 km lineales. En este estudio reportamos los registros de los mamíferos terrestres medianos y grandes de los bosques riparios de la Sabana de Pino en la Moskitia hondureña, obtenidos en un muestreo que se llevó a cabo con cámaras-trampa en junio y julio del 2014. Obtuvimos 595 fotografías y videos de 17 especies de mamíferos medianos y grandes, agrupados en 7 órdenes y 10 familias. Registramos especies de importancia para la conservación como el jaguar (*Panthera onca*), el oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*), la jagüilla (*Tayassu pecari*) y el danto o tapir (*Tapirus bairdii*). Nuestros datos indican que los bosques riparios en la Sabana de Pino son de relevancia para la conservación en Honduras y Centroamérica, por su diversidad biológica, la presencia de especies grandes en peligro de extinción y por ser un corredor biológico para muchas especies asociadas a los bosques de hoja ancha. Estos bosques permiten el intercambio y flujo genético entre poblaciones. Su conservación debe considerarse una prioridad en Honduras. Por lo tanto, es necesario continuar monitoreando la diversidad biológica y establecer estrategias para conservar estos ecosistemas, así como mantener los beneficios que ofrecen a las comunidades indígenas Miskitas.

RELEVANCIA

La presencia de una alta diversidad de mamíferos medianos y mayores, incluyendo a especies en peligro de extinción de gran talla como el jaguar (*Panthera onca*) y el oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*) indican que las sabanas y los bosques riparios de la moskitia hondureña son prioritarios para la conservación de la diversidad biológica de Honduras y Centroamérica. Además, son relevantes para las comunidades indígenas miskitas.

Palabras clave: Crique, moskitia hondureña, ripario, Sabana de pino.

ABSTRACT

The Savannahs of the Honduran Moskitia have an approximate area of 6,000 km² and include 19 ecosystems, and an immense network of watercourses of approximately 4,771 linear km. In this study, we report the records of medium and large terrestrial mammals of the riparian forests of the Sabana de Pino in the Honduran Moskitia, obtained in a study was carried out with trap cameras in June and July 2014. We obtained 595 photographs and videos of 17 species of medium and large mammals, grouped into 7 orders and 10 families. We recorded species of importance for conservation such as the jaguar (*Panthera onca*), the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*), the white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) and the tapir (*Tapirus bairdii*). Our data indicate that the riparian forests in the Sabana de Pino are of relevance for conservation in Honduras and Central America, due to their biological diversity, the presence of large species in danger of extinction, and for being a biological corridor for many species associated with broadleaf forests. These savannahs and riparian forests allow the exchange and genetic flow between mammal populations. Its conservation should be considered a priority in Honduras. Therefore, it is necessary to continue monito-

Revisado: 23-agosto-2018

Aceptado: 25-septiembre-2018

Publicado: 15-diciembre-2018

Autor de correspondencia: Héctor Orlando Portillo Reyes, hectorportilloreyes@gmail.com

Cita: Portillo, R.H.O. y F. Elvir. 2018. Mamíferos en dos bosques riparios de la sabana de pino en la Moskitia hondureña. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 8(2):22-30. ISSN: 2007-4484. www.revexmastoziologia.unam.mx

ring biological diversity and establish strategies to conserve these ecosystems, and the benefits they offer to the Miskito indigenous communities.

Key words: creek, moskitia hondureña, pine savanna, riparian.

INTRODUCCIÓN

Las Sabanas de Pino (*Pinus caribaea*) de la región Caribe de Honduras y Nicaragua eran, hasta hace unas décadas, desconocidas para geógrafos e investigadores del mundo (Parsons, 1955). A estas sabanas se les conoce con el nombre de Sabanas de Pino Miskitas, por el grupo indígena *Miskitu* que habita en los ecosistemas de pino de la región (Parson, 1955).

Las Sabanas de Pino se caracterizan por su combinación en aspectos biofísicos, que hacen de esta bioregión única, con características propias de acuerdo con los regímenes de lluvia, suelo y vegetación (Parson, 1955). Según Mejía y House (2001) se reconocen 19 ecosistemas, de los cuales los más relevantes son: el bosque tropical siempre verde latifoliado, estacional y mixto; las sabanas de gramínoles cortos y altos; las lagunas y pantanos con ciperáceas. La especie de pino que se encuentra en la sabana es *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, una variedad centroamericana que se extiende desde las planicies costeras de Belice (Mountain Pine Ridge), hasta las tierras bajas del este de Honduras y el noreste de Nicaragua (Myers *et al.*, 2006). A medida que aumenta la elevación, esta especie se entremezcla con *Pinus oocarpa*, que gradualmente lo reemplaza por completo (Myers *et al.*, 2006). Su extensión territorial en las tierras bajas del Caribe cubre aproximadamente 6,000 km² en el oriente de Honduras y 10,000 km² en Nicaragua. La topografía varía desde plana hasta levemente ondulada, con una altitud no mayor a los 200 msnm. Más cerca de la costa, el drenaje es pobre y los pinos se ven restringidos a las colinas y montículos formados por los antiguos bancos de arena, llamadas dunas (Figura 1), insertos en una matriz de pastizales y/o de palmares inundados o anegados estacionalmente (Parson, 1955).

Los suelos están compuestos de arenas, gravas y arcillas pobres en nutrientes, que se superponen a arcillas pesadas, con un predominio de arcillas en las zonas pobremente drenadas. En los suelos aluviales se encuentran extensiones de bosque latifoliado más extensas (Myers *et al.*, 2006).



Figura 1. Dunas en la Sabana de Pino, en los llanos de Torre Montero, Moskitia hondureña. Foto: Héctor O. Portillo.

Uno de los fenómenos aún por estudiar y que genera diferencias entre investigadores con los conceptos ecológicos de la Sabana de Pino, es la función de los incendios forestales naturales, que se dan de manera frecuente. Tal como lo expresa Myers *et al.*, (2006): “Las sabanas y los bosques de pino Caribe de Honduras son mantenidos por el fuego, es decir, el ecosistema depende del fuego para su existencia; sin incendios periódicos, los pinos se transformarían en algo dominado por árboles tropicales de madera dura, palmas y arbustos; los pinos, los pastos y las especies herbáceas desaparecerían”. En los bosques de la sabana de pino, después de extensos incendios forestales, se observan de manera inmediata aves rapaces y carroñeras en busca de pequeñas presas quemadas como, serpientes (*Drymarchon melanurus*), guazallos (*Didelphis* sp.) y armadillos (*Dasyus novemcinctus*), que no logran escapar y son atrapados por las llamas de los incendios. En estas mismas áreas, por las noches, también se pueden observar venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) adultos y cervatos, alimentándose de la hierba que aparece luego de dos a tres semanas después de los incendios (Tomas Manzanares, com. pers.). Los incendios forestales en las sabanas de pino de la Moskitia hondureña, favorecen y/o desfavorecen a diferentes grupos taxonómicos dependiendo de su ecología, biología y su rango de movilización además de la cantidad de material calcinado del sitio (Tomas Manzanares, com. pers.).

Probablemente existen muchas especies de vertebrados e invertebrados que dependen de la Sabana de Pino que al incendiarse con frecuencia,

permite el mantenimiento de diversos hábitats y de las fuentes de alimento. Las especies de plantas dominantes en el estrato superior, en el estrato medio y en la cobertura del suelo de este ecosistema, poseen adaptaciones tanto para sobrevivir al fuego como para responder positivamente a éste; el punto clave de este fenómeno es la variabilidad ocurrida en el régimen del fuego y la temporada de incendios dentro de los límites adecuados ecológicamente para el buen mantenimiento del ecosistema (Myers *et al.*, 2006; Platt, 1999; Robbins y Myers., 1992). En el interior de las Sabanas de Pino se forman cursos de agua acompañados por bosques riparios, que se extienden a lo largo y ancho de las sabanas. Estos cursos, llamados también criques, forman una inmensa red hídrica, de aproximadamente 4,771 km lineales (Figura 2) con pendientes suaves que drenan en ríos de segundo orden como el río Rus Rus, río

Mocorón, río Warunta, y de tercer orden como el río Wans Coco o Segovia y El río Patuca. Estos criques forman ecotonos únicos que sirven como hábitats y corredores a diferentes especies de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Castañeda, 2002; Howell, 1971; Matamoros *et al.*, 2009; McCraine *et al.*, 2002; Portillo-Reyes y Hernández, 2011). Asimismo estos bosques riparios cumplen funciones relevantes en la vida de las comunidades indígenas y sus especies silvestres, al proveer recarga de mantos hídricos, recreación, especies cinegéticas, estabilización del clima, entre otras (Portillo-Reyes, 2014b). El objetivo de este estudio fue establecer la línea base, mediante el uso de cámaras trampa, para registrar los mamíferos terrestres medianos y grandes que habitan en dos bosques riparios en la Sabana de Pino, ante la ausencia de información de los mamíferos en estos bosques.

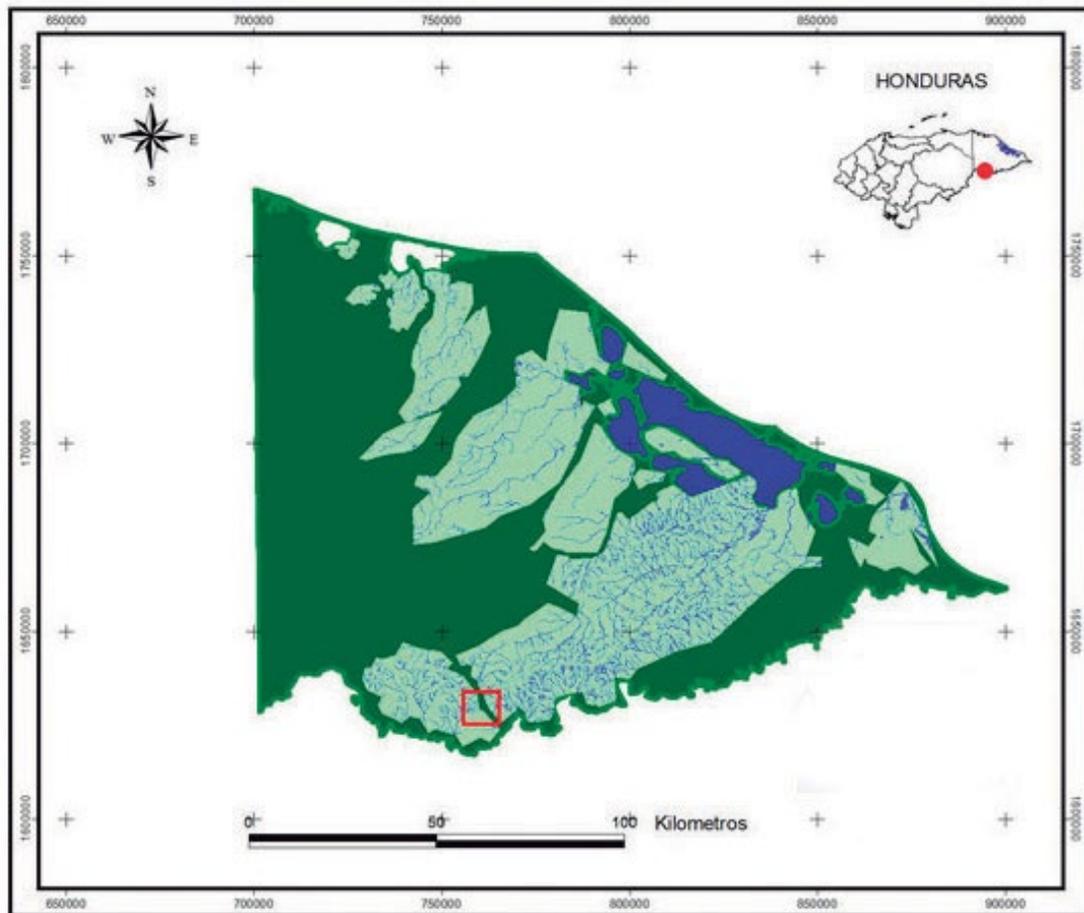


Figura 2. Red hídrica en las Sabanas de Pino en la Mosquitia hondureña. Se muestran los ríos en azul, el bosque latifoliado (verde oscuro), la sabana de pino (verde claro), el área de muestreo (cuadro rojo) y la Laguna de Caratasca (azul oscuro).

METODOLOGÍA

SITIO DE ESTUDIO

La región de las Sabanas de Pino, conocida también como la Moskita hondureña, se localiza en el Departamento de Gracias a Dios, conocida como la Moskitia hondureña, a 15°20'00" latitud norte y 84°54'00" longitud oeste. El rango altitudinal varía de 10 a 800 msnm, temperaturas promedio de 29°C, precipitaciones anuales entre 1,500 y 3,100 mm y una humedad relativa que oscila entre el 74-82% (DAPVS, 2005). La sabana de la Moskitia tiene un periodo seco, que comienza en febrero y se extiende hasta mayo. En este periodo se presentan precipitaciones suficientes para mantener la vegetación tropical del bosque, factor principal para el mantenimiento de las sabanas en la región de Honduras y Nicaragua. Probablemente esta es la zona más lluviosa del Neotrópico con vegetación de sabana (Parsons, 1955). La zona de vida es el Bosque muy húmedo tropical (Bm-T) y el Bosque muy húmedo subtropical (Holdridge, 1971). El área de estudio se ubica en la comunidad de Mabita, perteneciente al consejo territorial de la Federación Indígena de la Zona de Mocerón y Segovia (FINZMOS), en dos bosques riparios: el primero es el río Rus Rus, con una longitud de aproximadamente 24 km, y de 1 a 2 km de ancho en su trayectoria, hasta conectar con el Río Coco Wans o Segovia; y el segundo es el crique de Kahkatara, con una longitud de 6 km y 250 a 300 m de ancho en dirección de este a oeste.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Entre los meses de mayo y junio del año 2014, se instalaron en el bosque ripario 30 cámaras marca *Bushnell Scoutguard SV 550®*. 15 de ellas se ubicaron en el bosque del río Rus Rus y 15 en el bosque del crique de Kahkatara. Cada cámara se ubicó con una separación de 250 m, con el objetivo de cubrir una distancia aproximada de 4 km lineales (Figura 3 y 4). El tiempo de permanencia de las 30 cámaras fue de 60 días (Silver *et al.*, 2004). Las cámaras se programaron para activarse y disparar tres fotografías cada 15 segundos, durante 24 horas, los 60 días del monitoreo, con baja sensibilidad para minimizar los registros producidos por el movimiento de arbustos y reflejo solar. La altura de colocación de las cámaras fue de alrededor de 40-50 cm, en árboles a orillas de senderos humanos y senderos

usados por especies silvestres, ya que esta posición permite capturar la mayoría de los mamíferos medianos y grandes a distancia de 1 hasta 30 m (Karanth, 1996; Karanth y Nichols, 2000; Maffei *et al.*, 2002). Las cámaras trampa fueron colocadas con la participación de los pobladores locales Miskitos, capacitados en la programación e instalación de estas cámaras.

ANÁLISIS Y OBTENCIÓN DE REGISTROS

El análisis se basó en la identificación de especies y frecuencia de registros por esfuerzo de muestreo, por días/cámara (Maffei *et al.*, 2002); se determinaron los patrones de actividad con los registros de tiempo en las fotografías y se ordenaron basados en los intervalos de una hora por apareamiento (00-24 horas) entre registros. La información se ordenó en matrices en el programa Excel para la creación de los gráficos y se utilizó el Programa PAST (*Paleontological statistics software package*; Hammer *et al.*, 2001), para comparar la riqueza entre ambos sitios utilizando el índice de Shannon-H (Harper, 1999).

Se utilizó la fórmula usada por Weckel *et al.*, (2006) para estimar el índice de similitud entre los dos tipos de bosque ripario: $IS = 2(C) / A+B$.

En la que: IS: Índice de similitud

C: Número de especies en común de los 2 tipos de senderos

A+B: La sumatoria de las especies en cada uno de los tipos de sendero

Este diseño permitió conocer el aporte de cada uno de los sitios dentro de la Sabana de Pino para mamíferos medianos y grandes. Como parte de las evidencias de registro se consideraron las huellas identificables de mamíferos grandes.

RESULTADOS

Durante la investigación se registraron 17 especies de mamíferos medianos y grandes en ambos sitios agrupados en 7 órdenes, 10 familias, con un número total de 595 eventos en 1,620 días/cámara. De estas 17 especies, 11 se registraron en el crique de Kahkatara y 15 en el bosque ripario del río Rus Rus. El índice de Shannon-H para el sitio de Kahkatara fue de 1.31 y para el sitio de Rus Rus fue de 1.33; al

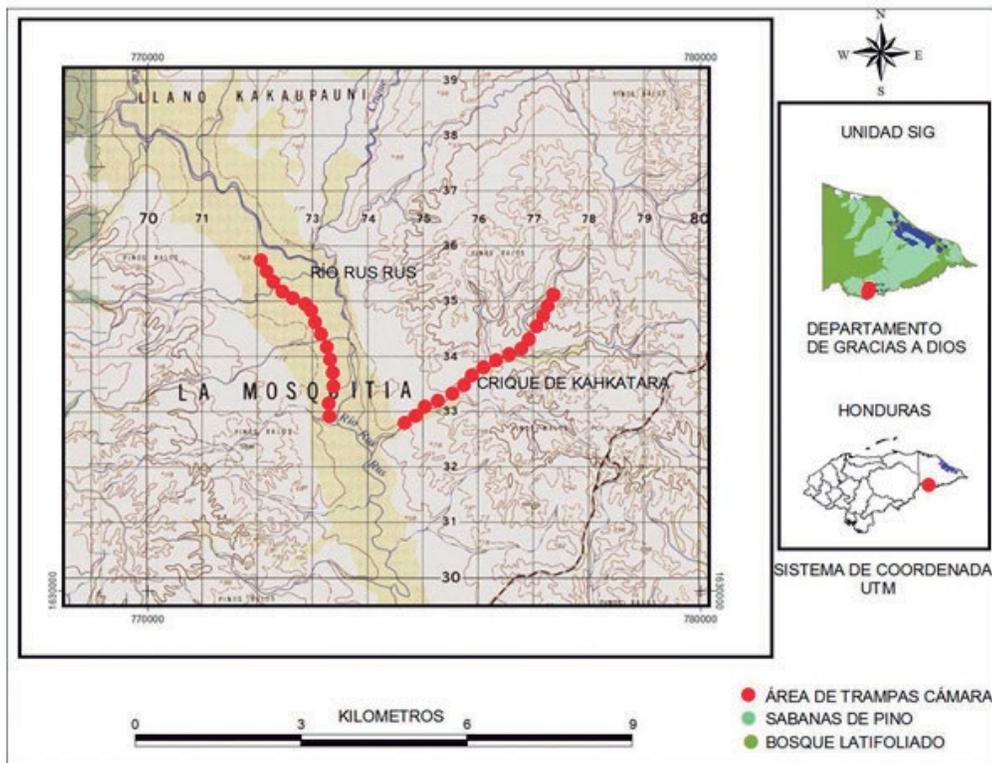


Figura 3. Ubicación espacial de las trampas cámaras en ambos sitios de la Sabana de Pino, el río Rus Rus y el crique de Kahkatara.



Figura 4. Crique de Kahkatara y su bosque ripario, cercano a Mabita. Foto: Héctor O. Portillo.

aplicar la prueba de *t-test* para el índice de Shannon (Hutcheson, 1970; Magurran, 1988; Poole, 1974) se encontró que la varianza de Kahkatara fue de 0.0204 y para Rus Rus de 0.0027, y un valor *p* de 0.89.

Los patrones de actividad diaria mostraron que hay especies diurnas y nocturnas. Se registraron cuatro de las cinco especies de felinos que se encuentran en Honduras, a excepción del yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*). De las especies que se consideran de difícil observación y/o especies emblemáticas, se registró el oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*), la jagüilla (*Tayassu pecari*), el jaguar (*Panthera onca*) y el danto (*Tapirus bairdii*), que se evidenció solamente con huellas (Cuadro 1). El índice de similitud entre los dos sitios muestra que 69% de las especies se encuentra en ambos sitios.

Las dimensiones de tamaños de los bosques riparios determinan el uso que estos mamíferos hacen de dichos corredores, tal como se observa en el crique de Kahkatara, cuyas dimensiones son de 6 km de longitud y de 250 a 300 m de ancho. En este sitio se obtuvo una riqueza de 11 especies y de 72 eventos en los que se registraron tres de los cinco felinos (*Puma concolor*, *Leopardus pardalis*, *L. wie-*

Cuadro 1. Registros de mamíferos en dos sitios de la Sabana de Pino.

No.	Nombre común	Especie	Familia	AR/ 1620 Noches TC, bosque ripario crique de Kaskatara.	AR/1620 Noches TC bosque ripario del Río Rus.	Noches ripario	Total AR/ 3240 noches TC en ambos sitios.
1	Tepezcuintle	<i>Cuniculus paca</i>	Cuniculidae	38	71		109
2	Guatuza	<i>Dasyprocta punctata</i>	Dasyproctidae	2	306		308
3	Cusuco	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Dasypodidae	21	83		104
4	Pizote	<i>Nasua narica</i>	Procyonidae	3	27		30
5	Tacuazín	<i>Didelphis</i> sp.	Didelphidae	0	2		2
6	Quequeo	<i>Tayassu tajacu</i>	Tayassuidae	2	15		17
7	Puma	<i>Puma concolor</i>	Felidae	1	1		2
8	Oso hormiguero gigante/ oso caballo	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Myrmecophagidae	0	2		2
9	Venado tilopo	<i>Mazama temama</i>	Cervidae	0	4		4
10	Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	Cervidae	1	3		4
11	Jagüilla	<i>Tayassu pecari</i>	Tayassuidae	0	3		3
12	Oso hormiguero	<i>Tamandua mexicana</i>	Myrmecophagidae	0	1		1
13	Cadejo	<i>Eira barbara</i>	Musteliade	1	1		2
14	Ocelote	<i>Leopardus pardalis</i>	Felidae	1	3		4
15	Jaguar	<i>Panthera onca</i>	Felidade	0	1		1
16	Caucel	<i>Leopardus wiedii</i>	Felidade	1	0		1
17	Ardilla	<i>Sciurus</i> sp.	Sciuridae	1	0		1
Total				72	523		595

dii), al igual que venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), y quequeos (*T. tajacu*), considerados como mamíferos de tamaño grande. Asimismo, el bosque ripario del río Rus Rus, cuya dimensión es de 24 km de longitud y 2 km de ancho, mostró una riqueza de 15 especies y 523 eventos. Entre las especies registradas se puede mencionar al jaguar (*P. onca*; Figura 5), el puma (*P. concolor*), el ocelote (*L. pardalis*), el danto (*T. bairdii*), el oso hormiguero gigante (*M. tridactyla*) y la jagüilla (*T. pecari*). Según Portillo-Reyes (2014a) y Portillo y Elvir (2016) estas dos últimas especies se registran, dentro de Honduras, únicamente en la Moskitia.



Figura 5. Imagen obtenida de las cámaras trampa en el bosque ripario del río Rus Rus, en Mabita, Honduras. Foto: Proyecto Moskitia/PNUD.

Los patrones de actividad de las diferentes especies en el estudio muestran la dinámica ecológica que existe entre presas y predadores. Asimismo, se evidenció que mantienen un patrón de actividad diurna y nocturna, además simpatría entre las especies de felinos (Portillo-Reyes y Hernández, 2011); la capacidad de convivencia probablemente se deba a la disponibilidad de presas y a la oportunidad de captura de las mismas (Figura 6).

DISCUSIÓN

La Sabana de Pino en la Moskitia hondureña ha sido poco estudiada. Sin embargo, representa una bioregión única, con orígenes geológicos que han determinado su formación boscosa y geográfica (Parson, 1955). La combinación de estos factores biofísicos ha hecho que sus ecosistemas, relieve y

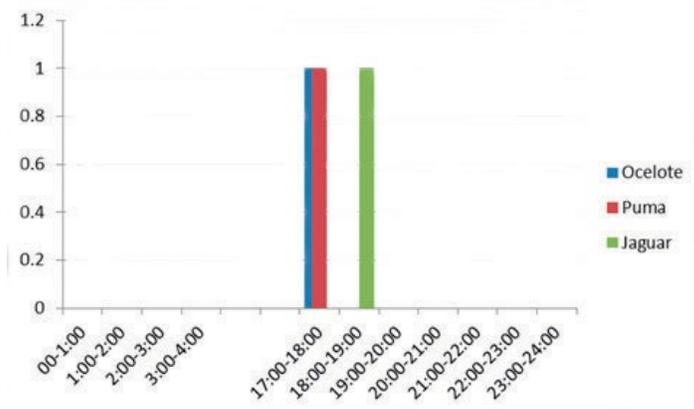


Figura 6. Patrones de actividad de jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en el bosque ripario de Rus Rus.

biodiversidad sean peculiares, ya que forman humedales con más de 7,500 ha, a más de 100 km de distancia de las costas del mar Caribe, suelos aluviales entre las Sabanas de Pino (Parson, 1955), dieron paso a los bosques riparios y crearon cursos de agua llamados criques que generan una inmensa red hídrica de aproximadamente 4,771 km lineales. Estas redes podrían estar enlazando caminos naturales, especialmente para mamíferos medianos y grandes.

La presencia de los mamíferos en los bosques riparios muestra la importancia que estos ecotonos tienen para el mantenimiento y desplazamiento de estas especies. Más aún, los bosques riparios proveen de servicios ecosistémicos y permiten el abastecimiento de especies silvestres, como el tepezcuinte (*C. paca*), el venado cola blanca (*O. virginianus*), el armadillo (*D. novemcinctus*) y guatusas (*D. punctata*), a las comunidades Miskitas aledañas que complementan su dieta proteica, al menos tres veces por semana (Tomas Manzanares com. pers.). Aunque las diferencias entre ambos bosques riparios tanto en longitud como en ancho son considerables, la similitud de mamíferos es de 69% en ambos sitios. Al comparar los datos en el análisis del índice de Shannon-H, se muestran valores similares en la riqueza de especies (1.31 Kahkatará y 1.33 Rus Rus); sin embargo, al comparar sus varianzas, estas difieren de manera significativa (0.0204 para Kahkatará y 0.0027 para Rus Rus, con un valor *p* de 0.98).

Finalmente, es necesario establecer estrategias de conservación para las Sabanas de Pino y sus bosques riparios con la finalidad de mantener su viabilidad para el beneficio de las especies residen-

tes y transitorias, así como para las comunidades Miskitas que se benefician de estos servicios ecosistémicos.

CONCLUSIONES

Los bosques riparios en la Sabana de Pino, en la Moskitia hondureña, son de suma importancia como hábitat para al menos 15 especies asociadas a los bosques continuos de hoja ancha esto da como resultado el intercambio y flujo genético de sus poblaciones silvestres. Por su tamaño en longitud y ancho, el bosque ripario de Rus Rus cumple con esta función, lo que favorece la presencia de mayor diversidad, con una riqueza de 15 especies, entre las que se encuentran el jaguar (*P. onca*), el puma (*P. concolor*), el danto (*T. bairdii*), el oso hormiguero gigante (*M. tridactyla*) y la jagüilla (*T. pecari*) con un número considerable de eventos. El índice de similitud de especies fue de 69%, lo que demuestra que existen 9 especies que se encuentran en ambos sitios; aun cuando las condiciones en tamaño son considerablemente diferentes. El índice de Shannon-H muestra que ambos sitios contienen valores parecidos, sin embargo, al comparar sus varianzas y el valor de p , se observa que hay diferencias significativas en cuanto a los eventos registrados entre ambos sitios. Los patrones de actividad de las especies registradas muestran una dinámica de poblaciones con actividades tanto diurnas como nocturnas, propias de poblaciones simpátricas de especies presas y predatoras.

La composición en las estructuras poblacionales de estos ecosistemas es poco conocida y este tipo de estudios contribuyen con el desarrollo de estrategias de conservación para estos ecosistemas y, por lo tanto, a que sitios como los bosques riparios de las Sabanas de Pino en la Moskitia hondureña permitan el mantenimiento, establecimiento y tránsito de diversas y grupos taxonómicos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al proyecto Moskitia/PNUD, por el financiamiento de este trabajo. A la comunidad de Mabita que participó también en la instalación del equipo de monitoreo y su cuidado. A José Luis Andrade, por el acompañamiento y seguimiento del monitoreo durante su desarrollo. A Tomas Manzañares por su apoyo en las investigaciones realizadas en la Moskitia hondureña. Finalmente agrade-

cemos a los editores de la revista, por su apoyo en la revisión y correcciones del artículo.

LITERATURA CITADA

- Castañeda, F.E. 2002. *Anfibios y reptiles del área protegida propuesta Rus-Rus, La Moskitia*. Located at: Tegucigalpa, Honduras: Report Submitted to Corporación Hondureña Desarrollo Forestal (AFE COHDEFOR).
- DAPVS. (Departamento de Áreas Protegidas y Vida Silvestre). 2005. *Actualización del Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Honduras* (SINAPH), 2006-2015. Proyecto Biodiversidad y Áreas Protegidas (PROBAP). Tegucigalpa Honduras.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper y P.D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4:9.
- Harper, D.A.T. (ed.). 1999. *Numerical palaeobiology*. John Wiley & Sons.
- Holdridge, L. 1971. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. IICA.
- Howell, T. 1971. Un estudio ecológico de las aves de las Sabanas de Pino, de tierras bajas y bosque lluvioso adyacente en el noreste de Nicaragua. *The Living Bird Tenth annual*, 185-242.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology*, 29:151-154.
- Karanth, K.U. 1996. Estimating tiger (*Panthera tigris*) populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation*, 71:333-338.
- Karanth, K.U. y J.D. Nichols. 2000. *Ecological status and conservation of tigers in India*. Final technical report to the Division of International Conservation, US Fish and Wildlife Service, Washington, DC and Wildlife Conservation Society, New York. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Maffei, L., E. Cuellar y A. Noss. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el

- ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 11:55-65.
- Magurran, A. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press.
- Matamoros, W.A., J.F. Schaefer y B.R. Kreiser. 2009. Annotated checklist of the freshwater fishes of continental and insular Honduras. *Zootaxa*, 2307:1-38.
- McCraine, J.R., F.E. Castañeda y K.E. Nicholson. 2002. Preliminary results of herpetofaunal survey work in the Rus Rus region, Honduras: a proposed biological reserve. *Herpetological Bulletin*, 81:22-29.
- Mejía, T. y P. House. 2001. *Mapa de ecosistemas vegetales de Honduras*. Manual de Consultas AFE/COHDEFOR. Proyecto PAAR. Tegucigalpa.
- Myers, R., J. O'Brien y S. Morrison. 2006. *Descripción general del manejo del fuego en las Sabanas de Pino Caribe (Pinus caribaea) de la Mosquitia, Honduras*. GFI Informe técnico. The Nature Conservancy, Arlington, VA.
- Parsons, J.J. 1955. The Miskito pine savanna of Nicaragua and Honduras. *Annals of the Association of American Geographers*, 45:36-63.
- Platt, W.J. 1999. Southeast pine savannas. Pp: 23-51, en: *Savanna, Barrens, and Rock Outcrop Plant Communities of North America*. (Anderson, R.C., J.S. Fralish y J.M. Baskin, eds.). Cambridge University Press, UK.
- Poole, R.W. 1974. *An introduction to quantitative ecology*. McGraw-Hill, New York.
- Portillo, H.O. y F. Elvir. 2016. Distribución potencial de la jagüilla (*Tayassu pecari*) en Honduras. *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época*, 1:15-23.
- Portillo-Reyes, H. y J. Hernández. 2011. Densidad del jaguar (*Panthera onca*) en Honduras: primer estudio con trampas-cámara en La Mosquitia hondureña. *Revista Latinoamericana de Conservación*, 2:45-50.
- Portillo-Reyes, H.O. 2014a. La Moskitia hondureña, el límite más al norte de la distribución potencial del oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga trydactyla*). *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época*, 2:33-44.
- Portillo-Reyes, H.O. 2014b. Valoración preliminar del ecotono latifoliado de Karasanka, Sabana de Pino en Mabita, Moskitia hondureña. Pp. 13-17, en: *XVIII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación*. Octubre 2014, Copán Ruinas, Honduras.
- Robbins, L.E. y R.L. Myers. 1992. *Seasonal effects of prescribed burning in Florida: a review*. Tall Timbers Research Station Miscellaneous Publication No. 8.
- Silver, S.C., L.E. Ostro, L.K. Marsh., L. Maffei., A.J. Noss., M.J. Kelly., R.B. Wallace., H. Gómez. y G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 39:148-154.
- Weckel, M., W. Guiliano y S. Silver. 2006. Jaguar (*Panthera onca*) feeding ecology: distribution of predator and prey through time and space. *Journal of Zoology*, 270:25-30.



SUGERENCIAS PARA ORGANIZAR, ADMINISTRAR Y EXPORTAR DATOS DE FOTO-TRAMPEO CON EL PROGRAMA *WILD.ID*

SALVADOR MANDUJANO¹ Y ODALIS MORTEO-MONTIEL²

¹ Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A.C., Km 2.5 Carretera Antigua Coatepec 351, El Haya, Xalapa 91070, Ver. México.

² Instituto de Ecología A.C., Km 2.5 Carretera Antigua Coatepec 351, El Haya, Xalapa 91070, Ver. México.

RESUMEN

El foto-trampeo es una técnica de monitoreo de fauna que permite, de forma relativamente sencilla, la obtención de cientos de miles de datos en formato de fotografía; no obstante, este método requiere de herramientas para organizar la información. Para este fin se han creado programas y aplicaciones disponibles en internet. En este artículo se detallan los pasos principales para usar el programa *Wild.ID*, el cual permite etiquetar y organizar fotos en un tiempo corto. Una vez instalado, el proceso consta de tres pasos: 1) crear un proyecto, 2) cargar las fotos y etiquetarlas con el nombre científico de las especies, y 3) generar archivos de salida en formato Excel y .csv, los cuales pueden ser usados para analizar diferentes aspectos (riqueza de especies, ocupación y abundancia, captura-recaptura, patrones de actividad y otros) en otros programas y en paquetes *R*. Para ejemplificar el uso del programa, en este artículo se empleó una base de datos obtenidos de un proyecto de monitoreo de fauna en la Reserva de Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. El programa *Wild.ID* puede ser descargado libremente y utilizado en los sistemas operativos más comunes.

Palabras clave: cámaras-trampa, especies, etiquetar metadatos, formatos exportables, gestión información, monitoreo.

Revisado:28-agosto-2018

Aceptado:23-octubre-2018

Publicado:15-diciembre-2018

Autor de correspondencia: Salvador Mandujano, salvador.mandujano@inecol.mx

Cita: Mandujano, S. y O. Morteo-Montiel. 2018. Sugerencias para organizar, administrar y exportar datos de foto-trampeo con el programa *Wild.ID*. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 8(2):31-39 .ISSN: 2007-4484. www.revexmasto-zoologia.unam.mx

RELEVANCIA

En este artículo se presentan los pasos a seguir para el uso del programa *Wild.ID*, el cual permite organizar y etiquetar fotografías obtenidas de las cámaras-trampa, las cuales son empleadas para el monitoreo de fauna silvestre. Además de que este programa facilita la elaboración de bases de datos fotográficos para ser empleados posteriormente en otros programas estadísticos.

ABSTRACT

The photo-trapping is a growing method for wildlife monitoring since it allows obtaining hundreds of thousands of photos in a relatively simple way. Tools are required to manage this massive data in a simple way. For this purpose different programs and applications are available in internet. This article details the use of the *Wild.ID* program, which is easy to use; allow tagging and organizing many photos in a relatively short time. Once installed, the process consists of three steps: 1) create a project, 2) upload the photos and label them with the scientific name of the species, and 3) generate files in Excel and .csv formats which can be used to analyze different aspects (species richness, occupation and abundance, capture-recapture, activity patterns and others) in other programs and in *R* packages. To exemplify the use of this program, in this article is used a set of data obtained from a wildlife monitoring project in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve. *Wild.ID* can be downloaded freely and works on the most common operating systems.

Key words: cameras-trap, exportable formats, information management, label metadata, monitoring, species.

INTRODUCCIÓN

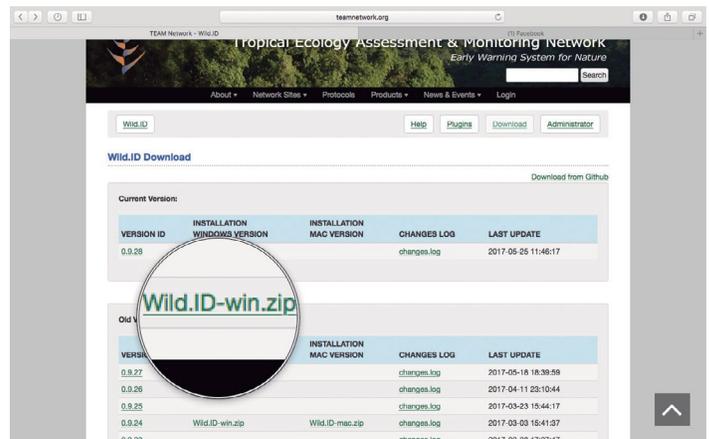
En los últimos años, el uso de cámaras-trampa se ha vuelto cada vez más popular por el mejoramiento tecnológico y la disminución de sus costos (Fleming *et al.*, 2014; O'Connell *et al.*, 2010; Rovero y Zimmermann, 2016). El foto-trampeo permite obtener miles o decenas de miles de fotografías de especies que habitan en alguna región de estudio. Sin embargo, para un análisis eficiente de los datos es necesario un manejo organizado y sistemático de las fotografías obtenidas (Mandujano, 2017). Para este fin se han desarrollado distintos programas (Fegraus, 2011; Ivan y Newkirk, 2016; Krishnappa y Turner, 2014; Niedballa *et al.*, 2016; Tobler, 2007). En particular, el programa *Wild.ID* es una aplicación desarrollada por la Red de Evaluación y Monitoreo de Ecología Tropical conocida como TEAM por sus siglas en inglés (<http://www.teamnetwork.org>).

El programa *Wild.ID* se utiliza para administrar y procesar grandes cantidades de datos provenientes de cámaras digitales y ponerlos a disposición de la comunidad TEAM y otros usuarios. Las principales características de este programa son: 1) una interfaz de navegación con múltiples niveles que permite a los usuarios administrar fácilmente cientos o miles de imágenes; 2) capacidad para extraer automáticamente información de metadatos EXIF y permite el etiquetado de las imágenes digitales; 3) permite el acceso a listas taxonómicas basadas en el estado de conservación de la IUCN para etiquetar fácilmente las imágenes con identidades de especies; y 4) tiene la capacidad de exportar datos, metadatos e imágenes en formatos estandarizados. Para detalles generales de este programa se sugiere acceder a: http://www.teamnetwork.org/files/page/Wild.ID_InformationFlyer.pdf; y para más detalles de la implementación del diseño de monitoreo se sugiere consultar los trabajos de Ahumada *et al.*, 2011; O'Brien *et al.*, 2010; Steenweg *et al.*, 2017. El objetivo del presente artículo es describir los principales pasos para organizar, gestionar y exportar datos del foto-trampeo empleando el programa *Wild.ID*. Para ejemplificar el uso de este programa se empleó una base de datos obtenidos en la Reserva de Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (<http://venadosrbtc.blogspot.com>).

INSTALACIÓN DE WILD.ID

Para obtener el programa en Windows se descarga el archivo WILD.ID-win.zip, mientras que para MacOS el archivo Wild.ID-mac.zip, se obtiene desde

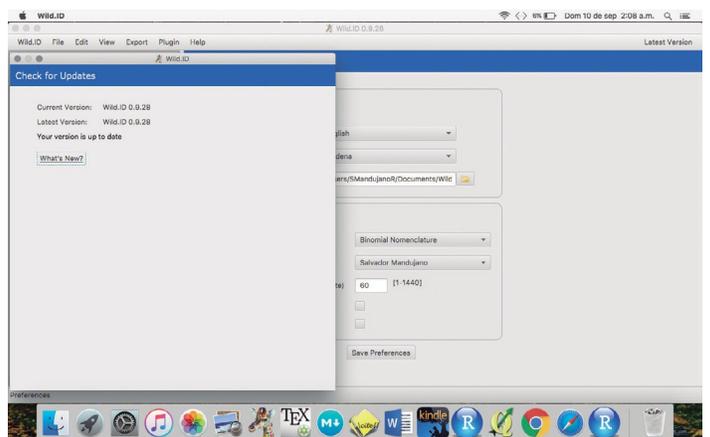
el siguiente sitio: <http://www.teamnetwork.org:8080/Wild.ID/download.jsp>:



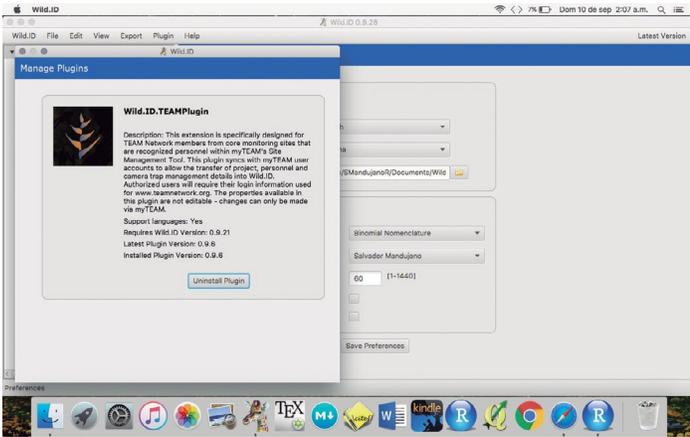
Una vez descargado el archivo .zip, se ejecuta el .exe. El usuario debe llenar inicialmente el registro y continuar con las instrucciones de los diferentes campos solicitados:



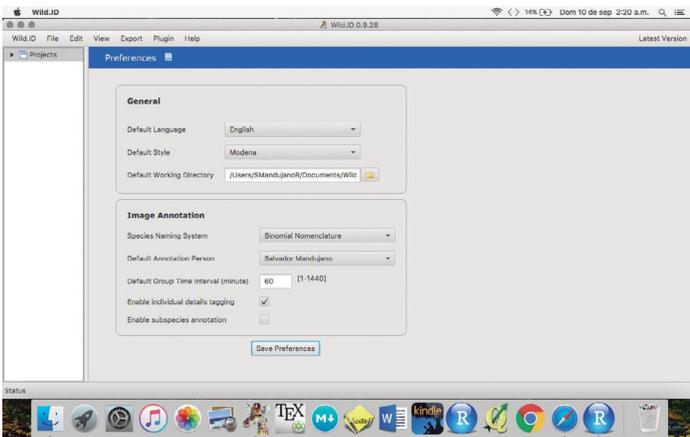
Luego se actualiza la última versión del programa desde la pestaña Help - Check for Updates:



Posteriormente se instala el Team Plugin en la pestaña Plugin - Manage Plugins:

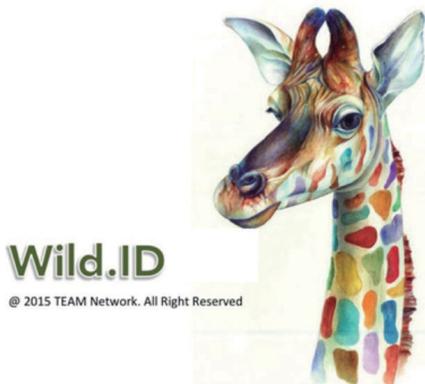


Por último, se abre la ventana de preferencias en la pestaña Wild.ID:

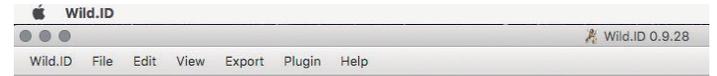


INSTRUCCIONES GENERALES PARA USAR WILD.ID

Para ejecutar el programa se presiona el ícono:



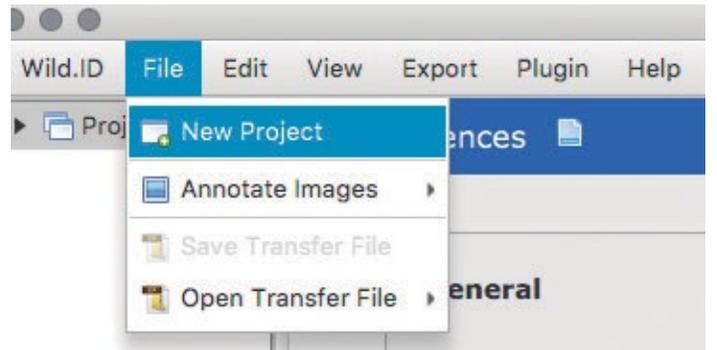
Wild.ID es un programa amigable con una interfaz sencilla:



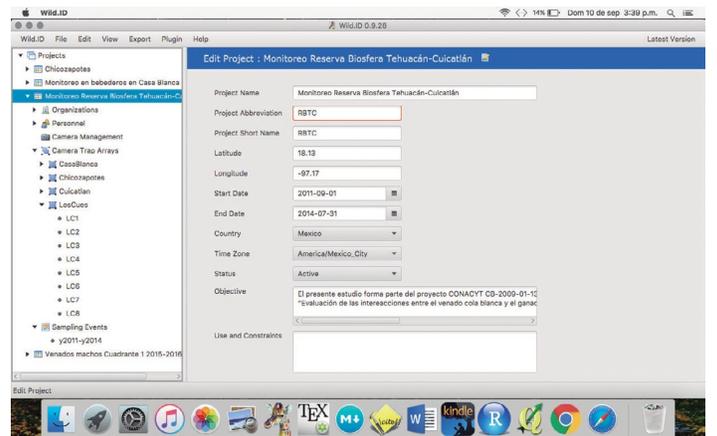
De manera general, Wild.ID consta de tres pasos: 1) crear un proyecto, 2) cargar y etiquetar las fotos, y 3) exportar como archivo .csv o Excel para posterior análisis en otros programas y paquetes R.

PRIMER PASO: CREAR UN PROYECTO

Se abre la pestaña File y se selecciona New Project:



En este mismo paso se introduce información como: 1) la institución de adscripción; 2) los nombres de los principales contribuyentes en el proyecto indicando sus actividades; 3) la marca y modelo de las cámaras empleadas; 4) el arreglo de las trampas en campo; y 5) los eventos de muestreo. Por ejemplo:



En esta imagen se muestra el proyecto nombrado *Monitoreo Reserva de Biósfera Tehuacán-Cuicatlán*, en el cual se colocaron cámaras en cuatro localidades: Casa Blanca, Chicozapotes, Cuicatlán y Los Cues. En cada localidad se usó un número diferente de cámaras-trampa. En la imagen se muestran las cámaras LC1 a LC8 de una de las localidades. El periodo de muestreo abarcó del 2011 al 2014.

Un aspecto relevante es introducir las coordenadas geográficas de cada una de las cámaras. Una opción es hacerlo directamente en la pantalla; otra más práctica es usar un archivo .csv con la información de cada cámara. Por ejemplo, las coordenadas de las cámaras LC1 a LC8 son:

	A	B	C	D
1	LC1	18.0078806	-97.040902	
2	LC2	18.0122927	-97.038549	
3	LC3	18.0164671	-97.035047	
4	LC4	18.0127339	-97.02862	
5	LC5	18.0115855	-97.033854	
6	LC6	18.0126728	-97.031501	
7	LC7	18.0067384	-97.035164	
8	LC8	18.0067101	-97.030604	

Es común que en las cámaras se guarde automáticamente las coordenadas UTM del sitio donde se colocaron. Sin embargo, *Wild.ID* lee coordenadas geográficas, por lo que en ocasiones es necesario realizar transformaciones. Para esto se puede emplear el paquete *RGDAL* en el programa *R* (R Core Team, 2017) y ejecutar el siguiente código:

```
library(rgdal)

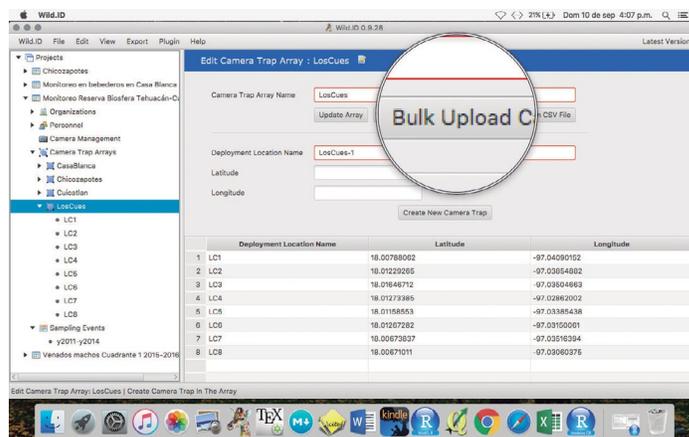
datos <- read.csv("camarasRBTC.csv", header = T)

# se prepara matriz con datos:
utmcoor <- SpatialPoints(cbind(datos$X, datos$Y),
                        proj4string=CRS("+proj=utm +zone=14"))

# se transforman:
longlatcoor <- spTransform(utmcoor, CRS("+proj=longlat"))

coordenadas <- as.data.frame(longlatcoor)
coordenadas <- data.frame(coordenadas$coords.x2,
                          coordenadas$coords.x1)
colNames(coordenadas) <- c("Latitude", "Longitude")
write.csv(coordenadas, "coordenadas_camaras.csv")
```

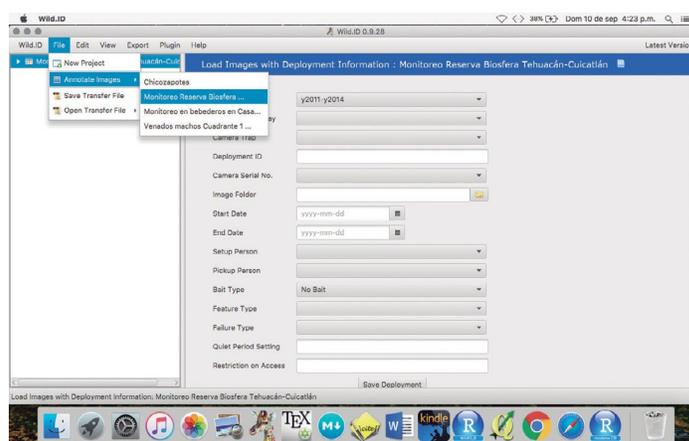
Luego se carga el archivo .csv en Bulk Upload Camera Traps from CSV File de la sección Camera Trap Arrays como se muestra con la lupa:



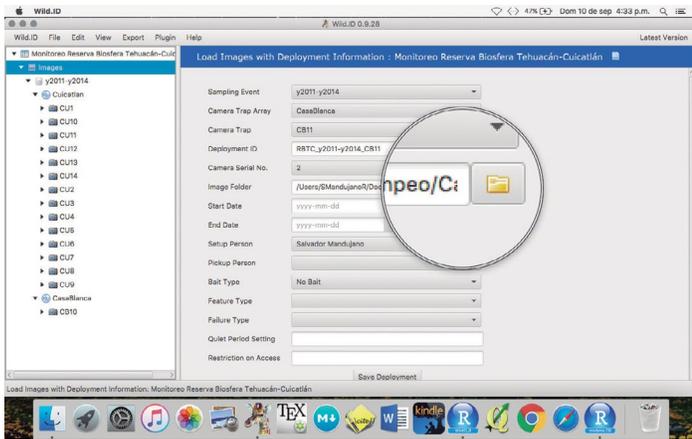
Se pueden crear tantos proyectos como el usuario lo desee. Además, se puede editar un proyecto ya creado ingresando a la pestaña de Edit/Edit project y se seleccionando alguno de los proyectos.

SEGUNDO PASO: CAPTURA Y ETIQUETADO DE FOTOS

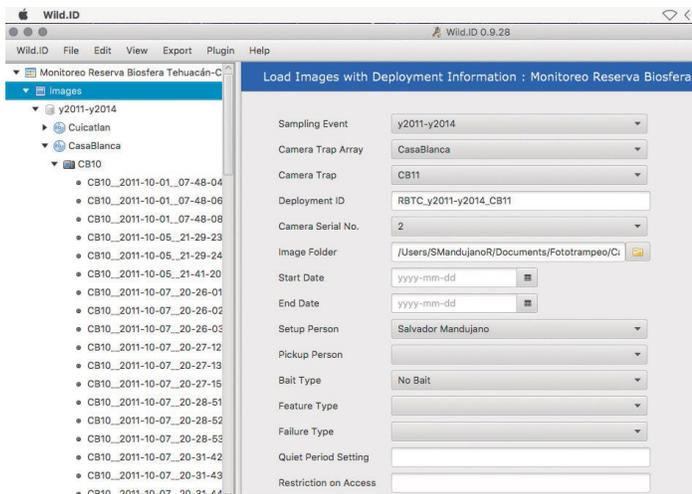
En este paso se cargan las fotografías de cada cámara y se etiquetan con el nombre científico de la especie. Se debe ingresar en la pestaña File/Annotate Images/ y seleccionando el proyecto; cada cámara se va seleccionando desde el menú desplegable:



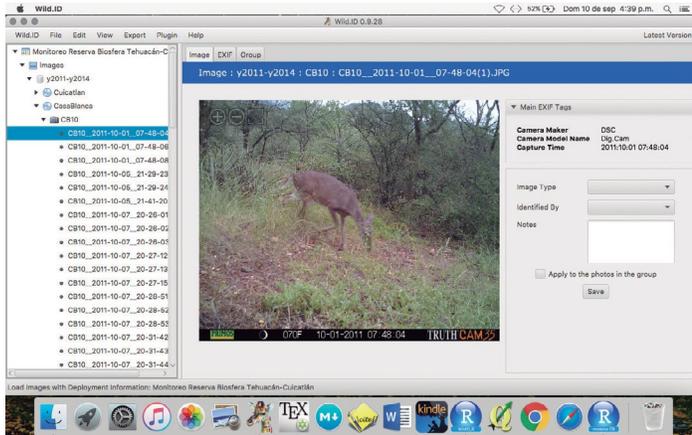
En la ventana se muestran los datos del proyecto. La ruta dentro de la carpeta se selecciona con las fotos de la siguiente manera:



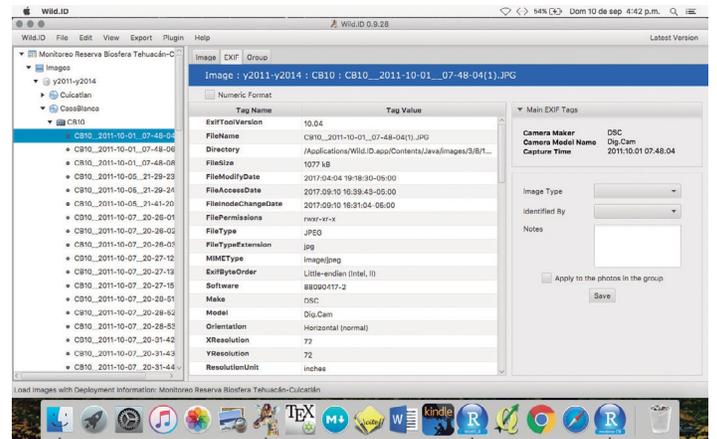
Adicionalmente, se puede incluir datos complementarios y una vez llenada la ventana se guarda la información con Save Deployment; este paso se repite en cada cámara. Una vez que se cargan las fotos de cada cámara, en la ventana izquierda aparecerán las fotos presididas por un círculo gris lo cual indica que aún no se ha etiquetado esa foto:



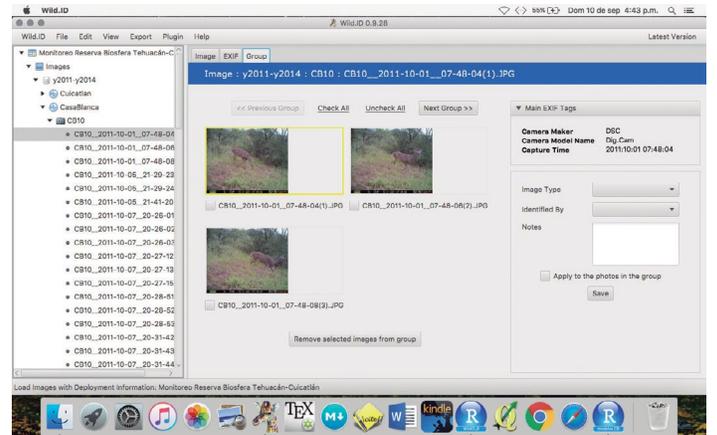
Al seleccionar la primera foto, se abre una nueva ventana:



Esta ventana contiene información de la foto seleccionada, los metadatos en la pestaña EXIF y la pestaña Group:



Luego se abre la pestaña Group donde se muestran varias fotos. El número de imágenes dependerá de la programación de cada cámara. Frecuentemente las cámaras se programan para disparar una serie de fotos a intervalos de pocos segundos. Por ejemplo, tres fotos por minuto:



Sin embargo, el número de imágenes de este grupo también dependerá del intervalo que se definió al inicio en Preferencias/. Por ejemplo, si se definió un intervalo de 60 minutos se agruparán todas las fotos obtenidas en esa cámara durante una hora. Para un proceso de etiquetado eficiente, se recomienda emplear la pestaña Group, lo cual permitirá en una misma acción etiquetar un grupo de fotos en lugar de una.

Si se encontraran varias especies en la misma secuencia de fotos, se pueden descartar usando Remove selected images from group. Para este

fin, *Wild.ID* emplea la nomenclatura aceptada por la IUCN. Para etiquetar las fotos, en la parte derecha del mismo panel aparece la ventana donde se ingresan los datos, por ejemplo de la zorra gris:

▼ Main EXIF Tags

Camera Maker DSC
 Camera Model Name Dig.Cam
 Capture Time 2012:07:12 03:52:17

Image Type **Animal**

Identified By Salvador Mandu...

Number of Species 1

Genus Urocyon

Species cinereoargenteus

Number of Animals 1

Certainty Absolutely sure

Identified By Salvador Mandu...

Notes

Apply to the photos in the group

Update

Genus Urocyon

Species

Number of Animals

Certainty

cinereoargenteus

littoralis

unknown

Asimismo, en los casos en los que se observa más de un individuo de la misma especie en la misma foto, por ejemplo una hembra de venado con su cría, es posible ingresar ese dato:

Wild.ID File Edit View Export Plugin Help

Image EXIF Group

Image: 2015_CITSC21_CITSC21_2014-05-26_09-33-01(2).JPG

Camera Maker DSC
 Camera Model Name Dig.Cam
 Capture Time 2014:05:26 09:33:01

Image Type Animal

Identified By Salvador Mandu...

Number of Species 1

Genus Urocyon

Species cinereoargenteus

Number of Animals 2

Certainty Absolutely sure

Identified By Salvador Mandu...

Notes

Apply to the photos in the group

Update



El grado de certidumbre en la asignación de la especie puede incluirse, además de observaciones adicionales:

Certainty Absolutely sure

Identified By Absolutely sure

Notes Pretty sure

Not sure

Do not know

Además, al escribir las primeras tres letras del nombre del género aparecen las opciones a seleccionar en caso de que exista más de un género con iniciales similares, lo que facilita el trabajo. Por ejemplo, si en la foto se identifica una zorra gris, entonces:

Genus Uro

Species Urochroa

Number of Animals Urocolius

Certainty Urocynchramus

Identified By Uroderma

Notes Urogale

Uroglaux

Urolais

Urolestes

Si en una misma fotografía aparece más de una especie, se pueden etiquetar sin necesidad de duplicar la misma foto y guardar en carpetas separadas. Por ejemplo, en la siguiente foto se muestra la cola de una zorra gris y de un zorrillo manchado:



y se etiquetan como:

Main EXIF Tags

Camera Maker: DSC
 Camera Model Name: Dig. Cam
 Capture Time: 2015:08:25 20:50:30

Image Type: **Animal**

Identified By: **Iván Mandujano**

Number of Species: **2**

Genus: **Spilogale**

Species: **angustifrons**

Number of Animals: **1**

Certainty: **Pretty sure**

Identified By: **Iván Mandujano**

Genus (2): **Urocyon**

Species (2): **cinereoargenteus**

Number of Animals (2): **1**

Certainty (2): **Pretty sure**

Identified By (2): **Iván Mandujano**

Notes:

Apply to the photos in the group

Update

Cuando la foto queda etiquetada, el círculo gris cambia a color verde.

TERCER PASO: CREAR INFORME EN FORMATOS EXCEL Y/O .CSV

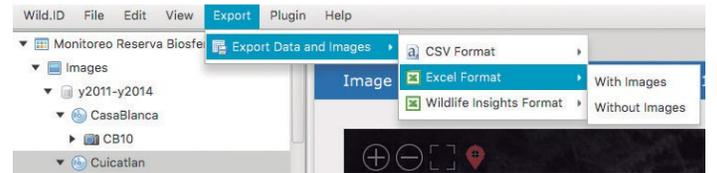
En todo momento del proceso se puede observar un resumen de la información entrando a View:



Luego se visualizan los metadatos, por ejemplo de la cámara CU1:

ID	Project Name	Camera Trap Name	Latitude	Longitude	Smallest Event	Photo Size	Photo Date	Photo Name	Size	Order
2436	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2437	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2438	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2439	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2440	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2441	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2442	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2443	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2444	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2445	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2446	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2447	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2448	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2449	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2450	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2451	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2452	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2453	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2454	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2455	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2456	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2457	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2458	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2459	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2460	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2461	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2462	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2463	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2464	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2465	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2466	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2467	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:16(2).JPG	MAMMALIA	CANIVORA
2468	Monitoreo Reserva Biologica Tehuacan-Cuicatlan	CU1	19.842203	-98.994832	y2011-y2014	Animal	2015-07-18	20150718_22:05:11(1).JPG	MAMMALIA	CANIVORA

Una vez capturada la información de todas las cámaras, Wild.ID genera una tabla de salida en formatos .csv y .xls:



En Excel u otros programas se pueden leer los metadatos de todas las fotos. Frecuentemente este archivo puede contener cientos o miles de renglones con los datos específicos de las especies capturadas en cada foto como día, hora, sitio, nombre científico y otros datos:

Este archivo sirve para realizar diferentes análisis en programas Windows (*PRESENCE, MARK, DENSITY*) y paquetes *R* (*unmarked, overlap*, y otros).

Camera	Trap	Latitude	Longitude	Project	Name	Sampling	Date	Photo	Time	Class	Order	Family	Genus	Species	Number of A Camera	Start	Camera	End	Date
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	26/02/14	2:47:24	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	26/02/14	2:47:26	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	26/02/14	2:47:27	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	18/03/14	4:25:46	MAMMALIA	CARNIVORA	FELIDAE	Lynx	rufus	1	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	18/03/14	4:25:48	MAMMALIA	CARNIVORA	FELIDAE	Lynx	rufus	1	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	18/03/14	4:25:49	MAMMALIA	CARNIVORA	FELIDAE	Lynx	rufus	1	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	21:57:25	MAMMALIA	CETARTIODA	TAYASSUIDA	Pecari	tajacu	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	21:57:26	MAMMALIA	CETARTIODA	TAYASSUIDA	Pecari	tajacu	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	21:57:27	MAMMALIA	CETARTIODA	TAYASSUIDA	Pecari	tajacu	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	21:59:18	MAMMALIA	CETARTIODA	TAYASSUIDA	Pecari	tajacu	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	21:59:19	MAMMALIA	CETARTIODA	TAYASSUIDA	Pecari	tajacu	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	7:35:31	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	7:35:32	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	7:36:27	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	7:36:28	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	7:36:29	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	7:38:18	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	7:38:19	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	7:38:42	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	09/04/14	7:38:43	MAMMALIA	CARNIVORA	CANIDAE	Canis	lupus.familia	2	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	19/05/14	9:56:18	MAMMALIA	CETARTIODA	TAYASSUIDA	Pecari	tajacu	6	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	19/05/14	9:56:19	MAMMALIA	CETARTIODA	TAYASSUIDA	Pecari	tajacu	6	02/01/14	09/06/16					
CB43	18.147251	-97.181856	bebederos	2014-2016	19/05/14	9:56:20	MAMMALIA	CETARTIODA	TAYASSUIDA	Pecari	tajacu	6	02/01/14	09/06/16					

DISCUSIÓN

Wild.ID es un programa sencillo de emplear y de mucha utilidad para organizar y etiquetar miles de fotos obtenidas con las cámaras-trampa. El programa es amigable en su uso pues es intuitivo, con un menú con pocas funciones y se pueden etiquetar miles de fotos en relativamente poco tiempo. Además de permitir la actualización de los datos del proyecto e información de cámaras y fotos. Aunque es posible dividir un proyecto con *Wild.ID* y trabajar en diferentes computadoras de manera independiente y posteriormente guardar, cargar e integrar toda la información en un solo proyecto, en la práctica hay dificultades técnicas al emplear diferentes sistemas operativos. Por lo tanto, se sugiere completar todo el proyecto en una sola computadora.

Wild.ID no es el único programa disponible y en ese sentido es importante consultar las guías disponibles; la mayoría en la red. Algunos de estos programas son: *camera base* (Tobler, 2007), *eMammal* (<http://emmamal.si.edu>), *Aardwolf* (Krishnappa y Turner, 2014), *cpw photo warehouse* (Ivan y Newkirk, 2016), *camtrapR* (Niedballa et al., 2016). López-Tello y Mandujano (2017) comentan detalles adicionales de este último programa. En particular, se sugiere consultar la Tabla 11.5 del libro de Wearn y Glover-Kapfer (2017) donde se presenta una comparación de los diferentes programas para organizar y analizar fotos. Además, el libro de Rovero y Zimmermann (2016) contiene ejemplos ilustrativos para preparar los datos organizados desde *Wild.ID* y su procesamiento con diferentes objetivos empleando el programa *R*.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del proyecto CONACYT No. CB-2015-01-256549. Agradecemos a Eva López-Tello y Luz A. Pérez-Solano los comentarios y sugerencias a la versión inicial de este trabajo. También agradecemos a la Red de Biología y Conservación de Vertebrados del Instituto de Ecología A.C. por el apoyo y soporte logístico.

LITERATURA CITADA

Ahumada, J.A., C.E. Silva, K. Gajapersad, C. Hallam, J. Hurtado, E. Martin y D. Sheil. 2011. Community structure and diversity of tropical forest mammals: data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366:2703-2711.

Fegraus, E.H., K. Lin, J.A. Ahumada, C. Baru, S. Chandra y C. Youn. 2011. Data acquisition and management software for camera trap data: A case study from the TEAM Network. *Ecological Informatics*, 6:345-353.

Fleming, P., P. Meek, G. Ballard, P. Banks, A. Claridge, J. Sanderson y D. Swann. 2014. *Camera Trapping: Wildlife Management and Research*. Csiro Publishing.

Ivan, J.S. y E.S. Newkirk. 2016. CPW Photo Warehouse: a custom database to facilitate archiving, identifying, summarizing and managing photo data collected from camera traps. *Methods in Ecology and Evolution*, 7:499-504.

Krishnappa, Y.S. y W.C. Turner. 2014. Software for minimalistic data management in large camera trap studies. *Ecological informatics*, 24:11-16.

López-Tello, E. y S. Mandujano. 2017. Paquete camtrapR para gestionar datos de datos de foto-trampeo: aplicación en la reserva de biosfera Tehuacán-Cuicatlán. *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época*, 7:13-37.

Mandujano, S. 2017. Monitoreo de la biodiversidad de mamíferos en áreas naturales protegidas empleando cámaras-trampa: sugerencias de herramientas para la gestión y el análisis numérico de las fotos. *Paraquaria Natural*, 5:22-31.

- Niedballa, J., R. Sollmann, A. Courtiol y A. Wilting. 2016. *camtrapR*: and R package for efficient camera trap data management. *Methods in Ecology and Evolution*, 7:1457-1462.
- O'Brien, T.G., J.E.M. Baillie, L. Krueger y M. Cuke. 2010. The Wildlife Picture Index: monitoring top trophic levels. *Animal Conservation*, 13:335-343.
- O'Connell, A.F., J.D. Nichols y K.U. Karanth. 2010. *Camera traps in animal ecology: Methods and analyses*. Springer Science and Business Media.
- R Core Team. 2017. *R: A language and environment for statistical computing*. Versión 3.4.3, Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Rovero, F. y F. Zimmermann. 2016. *Camera Trapping for Wildlife Research*. Pelagic Publishing Ltd.
- Steenweg, R., M. Hebblewhite, R. Kays, J. Ahumada, J.T. Fisher, C. Burton, S.E. Townsend, C. Carbone, J.M. Rowcliffe y J. Whittington. 2017. Scaling-up camera traps: monitoring the planet's biodiversity with networks of remote sensors. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15:26-34.
- Tobler, M. 2007. *Camera base*. Version 1.3. Botanical Research Institute of Texas.
- Wearn, O.R. y P. Glover-Kapfer. 2017. Camera-trapping for conservation: a guide to best practices. WWF Conservation Technology Series. UK. <https://www.wwf.org.uk/conservationtechnology/documents/CameraTraps-WWF-guidelines.pdf>



BEHAVIORAL RESPONSE OF THE MARA (*Dolichotis patagonum*) TO FOOD DENSITY IN ARGENTINA

AILIN GATICA¹ Y ANTONIO M. MANGIONE^{1 y 2}

¹ Instituto Multidisciplinario de Investigaciones Biológicas (IMIBIO), Universidad Nacional de San Luis, Argentina.

² Departamento de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Laboratorio de Ecología Nutricional, San Luis, Argentina.

ABSTRACT

Optimal foraging models predict animals will consume more food from patches of higher initial densities. They also predict that when food is scarce in the environment, animals will have greater foraging efforts in the patch and hence shorter vigilance times. As an anti-predator behavior an increase in group size is correlated with a reduction of individual vigilance time. We evaluated *Dolichotis patagonum*'s (mara) behaviors: feeding, vigilance, walking, and others (sniffing, grooming, resting) in relation to different food densities (100 g, 70 g and 40 g of alfalfa pellet, mixed with 5 kg of sifted soil, offered in wooden box) in a field experiment by using camera traps. As a novelty, maras showed nocturnal activity. They also showed an increase in vigilance time when they were in pairs compared to when they were alone, by alternating feeding and vigilance behaviors. When food density changed, no variation in vigilance was observed and food intake only changed between 100 g and the other two food densities offered. We propose that: first, maras are cathemeral animals. Second, mara's knowledge about patches is critical to assess patch quality; and that alternating feeding and vigilance when in pairs, could be an efficient anti-predator strategy in environments with high predator pressure.

Key words: activity pattern, camera traps, *Dolichotis patagonum*, food consumption, San Luis, vigilance.

Revisado:30-septiembre-2018

Aceptado:10-octubre-2018

Publicado:15-diciembre-2018

Autor de correspondencia: Ailin Gatica, ailin_gatica@yahoo.com.ar

Cita: Gatica, A. y A.M. Mangione. 2018. Behavioral Response of *Dolichotis patagonum* to food density. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 8(2):40-47. ISSN: 2007-4484. www.revexmastozoologia.unam.mx

RELEVANCIA

En este trabajo se presentan los patrones de actividad de las maras (*Dolichotis patagonum*) en Argentina. Emplean el método de foto-trampeo para conocer sus diferentes actividades de comportamiento. El empleo de las cámaras-trampa permite conocer el comportamiento y uso del hábitat que tienen las especies en vida silvestre.

RESUMEN

De acuerdo con los modelos de forrajeo óptimo, los animales consumirán más alimentos en los parches con mayor densidad inicial. Además, predicen que cuando el alimento sea escaso, los animales tendrán mayores esfuerzos de forrajeo en cada parche y por tanto menores tiempos de vigilancia. La vigilancia individual también disminuirá al aumentar el tamaño de grupo. En este experimento de campo evaluamos, a través de cámaras trampa, el comportamiento de: alimentación, vigilancia, desplazamiento y otros (ej.: olfatear, acicalarse, descansar) de *Dolichotis patagonum* (mara) en relación a diferentes densidades de alimento (100 g, 70 g y 40 g de pellets de alfalfa mezclado con arena cernida dentro de cajones de madera). Como dato novedoso se observó actividad nocturna. También se observó un aumento en la vigilancia cuando estaban en pareja que al estar solas, dado que alternaban la vigilancia y la alimentación. Entre las densidades de alimento no se observó variación en la vigilancia y la ingesta de alimento cambió solo entre 100 g y las otras dos densidades ofrecidas. Por lo cual proponemos que, primero, la mara es un animal catemeral. Segundo, el conocimiento que las maras tienen de los parches es crítico para evaluar su calidad. Finalmente, la alternancia de comportamientos en

la pareja podría ser una estrategia anti-predatoria en ambientes con altas presión de depredación.

Palabras clave: cámaras trampas, consumo de alimento, *Dolichotis patagonum*, patrón de actividad, San Luis, vigilancia.

INTRODUCTION

Animals face a trade-off between anti-predator vigilance, feeding and other activities in order to obtain energy and maintain their level of vigilance (Sirot and Pays, 2011). Vigilance is generally defined as the time spent with the head up during foraging periods. Although the periods with the head up allow for additional functions like looking for co-specifics and handling food, in all anti-predator vigilance models it is assumed that during periods when animals have their heads up they can detect predators more quickly than when they have their head down looking for food or feeding (Whittingham *et al.*, 2004).

The increased vigilance and protection against predators have been suggested as one of the main evolutionary advantages of group foraging (Clark and Mangel, 1986). When animals are alone, they tend to be more vigilant than when they are with co-specifics, since there are more eyes available for vigilance ("many eyes effect"; Lima, 1995), therefore individual vigilance is lower (Periquet *et al.*, 2011; Vásquez, 1997).

One of the predictions of optimal foraging models is that when food is scarce in the environment, the animal will have greater foraging efforts in the patch, and hence the time allocated to vigilance has to be shorter (Brown, 1992; Brown, 1999; Olsson *et al.*, 2002). The model also predicts that the animal is going to consume more food from patches of higher initial densities compared to the patches of lower initial density (Valone and Brown, 1989).

In order to tests some predictions of optimal foraging theory we used maras (*Dolichotis patagonum*) as a biological model. The maras is a big sized endemic rodent inhabiting central and southern Argentina. Previous studies in Peninsula Valdes in the argentinian Patagonia, have shown that feeding behavior takes 46% of mara's time (Taber, 1987). Regarding their temporal activity, it has been categorized as a diurnal animal (Mares and Ojeda,

1982), with peaks of activity in the morning and in the evening, avoiding periods of higher temperature, except during winter, when maras have a unimodal pattern (Kufner, 1995).

Here, we first describe the daily activity pattern of maras. Second, we hypothesized that individual vigilance depends on group size. As a prediction we propose that individual vigilance will decrease with the presence of co-specifics. Third, food intake is positively correlated with the initial density of food in the patch. Finally, the quality of the patch is positively correlated with the vigilance time. It is expected that an increase in the quality of the patch will increase the vigilance time.

MATERIALS AND METHODS

BIOLOGICAL MODEL AND STUDY AREA

The mara is an endemic rodent from Argentina. It is a monogamous mammal and exhibits communal breeding (Taber and Macdonald, 1992a). It uses open habitats, and many authors have hypostatized that predator detection in this species is visual (Baldi, 2007; Kufner and Chambouleyron, 1991; Taber and Macdonald, 1992b).

The study was carried out at the National Park Sierra de las Quijadas (32°47' S, 67°10' O), located 116 km from the city of San Luis, Argentina (Research authorization DRC 262). In the park the average annual rainfall is 350 mm, the habitat is an ecotone between the Monte (xerophytic, resinous and thorny shrubs) and the Chaco (hardwood forests; Cabrera, 1976). The maximum monthly mean temperature is 31 °C and corresponds to the month of January and the minimum is 3.1 °C for the month of July (APN, 2017). The average maximum temperature during the experiment was 25.6 °C (SE: 0.95) and the minimum of 9.3 °C (SE: 0.82), data taken from the weather station of the park. The biomass availability at the Park is 434± 180 kg ha⁻¹ of cressote bush, 22.1 ± 20 kg ha⁻¹ of cacti and 9.47 ± 6.6 kg ha⁻¹ of dry mass for grasses. The diet of maras in the Park is composed of 70% grasses (Sombra and Mangione, 2005).

EXPERIMENTAL DESIGN

The study was conducted during the months of September-October 2013. Four grids of 25 wooden

boxes each, was set in the field separated by more than 300 m one from each other. Each box contained alfalfa pellets (Vaschetto®) mixed with sieved soil. To habituate the animals with eating from the boxes, we conducted 5 sessions of 48 h with 100 g of alfalfa pellets per box. We considered the beginning of the trial when the animals started eating from the boxes regularly (at least one visit every 48 h). We prepared three food densities by adding 100g, 70 g and 40 g to 5 kg of sieved soil inside a wooden box. Five consecutive sessions of 48 hours each were carried out at every food density: 100 g, 70 g and 40 g, in this order. Food consumption was calculated as the difference between initial amount of food in the wooden box and food leftovers at the end of each 48 hours period.

One camera trap (MOULTRIE MHF-DWG-5.0) was set on in each grid in front of one of the most used wooden boxes. When an animal moved in

front of the camera trap, the camera took three consecutive pictures and after a one-minute delay it is ready to take three new pictures. The four camera traps took 1,071 photographs of the maras, which were used to assess the pattern of their temporal activity and behavior.

We created a histogram quantifying the number of photographs in which maras appeared, in relation to the time of day at which they were taken. Four behavioral categories were established from pictures: walking (w), eating (e), vigilance (v) and other (o). The maras were considered to be eating when they had their heads inside the wooden box, and being vigilant when they were (sitting or standing) with their heads up (Figure 1). Any activity between these two, that was not clearly one of the categories mentioned above, was considered as other, so as not to overestimate any of the behaviors (Figure 1).

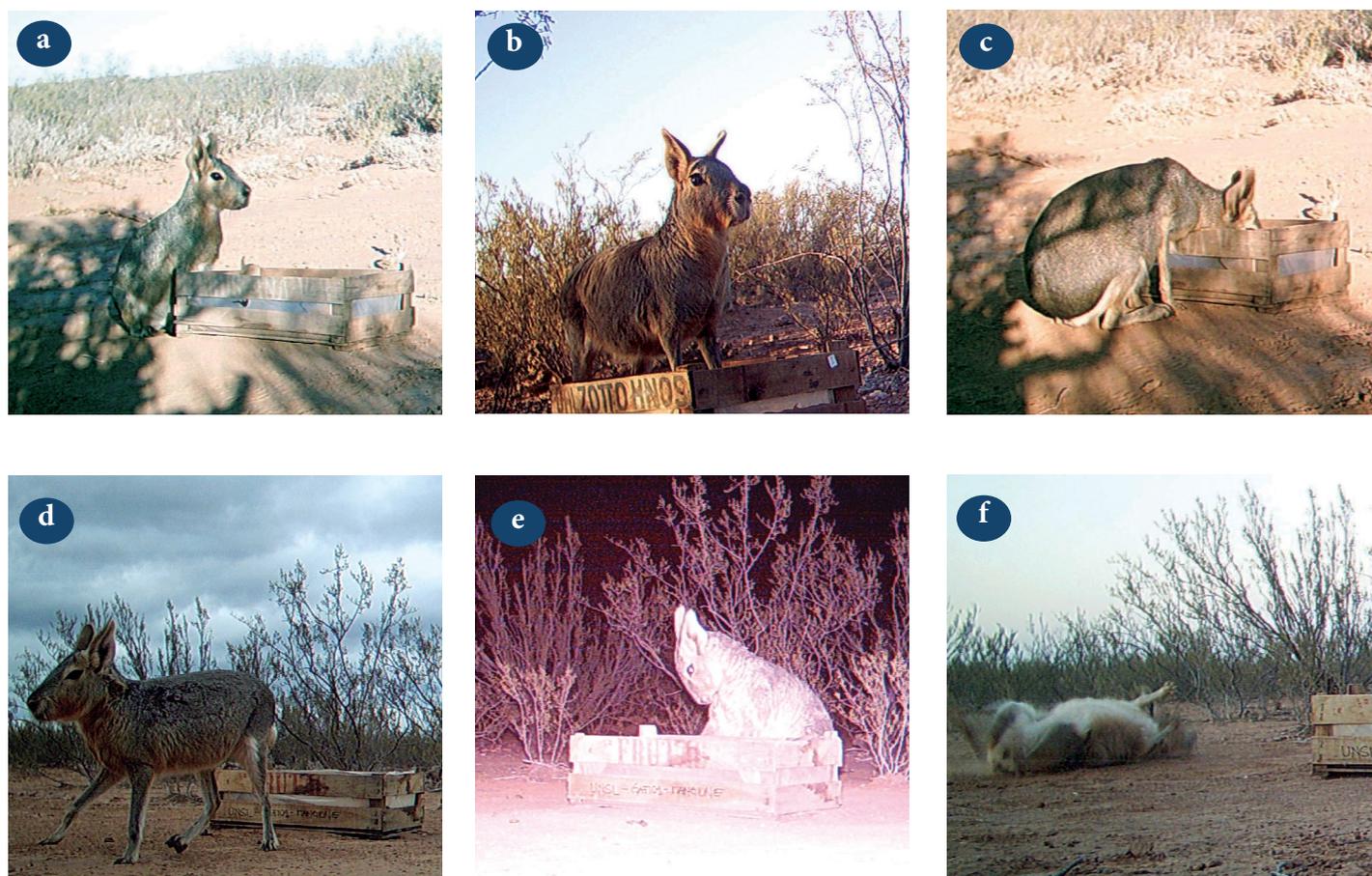


Figure 1. Different behaviors captured (a and b) vigilant, (c) eating, (d) walking, (e and f) other. Photos: Ailin Gatica.

DATA ANALYSIS

We analyzed by using Chi-square (χ^2): a.- the frequency of behaviors (e, v, w, o) during day and night, b.- these behaviors in relation to whether maras had their partner close each other or not, in this case all the activities were considered for each mara individually and summed up together, and c.- the frequency of behaviors (e, v and o + w) displayed between the three densities of food.

The Kruskal Wallis test (H) was used to assess if different densities affected the number of pictures, and it was also used to evaluate the effect of the densities of food on consumption.

Finally, the Spearman correlation (ρ) was used to evaluate the relationship between food consumption and the number of pictures at each food density. The same test was used to assess the relationship between consumption and the number of minutes recorded by the cameras at different food densities. This latter dataset was a log-transformed and a Student's t-test (t) for comparison of two slopes were performed. Significance level was set at 0.05.

RESULTS

During the trial 1,096 photographs of animals were taken: 1,071 of *D. patagonum*, 10 of *Bos taurus*, 5 of *Equus africanus asinus*, 3 of *Equus ferus caballus*, 3 of *Pecari tajacu*, 2 of *Tolypeutes matacus* and 2 of *Puma concolor*. Therefore, the maras were the largest contributor to food intake. Maras appeared alone in 960 out of 1,071 photographs, 106 pictures showed two maras. Only five photographs showed three maras, all taken at a single event, so they were removed from the analysis.

Maras were most active during early morning and late in the evening. While 62.7% of activity was registered during daylight hours, 37.2% of the photographs were obtained in hours of darkness (Figure 2). Although there was less nocturnal than diurnal activity, both night and day have the same ratio of 3/2 between eating/vigilant photographs. No significant differences were observed between the frequencies of night and day activities ($\chi^2=7.30$, $p = 0.06$, $df = 3$). Although close to significance, this seeming difference is given by the activity of 'walking' since at night the visits were shorter, therefore the frequency of entries and exists was higher than during the day (Figure 2).

A significant difference in mara's behaviors was observed between maras grouped in pairs or solitary ($\chi^2=39.37$, $p < 0.0001$, $df = 3$). Vigilance constituted the main contribution to this difference. When

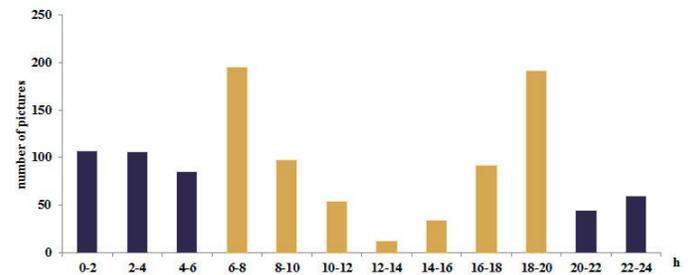


Figure 2. Daily activity pattern of *D. patagonum*.

maras were in pairs greater vigilance was observed, compared to solitary maras (Tables 1 and 2). It was observed that the most common behavior in the pair was that while one of the animals was eating the other was vigilant (Tables 1 and 2).

A positive correlation between the number of pictures taken and food consumption ($\rho < 0.0001$, $\rho =$

Table 1. Percentages of behaviors in the pictures. Solitary: activities observed in photographs with only one mara present. Paired: sum of individual behaviors when there were two maras in the picture.

	Eating	Behavior		
		Vigilant	Walks	Others
Paired	30.84%	44.86%	22.43%	1.87%
Solitary	45.62%	29.69%	15.21%	9.48%

Table 2. Number of pictures with different combinations of behavior in the couple.

	Eating	Behavior		
		Vigilant	Walks	Others
Vigilant	42.03%	7.97%	28.99%	2.90%
Eating	2.17%	-	-	-
Walks	10.14%	-	5.07%	-
Others	0.73%	-	-	-

0.86, N=60) was observed. Eating, vigilance and other behaviors were compared among food densities for pictures with only one mara. We did not detect significant differences between the three behaviors ($\chi^2=0.74$, $p = 0.94$, $df = 4$) at different food densities.

There was a decrease in the number of pictures when food density was reduced (Figure 3a). The consumption ($H=14.45$, $p = 0.0007$, $df = 2$) and the number of pictures ($H= 16.84$, $p = 0.0002$, $df = 2$) varied between food densities. Significant differences were observed between 100 g and the other two food densities, but no significant differences were observed between 70 g and 40 g.

There was a positive correlation, between food intake and time spent by maras in the box, for each densities of food offered: 100 g ($\rho= 0.87$, $p = 0.00014$, $N=20$), 70 g ($\rho = 0.82$; $p = 0.00033$, $N=20$), 40 g ($\rho= 0.74$, $p = 0.00124$, $N=20$; Figure 3b). We also found differences between some of the slopes of the regressions between food intake and time for each density. Slope for 100g density differ from 40 g food density ($t=4.05$, $p=0.00025$, $p=0.00025$ Bonferroni-adjusted) but not from 70 g ($t=0.99$, $p=0.327$, $p=0.981$ Bonferroni-adjusted). However, the slope of 70 g differs from 40 g ($t=2.79$, $p=0.0082$, $p=0.024$ Bonferroni-adjusted; Figure 3b).

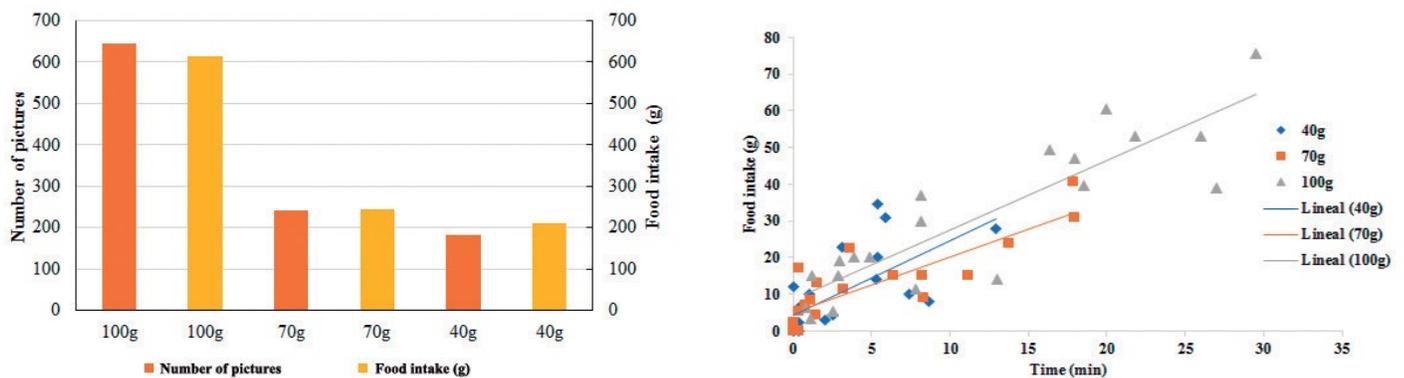


Figure 3. (a) Total sum of food consumption in grams and total number of photographs for each densities of food, (b) relationship between food consumption and number of minutes per session in the three densities of food: 40 g ($y=2.044x + 4.296$), 70 g ($y= 1.581x + 4.902$) and 100 g ($y= 1.897x + 8.463$).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Dolichotis patagonum presents a bimodal pattern of daily activity during the period that the study was conducted. Contrary to our expectations, maras show 37.2% of nocturnal activity. Maras also showed an increase in vigilance when they were with their partner compared to when they were alone. There was no variation in vigilance when exposed to changes in food density and food intake only changed between 100 g and the other two food densities.

Maras shown peaks of activity during the early morning and late afternoon, probably to avoid high temperatures. The same pattern was described by Kufner (1995) for maras in spring and summer in Nacuñan, Mendoza, Argentina. Eventhough maras has been described as diurnal animals (Kufner,

1995; Mares and Ojeda, 1982), in this study we detected they have also night time activity and foraging was the main activity in both periods. Therefore we propose that maras are cathemeral animals rather than a strictly diurnals. Cathemeralism is a behavioral strategy used by some animals to avoid high temperatures (Bennie *et al.*, 2014) and reduce water losses, which in desert environments, with low humidity and high temperatures, are particularly important (Cain III *et al.*, 2006; Christian, 1978; Cortés *et al.*, 2000). The camera trap methodology has allowed, on previous occasions, to detect nocturnal activity in animals considered strictly diurnal, as is the case of the presumably diurnal primate *Rhinopithecus brelichi* (Tan *et al.*, 2013).

Taber and Macdonald (1992b), observed that vigilance varies between 20% and 30% in bree-

ding periods when the couple was away from the burrow. We observed that when maras were alone, they spend 30% of the time being vigilant, but when they were with their couple, this percentage raised to 45%; thus, the probability of detecting predators should increase when it is close to its couple.

In this study the most frequent behavior observed in paired maras was: one feeding itself and the other vigilant. Taber and McDonald (1992b) on the contrary showed that for maras in Patagonia, both were feeding or both were vigilant. It has been suggested that vigilance increased with predation risk (Brown, 1999). We propose this could explain the difference between both habitats. There are striking differences between the diet of *Puma concolor* (puma) in the Park and in Chubut, Patagonia. While in Sierra de las Quijadas de puma's diet is composed of mainly maras (44%), in Chubut, Patagonia, maras only represent 2.2 to 3.9%, and guanacos are the most abundant item (Donadio *et al.*, 2010; Fernández and Baldi, 2014).

Regarding feeding time, solitary animals spent 45% of their time feeding (Table 1) in agreement to what was observed by Taber (1987). Food offered in wooden boxes (alfalfa pellets), is a higher quality food item (16% protein, Vaschetto®), compared to food available in the wild (7% protein, Sombra and Mangione, 2005). Even though food in the box did not seem to change substantially maras's feeding time.

It is expected that animals will consume less from the food patches of lower quality, redirecting its efforts to better quality patches (Abu Baker and Brown, 2009; Hochman and Kolter, 2006). In our experiment, animals did not have different offers simultaneously because we were looking to observe the animal perception of patch quality change over time. We observed that when we reduced the quality of the patch from 100 g to 70 g, animals did not visit the patch as often. While maras noticed the difference between 100 g to 70 g, they did not notice the differences from 70 g to 40 g, as indicated by food consumption or number of visits to the patch. It is important to point out that the animals spent 20 days feeding from patch of 100 g (the priming period and the test), but only 10 days consuming 70 g. It may be that the longer exposure time allowed them a better assessment of the change in patch quality. Probably, the knowledge about the patch was not sufficient to evaluate the difference from 70 g to 40 g. It has been observed that giving

prior information to an animal facilitates its selectivity when exploiting a patch (Kohlmann and Risenhoover, 1998; Vásquez *et al.*, 2006). Thus, maras might feed in a density-dependent manner between 100 g and 70 g, in other words food intake diminish with food density. However at 40 g patches maras were feeding at the same rate that at 70 g patches overexploiting 40 g patches. Although maras consumed faster in 40 g they did so without compromising other activities, the relationship of eating over total activity remained the same for all three food densities.

The lack of relationship between food density and vigilance has been observed in some studies. It has been hypothesized that this may be due to the fact that there are no time constraints, or the animal can be vigilant while manipulating the food (Beauchamp, 2009). Maras decreased the frequency of visits when they realize there is a decreased in patch quality, however no variation in vigilance was observed.

Furthermore, maras kept the same level of vigilance in the three different food densities, which may be due to the lack of temporal constraints, since bite size allows the animal to be vigilant while chewing. One way to assess this behavior in the future would be to reduce the bite size and evaluate if the vigilance changes in relation to food density. Regarding the variation of food intake, we hypothesized that in these species, previous information of the patches is critical to assess patch quality.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank to Argentina National Park Administration. We are especially thankful to several hard workers students of the Universidad Nacional de San Luis. A.C. Ochoa, M. L. Gomez Vinassa and N. Denkiewicz offered comments on this article. This work was supported by Science and Technology Administration of Universidad Nacional de San Luis through PROICO 22-314 to AMM and PIP 2012 0469 de CONICET (PI L. Marone).

REFERENCES

Abu Baker, M.A. and J.S. Brown. 2009. Patch area, substrate depth, and richness affect giving-up densities: a test with mourning doves and cottontail rabbits. *Oikos*, 118:1721-1731.

- Administración de Parques Nacionales (APN). 2017. *Plan de gestión del Parque Nacional Sierra de las Quijadas* [Internet]. Available at: <www.sib.gob.ar>. [Consulted on November 7th, 2018].
- Baldi, R. 2007. Breeding success of the endemic mara *Dolichotis patagonum* in relation to habitat selection: Conservation implications. *Journal of Arid Environments*, 68:9-19.
- Beauchamp, G. 2009. How does food density influence vigilance in birds and mammals? *Animal Behaviour*, 78:223-231.
- Bennie, J.J., J.P. Duffy, R. Inger and K.J. Gaston. 2014. Biogeography of time partitioning in mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111:13727-13732.
- Brown, J.S. 1992. Patch use under predation risk: I. Models and predictions. *Annales Zoologici Fennici*, 29:301-309.
- Brown, J.S. 1999. Vigilance, patch use and habitat selection: Foraging under predation risk. *Evolutionary Ecology Research*, 1:49-71.
- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas de la República Argentina. Pp. 2-85, in: *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. (Parodi, L.R., ed.). Acme S.A.C.I. Buenos Aires.
- Cain III, J.W., P.R. Krausman, S.S. Rosenstock and J.C. Turner. 2006. Mechanisms of Thermoregulation and Water Balance in Desert Ungulates. *Wildlife Society Bulletin*, 34:570-581.
- Christian, D.P. 1978. Effects of Humidity and Body Size on Evaporative Water Loss in Three Desert Rodents. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 60:425-430.
- Clark, C.W. and M. Mangel. 1986. The evolutionary advantages of group foraging. *Theoretical population biology*, 30:45-75.
- Cortés, A., M. Rosenmann and F. Bozinovic. 2000. Water economy in rodents: evaporative water loss and metabolic water production. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73:311-321.
- Donadio, E., A.J. Novaro, S.W. Buskirk, A. Wurszten, M.S. Vitali and M.J. Monteverde. 2010. Evaluating a potentially strong trophic interaction: pumas and wild camelids in protected areas of Argentina. *Journal of Zoology*, 280:33-40.
- Fernández, C.S. and R. Baldi. 2014. Hábitos alimentarios del Puma (*Puma concolor*) e incidencia de la depredación en la mortalidad de Guanacos (*Lama guanicoe*) en el Nordeste de la Patagonia. *Mastozoología Neotropical*, 21:331-338.
- Hochman, V. and B.P. Kotler. 2006. Patch use, apprehension, and vigilance behavior of Nubian ibex under perceived risk of predation. *Behavioral Ecology*, 18:368-374.
- Kohlmann, S.G. and K.L. Risenhoover. 1998. Effects of resource distribution, patch spacing, and pre-harvest information on foraging decisions of northern bobwhites. *Behavioral Ecology*, 9:177-186.
- Kufner, M.B. 1995. Actividad temporal del mara (*Dolichotis patagonum*) en el desierto del Monte, Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 1:37-47.
- Kufner, M.B. and M. Chambouleyron. 1991. Actividad especial de *Dolichotis patagonum* en relación a la estructura de la vegetación en el monte Argentino. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 4:249-255.
- Lima, S.L. 1995. Back to the basics of anti-predatory vigilance: the group-size effect. *Animal Behaviour*, 49: 11-20.
- Mares, M.A. and R.A. Ojeda. 1982. Patterns of diversity and adaptation in South American hystriognath rodents. Pp. 393-432, in: *Mammalian biology in South America*. (M.A. Mares and H.H. Genoways, eds.). Special Publications Series Pyramating Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania, United States of America.
- Olsson, O., J.S. Brown and H.G. Smith. 2002. Long- and short-term state-dependent foraging under predation risk: an indication of habitat quality. *Animal Behaviour*, 63:1-9.
- Periquet, S., M. Valeix, A.J. Loveridge, et al. 2011. Individual vigilance of African herbivores while drinking: the role of immediate predation risk and context. *Animal Behaviour*, 79:665-671.

- Sirot, E. and O. Pays. 2011. On the dynamics of predation risk perception for a vigilant forager. *Journal of Theoretical Biology*, 276:1-7.
- Sombra, M.S. and A.M. Mangione 2005. Obsessed with grasses? The case of mara *Dolichotis patagonum* (Caviidae: Rodentia). *Revista Chilena de Historia Natural*, 78:401-408.
- Taber, A.B. 1987. *The behavioral ecology of the mara*. *Dolichotis patagonum*. Degree of Doctor of Philosophy, University of Oxford, England.
- Taber, A.B. and D.W. Macdonald. 1992a. Communal breeding in the mara, *Dolichotis patagonum*. *Journal of Zoology*, 227:439-452.
- Taber, A.B. and D.W. Macdonald. 1992b. Spatial organization and monogamy in the mara *Dolichotis patagonum*. *Journal of Zoology*, 227:417-438.
- Tan, C.L., Y. Yang and K. Nui. 2013. Into the night: camera traps reveal nocturnal activity in a presumptive diurnal primate, *Rhinopithecus brelichi*. *Primates*, 54:1-6.
- Valone, T.J. and J.S. Brown .1989. Measuring patch assessment abilities of desert granivores. *Ecology*, 70:1800-1810.
- Vásquez, R.A. 1997. Vigilance and social foraging in *Octodon degus* (Rodentia: Octodontidae) in central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 70:557-563.
- Vásquez, R.A., B. Grossi and I.N. Márquez. 2006. On the value of information: studying changes in patch assessment abilities through learning. *Oikos*, 112:298-310.
- Whittingham, M.J., S.J. Butler, J.L. Quinn and W. Cresswell. 2004. The effect of limited visibility on vigilance behaviour and speed of predator detection: implications for the conservation of granivorous passerines. *Oikos*, 106:377-385.



LAS ARDILLAS DE NICARAGUA (RODENTIA, SCIURIDAE)

ARNULFO MEDINA-FITORIA¹, JOSÉ MARTÍNEZ-FONSECA², ALLAN GUTIÉRREZ³, ERIC VAN DEN BERGHE⁴, ORLANDO JARQUÍN⁵, YURI AGUIRRE⁵, MILTON SALAZAR⁵, SILVIA ROBLETO³, NELSON TOVAL⁶, MARVIN TÓRREZ⁷ Y FABRICIO DÍAZ⁸

¹ Asociación Mastozoológica de Nicaragua (AMAN)

² Student at Northern Arizona University

³ Grupo de Especialistas de anfibios de Nicaragua (ASG)

⁴ Director of Biodiversity and Associate professor of Ecology, University Zamorano

⁵ Programa para la Conservación de los Murciélagos de Nicaragua (PCMN)

⁶ Consultor independiente Especialista en vegetación

⁷ Universidad Centro Americana (UCA)

⁸ Wildlife Conservation Society (wcs).PA 91070, Ver. México.

RESUMEN

Actualizamos el conocimiento de la riqueza, distribución y taxonomía de las ardillas nicaragüenses. En el país están registrados tres géneros y seis especies: *Glaucomys volans*, *Microsciurus alfari*, *Sciurus deppei*, *Sciurus granatensis*, *Sciurus richmondi* y *Sciurus variegatoides*. Una especie, *G. volans*, habita en los bosques de coníferas del norte; *S. deppei* se encuentra en las montañas del norte y el Caribe; *M. alfari*, *S. granatensis* y *S. richmondi* son propias del bosque caribeño. *Sciurus variegatoides* se distribuye en todo el país y está representada por seis subespecies: *S. variegatoides dorsalis* del Pacífico y la zona central; *S. variegatoides adolphei* del noroeste; *S. variegatoides underwoodi* y *S. variegatoides boothiae* del norte; y *S. variegatoides belti* y *S. va-*

RELEVANCIA

Se presenta la primera síntesis sobre la diversidad, distribución y estado de conservación de las especies de ardillas de Nicaragua. Se incluyen datos y una clave taxonómica para diferenciar a las seis subespecies de *Sciurus variegatoides*. El registro de *Glaucomys volans* es el primero para el país, y representa el límite sur de la distribución de la especie en el Continente.

riegatoides thomasi del Caribe. Una especie (*S. richmondi*) y una subespecie (*S. variegatoides adolphei*) son endémicas del país. *Microsciurus alfari* y *S. granatensis* presentan el límite norte de su distribución en el continente en el sureste del país. *Glaucomys volans*, que es el primer registro de la especie para Nicaragua, encuentra el límite sur de su distribución continental en el norte del país. La lista roja nacional de especies en riesgo incluye a *S. richmondi* y *G. volans* como en peligro de extinción y a *M. alfari* como amenazada. A nivel mundial se cataloga a *S. richmondi* como casi amenazada.

Palabras clave: amenazado, endémico, *Glaucomys volans*, *Microsciurus alfari*, *Sciurus deppei*, *S. granatensis*, *S. richmondi*, *S. variegatoides*.

Revisado:27-agosto-2018

Aceptado:25-octubre-2018

Publicado:15-diciembre-2018

Autor de correspondencia: Arnulfo Medina-Fitoria, amedinafitoria@gmail.com

Cita: Medina-Fitoria, A., J. Martínez-Fonseca, A. Gutiérrez, E. van den Berghe, O. Jarquín, Y. Aguirre, M. Salazar, S. Robleto, N. Toval, M. Tórrez y F. Díaz 2018. Las ardillas de Nicaragua (Rodentia, Sciuridae). *Revista Mexicana de Mastozología*, nueva época, 8(2):48-80. ISSN: 2007-4484. www.revexmastozologia.unam.mx

ABSTRACT

We update the knowledge of the diversity, distribution, and taxonomy of Nicaraguan squirrels. Three genera and six species have been recorded in the country: *Glaucomys volans*, *Microsciurus alfari*, *Sciurus deppei*, *Sciurus granatensis*, *Sciurus richmondi*, and *Sciurus variegatoides*. One species, *G. volans*, lives in the northern coniferous forest; *S. deppei* is found in the mountains of the north and the Caribbean side; *M. alfari*, *S. granatensis*, and *S. richmondi* are typical of the Caribbean forests. *Sciurus variegatoides* is distributed throughout the country and is represented by six subspecies: *S. variegatoides dorsalis* from the Pacific and central regions; *S. variegatoides adolphei* from the northwestern region; *S. variegatoides underwoodi* and *S. variegatoides boothiae* from the north; *S. variegatoides belti* and *S. variegatoides thomasi* from the Caribbean. One species (*S. richmondi*) and one subspecies (*S. variegatoides adolphei*) are endemic to the country. *Microsciurus alfari* and *S. granatensis* reach the northern limit of their distribution in the continent in the southeast of the country. *Glaucomys volans* represents the first record of the species for Nicaragua, where it finds the southern limit of its continental distribution. The national red list species at risk includes *S. richmondi* and *G. volans* as endangered and *M. alfari* as threatened. *Sciurus richmondi* is listed as almost threatened globally.

Key words: endangered, endemic, *Glaucomys volans*, *Microsciurus alfari*, *Sciurus deppei*, *S. granatensis*, *S. richmondi*, *S. variegatoides*.

INTRODUCCIÓN

Los roedores (Orden Rodentia) son el orden más diverso ya que representan el 42% con 2,277 especies, de los mamíferos a nivel mundial (Fabre *et al.*, 2012). En Nicaragua, son el segundo orden más diverso, con 44 especies (21% de la mastofauna), de las cuales solo tres son especies introducidas. Son el único orden de mamíferos en el país que esta representado por dos especies endémicas (Martínez-Sánchez *et al.*, 2000; Medina-Fitoria y Saldaña, 2012; Zúñiga, 1999).

Una de las familias de roedores más diversas son las ardillas Sciuridae, las cuales han mostrado una gran capacidad de adaptación a cambios continuos del ambiente mediante mecanismos fisioló-

gicos, morfológicos y conductuales, por lo que presentan una amplia distribución mundial, a excepción de la Antártida, Australia, Madagascar y el sur de Sudamérica. La mayoría son diurnas a excepción de las ardillas planeadoras que son nocturnas (Wilson y Reeder, 1993).

La importancia de las ardillas radica principalmente en contribuir con el equilibrio ecológico de los ecosistemas donde viven, debido a su estrecha relación con asociaciones vegetales particulares y por su importancia en la red trófica. Son consumidoras de una gran cantidad de semillas e insectos, lo que promueve la diversidad del bosque y controla las plagas. Además, son una fuente de proteína para mamíferos como los cánidos, mustélidos, felinos, aves de presa (halcones, águilas), reptiles (serpientes) e incluso de primates. Además son un importante indicador del estado de conservación del ecosistema (Emmons y Feer, 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica y evaluación de información inédita de los autores que fueron la base para la elaboración de este estudio. La información procesada está basada principalmente en un análisis fenotípico, primordialmente de las observaciones directas con registros fotográficos (fotocapturas). Se analizaron 350 fotocapturas de 27 sitios en Nicaragua, lo cual incluyó fotografías de especímenes nicaragüenses depositados en la Academy of Natural Sciences of Philadelphia, en el Museo of Vertebrate Zoology (MVZ) University of California, Berkeley y del Natural History Museum, University of Kansas, Lawrence (KU).

Cada fotografía fue catalogada a nivel de especie, utilizando como apoyo las características propuestas por Álvarez y Álvarez-Castañeda (2000), Emmons y Feer (1999), Hall (1981) y Méndez (1993). Esta fue la base de datos de referencia para la elaboración de claves para la identificación de las especies mediante características morfológicas externas.

Conforme las especies fueron determinadas, se les clasificó hasta el nivel de subespecie de acuerdo a la revisión bibliográfica (Allen, 1908; Anthony, 1920; Goodwin, 1936; Hall, 1981). Una de las especies que presenta más de una subespecie en Nicaragua es *Sciurus variegatoides*. En este caso se realizó una clasificación de las fotos comparándolas con las 15 subespecies descritas por Harris (1937),

de acuerdo a su patrón de coloración (zona ventral, dorsal y cola). Como resultado, se proponen claves para subespecies centroamericanas de la especie.

Debido a que la identificación basada principalmente en fotografías puede ser subjetiva, éstas han sido utilizadas con prudencia para la identificación de formas o variedades no descritas, por lo que los rasgos externos y la distribución geográfica de cada individuo analizado fueron características prioritarias a tomar en cuenta cuando se designó un nombre específico. Por ello fue menester comprobar la procedencia de cada fotocaptura y determinar datos biofísicos de cada una de ellas tales como la región ecológica, tipo de cobertura, altitud y clima.

Se presenta información nueva para todas las especies, incluyendo nuevas localidades con nuevas distribuciones. Sin embargo, también queda demostrado la presencia de formas no descritas y cuya variación es a menudo excesiva, lo cual las hace extremadamente difíciles de ubicar a nivel taxonómico, principalmente por falta de material de comparación en el país. Por lo tanto, en este caso nos limitamos a registrar las localidades (Coordenadas UTM - WGS 84; altitud - metros) y asignar a estas nuevas formas una clasificación como intermedias con intergradación entre algunas de las subespecies que a nuestro juicio se asemejan. Finalmente, se proporcionaron fichas descriptivas para una mejor comprensión de las especies y subespecies reconocidas taxonómicamente. Esto incluye fotografías, mapas, medidas morfológicas (milímetros) como: largo de cuerpo y cabeza (lc-c), cola (c), largo de pata trasera (Lp), oreja (O) y peso (gramos); así como descripción fenotípica, historia natural, distribución (general y nacional) y situación actual. Los mapas de distribución se obtuvieron con el modelo predictivo MaxEnt, utilizando datos de presencia, las cuales se analizaron con variables ambientales, biofísicas y climáticas (Anderson y Martínez-Meyer, 2004; Phillips *et al.*, 2004). Reconocemos no haber podido revisar todo del material depositado en museos extranjeros, por lo que carecemos de toda la descripción pertinente sobre las ardillas del país. Esto nos exigió compilar la mayor cantidad de las publicaciones al respecto y revisar material esencial depositado en dos museos de Estados Unidos que creímos necesario.

DESCRIPCIÓN

Origen de las ardillas Mesoamericanas. La historia evolutiva de Centroamérica según evidencia

geológica, oceanográfica y paleontológica animal y vegetal apuntan a implicaciones básicas sobre el tiempo en que este se conectó con Sudamérica (Briggs, 1967; Howell y MacDonald, 1969; Stuart, 1957). Este proceso ecológico y evolutivo denominado Gran Intercambio Biótico Americano es determinante en la configuración de la biota americana actual (Pelegrin *et al.*, 2018).

Tradicionalmente se ha considerado que la formación del istmo de Panamá ocurrió hace 3 a 6 Ma durante el periodo Plioceno-Pleistoceno, lo cual facilitó el movimiento de especies entre Sudamérica y Norteamérica (Coates y Obando, 1996). Sin embargo, el conocimiento actual de las especies derivado de estudios biogeográficos, filogenéticos y de un sustancial incremento del registro fósil, así como el aumento significativo del conocimiento geológico de la región, han permitido plantear escenarios que sugieren un panorama de menor aislamiento para Sudamérica durante el Cenozoico (66 Ma - actualidad; Pelegrin *et al.*, 2018). Las evidencias más recientes apuntan a múltiples procesos de colonización que ocurrieron a finales del Oligoceno hace 23 Ma, con la entrada de algunos grupos de aves y durante el Mioceno (23 - 7,2 Ma) con la colonización de taxones de aves y mamíferos; estos eventos serían previos a lo que habitualmente se ha considerado como proceso de intercambio; seguido por al menos cuatro pulsos principales de intercambio faunístico recíproco durante el periodo Plio-Pleistoceno (5,3 - 10,000 ac; Pelegrin *et al.*, 2018; Woodburne, 2010).

No obstante, a pesar de estos primeros intercambios de fauna antes de la unión definitiva de las Américas, la parte existente del istmo centroamericano pudo caracterizarse casi exclusivamente de fauna norteamericana, debido a su conexión por tierra; siendo el norte de Centroamérica una extensión del suroeste de México (Kirby y MacFadden, 2005; Whitmore y Stewart, 1965). Según Vrba (1992), ambientes abiertos continuos de afinidad norteamericana cubrían la mayor parte de esta región (principalmente sabanas). Esta afinidad es respaldada por el único fósil de dinosaurio Centroamericano que se conoce, un fémur ornitópodo posiblemente Cenomaniano de 100 a 94 Ma., encontrado en 1971 en Honduras, de afinidad netamente norteamericana (Horne, 1994; Horne *et al.*, 1990). Uno de los fósiles más antiguos de mamíferos terrestres de América Central también corresponde taxonómicamente a norteamericana, a pesar de ser encontrado en Panamá, una localidad relativamente cerca

de América del Sur. Estos fósiles provienen de la Formación Cucaracha o "Corte Gaillard" y datan del Mioceno Medio (16 Ma; Kirby y MacFadden, 2005). Otros fósiles del Mioceno tardío (6 Ma) de proboscídeos gonfotéridos, que se consideran provenientes de Norteamérica, también han sido descubiertos en Honduras (Frick, 1933).

Otras especies de origen norteamericano, como los sciúridos, también pudieron haberse dispersado de manera temprana por Centroamérica. Esto permitió que se generara un linaje genético único de ardillas responsables de las primeras migraciones que llegaron hasta Sudamérica (Black, 1972). Villalobos y Cervantes-Reza (2007) y Villalobos y Gutierrez-Espeleta (2014), utilizando análisis filogenéticos, demostraron una estrecha relación entre las especies de ardillas mesoamericanas y sudamericanas, con especies que evolucionaron a partir de una población ancestral común.

Este ancestro común de los sciúridos se originó en el Hemisferio Norte durante el Oligoceno, particularmente en Norteamérica hace 36 Ma. Estos primeros fósiles registrados como *Protosciurus jeffersoni* (antes: *Douglassciurus jeffersoni* Douglas, 1902), aunque presentaban un cráneo primitivo comparado con miembros actuales de la familia, el resto del esqueleto era notablemente similar al de las ardillas modernas (Emry y Thorington, 1982). Otros fósiles similares a la actual ardilla planeadora representados por la especie tipo *Hesperopetes thoringtoni* Emry y Korth (2007), también se encontraron en Norteamérica en depósitos de finales del Eoceno hace unos 33 Ma.; esto pudo representar la aparición más temprana de un casta que condujo al grupo de las ardillas planeadoras (Emry y Korth, 2007). No obstante, los primeros registros fósiles de verdaderas ardillas terrestres datan de comienzos del Mioceno, hace unos 23 Ma (Black, 1972); época en la cual se estima que se dio una separación entre los grupos de ardillas planeadoras y terrestres, que demuestra una divergencia temprana en la historia evolutiva de la familia Sciuridae (Mercer y Roth, 2003).

Al estudiar la diversificación de los esciúridos con datos moleculares, Mercer y Roth (2003) encontraron una rápida especiación de los géneros *Spermophilus*, *Cynomys* y *Sciurus* durante fluctuaciones climáticas en el Mioceno tardío y Plioceno temprano (7.5 a 5 Ma). McPherson (1985), empleando datos de distribución geográfica sugiere que ya con el continente unido y como parte del gran intercambio,

las oleadas migratorias hacia el sur en los periodos interglaciales del Pleistoceno (2.5 Ma) fueron el principal factor para el surgimiento de especies de *Sciurus* mesoamericanas.

Según McPherson (1985), durante el periodo Pleistocénico surgió en Mesoamérica el género *Syntheosciurus*, el cual fue desplazado hasta su actual distribución (Costa Rica y Panamá) por una migración posterior compuesta por el complejo *Sciurus granatensis* - *Sciurus deppei*, complejo que eventualmente habría especiado en *Sciurus richmondi* y el género *Microsciurus*. Finalmente, otra oleada migratoria introduciría gradualmente en esta región a *Sciurus variegatoides*, la cual habría derivado de una población de *S. carolinensis* de Norteamérica. Estas migraciones producirían en Mesoamérica dos diferentes clados o grupos a partir del género *Sciurus*: el primero formado por *S. aureogaster*, *S. variegatoides* y *S. yucatanensis*, mientras que *S. deppei*, *S. richmondi*, *S. granatensis* y *M. alfari* formarían un segundo clado (McPherson, 1985; Musser, 1968). Asimismo, poblaciones relictas de migraciones anteriores de *Glaucomys volans* habitarían durante esta misma época hábitats montañosos de coníferas al norte de América Central (Peterson y Stewart, 2006).

Sistemática. Sciuromorpha es uno de cinco subórdenes del orden Rodentia e incluye siete familias, de las cuales, tres aún sobreviven. Aplodontiidae; que incluye al castor de montaña, Gliridae; que agrupa a los lirones y Sciuridae; que incluye todas las especies de ardillas (Wilson y Reeder, 2005). La familia Sciuridae, cuyo nombre proviene del griego *skioros* (cola de sombra), es una de las familias de roedores más diversas con 278 especies y 51 géneros; incluye a las marmotas, *perritos* de las praderas, ardillas planeadoras, ardillas rayadas y ardillas arborícolas y terrestres (Hoffman *et al.*, 1993).

Históricamente la familia Sciuridae ha comprendido dos subfamilias: Sciurinae que comprende las ardillas de árbol y tierra, Pteromyinae que incluye las ardillas planeadoras (Hoffman *et al.*, 1993; McKenna y Bell, 1997). Empero datos morfológicos basados en características craneales (Roth, 1996) en conjunto con datos moleculares (Mercer y Roth, 2003; Oshida *et al.*, 1996 y Steppan *et al.*, 2004), indican que ambas subfamilias son cercanas evolutivamente proporcionando un fuerte apoyo para la monofilia de las ardillas planeadoras como un grupo hermano de un linaje de las ardillas arbóreas.

Estos nuevos análisis proponen clasificar al grupo en cinco subfamilias: Ratuinae, que incluye cuatro especies de ardillas arborícolas gigantes de la región Indomalaya; Sciurillinae, con una especie arborícola de Sudamérica; Callosciurinae, incluye especies de ardillas arborícolas de Oriente; Xerinae, comprende especies en su mayoría terrestres que habitan América del norte, África y Eurasia, tales como las marmotas, perros de las praderas y otras especies holárticas; y Sciurinae, que incluye todas las ardillas del Nuevo Mundo y las ardillas planeadoras (Thorington y Hoffmann, 2005; Villalobos, 2013).

La subfamilia Sciurinae se divide en dos tribus: Pteromyini (ardillas voladoras) y la Tribu Sciurini (ardillas arborícolas). Los pteróminos o ardillas planeadoras incluye 43 especies distribuidas en gran parte del mundo, entre ellas la más grande de la familia Sciuridae, la ardilla voladora lanuda de Asia (*Eupetaurus cinereus*); la ardilla voladora siberiana (*Pteromys volans*), nativa del norte de Europa; y las dos especies del género *Glaucomys* nativas de Norteamérica (Hoffman *et al.*, 1993). De este grupo solo una especie se encuentra en Centroamérica, la ardilla planeadora mexicana *G. volans* Linnaeus, 1758 (Goodwin, 1936; Reid, 2009), cuyo límite de distribución sur es referido para Nicaragua (Medina-Fitoria y Saldaña, 2012).

Por su parte, la tribu Sciurini está comprendida en cinco géneros: *Reinthrosciurus*, *Tamiasciurus*, *Synteosciurus*, *Microsciurus*, y *Sciurus*, con 37 especies distribuidas en América, Europa, Asia y Borneo (Hoffman *et al.*, 1993); diez de las cuales se encuentran en Centroamérica (Reid, 2009).

El género *Reinthrosciurus* es monotípico y se encuentra en Borneo, *Tamiasciurus* incluye dos especies autóctonas de América del Norte (Hoffman *et al.*, 1993); *Synteosciurus* es monotípico y endémico de Costa Rica y Panamá (Villalobos y Gutiérrez-Espeleta, 2014). Por su parte el género *Microsciurus* agrupa cuatro especies, *M. flaviventer* y *M. santanderensis* del norte de Sudamérica; y del sur de Centroamérica *M. mimulus* y *M. alfari*, esta última presenta su límite de distribución norte en Nicaragua (Anthony, 1920; Hall, 1981).

Por último, el género *Sciurus* presenta 30 especies reunidas en siete subgéneros distribuidos en Europa, Asia y América. Dos de estos subgéneros se encuentran en Centroamérica, el subgénero *Sciurus* que agrupa las especies *S. aureogaster*, *S. yucatanensis*, *S. variegatoides* y *S. deppei*, mien-

tras que *S. granatensis* y *S. richmondi* son ubicadas en el subgénero *Guerlinguetus* (Hall, 1981). Entre las especies neotropicales del género *Sciurus*, únicamente *S. variegatoides*, *S. yucatanensis* y *S. richmondi* se limitan a la región mesoamericana, el área entre el istmo de Tehuantepec y el istmo de Panamá (Reid, 2009).

Reseña histórica de las ardillas nicaragüenses.

La primera referencia de las ardillas de Nicaragua apareció en París en 1842 en el *Nouveau Tableau du Regne Animal*, el cual menciona siete especies para la región tropical americana. Una de ellas estaba asociada a Nicaragua, *Macroxus adolphei* (Lesson) que fue colectada en el puerto El Realejo, departamento de Chinandega entre 1837 y 1838, durante la exploración mundial del barco H.M.S. Sulphur (Alston, 1882; Nelson, 1899). En 1863 apareció en Berlín una nueva publicación describiendo una segunda especie de Nicaragua, pero sin localidad precisa, *Sciurus aestuans* Peters (Alston, 1882).

Gray (1867) realizó el primer intento formal por examinar las ardillas neotropicales en su *Sinopsis de Especies de Ardillas Americanas* con apoyo de la Colección del Museo británico, reconociendo 18 especies al norte del Darién, incluyendo las dos especies reportadas en Nicaragua y otras nuevas de la región. Sin embargo, según Nelson (1899), Gray prestó poca atención a trabajos anteriores y por ello renombró varias especies, sus descripciones eran pobres y algunas de las especies tenían rangos imposibles.

En afán de aclarar los resultados de Grey, Allen curador de mamíferos del American Museum of Natural History de New York revisó este grupo de ardillas en 1877, concluyendo en seis especies y tres variedades (Nelson, 1899). Al año siguiente, E. Alston, Secretario de la Sociedad Linneana, realizó un análisis más amplio sobre las ardillas neotropicales que incluyó los museos de Berlín, París y británicos, con nuevas muestras enviadas por Allen, reconociendo siete especies entre el sur de México y Centroamérica (Nelson, 1899).

Los reportes del siglo XIX fueron recopilados por Alston (1882) en un volumen sobre mamíferos centroamericanos en la obra *Biología Centrali Americana*, donde se reconocen siete especies de sciúridos para la región, incluyendo las dos referidas para Nicaragua, descritas como *Sciurus hypopyrrhus* Wagler (antes: *M. adolphei*) y *S. aestuans* var. *hoffmanni* Peters.

Nuevos informes de *S. hypopyrrhus* se conocieron en 1889 por parte de F. W. True, curador del US National Museum (USNM), producto de unas ardillas colectadas por L. F. Birt en Greytown, Rio San Juan (Allen, 1910).

Posteriormente, Charles W. Richmond asistente curador del USNM reunió en 1892 una significativa colección de mamíferos que colectó en el río Escondido Caribe sur, incluyendo unas ardillas que envió a E. W. Nelson del U. S. Department Agriculture, que resultó en la descripción de las especies *Sciurus boothiae belti* y la ardilla endémica nicaragüense, *S. richmondi* la cual fue descrita en 1898 (Allen, 1908; Allen, 1910).

Nelson (1899) en una nueva revisión de las ardillas de México y Centro América aclara que la especie *S. hypopyrrhus* (descrita para Nicaragua), es nativa de México y es la especie tipo del subgénero *Echinosciurus*, en el cual se agruparon la mayoría de las ardillas grandes de Norteamérica tropical. Nelson define a *Sciurus aureogaster hypopyrrhus* como la especie tipo para este subgénero y la restringe a los bosques húmedos del sur de Veracruz, el sureste de Oaxaca, Tabasco, Chiapas oriental y el extremo noroeste de Guatemala. De acuerdo con este mismo autor el nombre de *S. hipopyrrhus* fue utilizado indiscriminadamente por varios autores para las ardillas de vientre rufo de México, América Central e incluso el norte de América del Sur, por lo que muchas ardillas de América Central recibieron erróneamente ese nombre.

No obstante, los individuos de Centroamérica catalogados erróneamente como *S. hipopyrrhus* fueron asignados a diferentes especies, siendo *S. variegatoides*, la especie en la cual se ubicaron los ejemplares nicaragüenses (Nelson, 1899). Asimismo, *S. aestuans* var. *hoffmanni*, también reportada para Nicaragua con anterioridad (Alston, 1882), es definida por Nelson (1899) como una especie tipificada por *S. aestuans* de América del Sur y perteneciente al subgénero *Guerlinguetus*, un subgénero característico del norte de América del Sur y que según él es intrusivo en Centroamérica. Según este mismo autor, *S. aestuans* fue propuesto para un gran grupo de ardillas neotropicales valiéndose por su parecido, por lo que Lesson en 1842 y Gray en 1867 incluyeron erróneamente bajo este nombre algunas especies centroamericanas.

Nelson (1899) considera que *S. aestuans* var. *hoffmanni* no se presenta en Nicaragua, sino que se distribuye entre Costa Rica y Colombia, por lo que

el único representante del grupo *Guerlinguetus* al norte de Costa Rica es la especie endémica nicaragüense *S. richmondi*. De manera que los ejemplares nicaragüenses tratados anteriormente como *S. aestuans* var. *hoffmanni*, al parecer fueron incluidos provisionalmente por este autor como *S. boothiae belti*. Actualmente, *S. aestuans* es una especie considerada endémica de Sudamérica, que se encuentra al sur de Colombia y Venezuela, Surinam, Guayanas, Brasil y el noreste de Argentina (Hall, 1981).

Nelson (1899) al final reconoce para México y Centroamérica 43 especies y subespecies; para Nicaragua ubicó cuatro taxones, referidos como *Sciurus adolphei* (*M. adolphei*) del El Realejo, Chinandega; *S. variegatoides*, que ubica para la costa pacífica y la zona central del país; con *S. boothiae belti* y *S. richmondi* para el Caribe sur.

Establecido en Nicaragua a finales el siglo XIX, W.B. Richardson conformó una importante colección de mamíferos que envió al American Museum of Natural History. Esta colección fue la base para que en 1908 y 1910 Allen realizara dos publicaciones importantes sobre los mamíferos de Nicaragua.

La primera de ellas (Allen, 1908) menciona 50 especies de mamíferos para el país, cuatro de ellos sciúridos: *S. boothiae belti* y *S. richmondi*, ambas de la zona central y Caribe sur; el primer informe de *S. deppei matagalpae*, de Matagalpa y Jinotega; y una especie referida provisionalmente a *S. griseoflavus* Gray, agrupando bajo este nombre las especies referidas por Nelson (1899) como como *S. adolphei* y *S. variegatoides*.

En la segunda publicación se mencionan 82 especies de mamíferos para el país, incluyendo seis sciúridos: *Sciurus boothiae* Gray (a esta especie son referidas aquellas nombradas anteriormente como *S. aestuans* var. *hoffmanni*); *S. boothiae belti*, con nuevas localidades en Matagalpa; además reconoce a *S. variegatoides* y *S. variegatoides adolphei*, las cuales habían sido referidas en 1908 como "provisionalmente" a *S. griseoflavus*. Informa de dos nuevas localidades para *S. richmondi* en Matagalpa y nuevas localidades para *S. deppei matagalpae* en Matagalpa, Jinotega y río Coco (Allen, 1910).

Ya retirado de Nicaragua, Richardson envió en 1917 los últimos ejemplares al American Museum of Natural History, incluyendo los primeros especímenes nicaragüenses de la ardilla enana, referida como *Microsciurus septentrionalis* (actual: *M. alfari*), proce-

dente del río Sábalo en río San Juan, lo que marcó un nuevo límite para la especie (Anthony, 1920).

Debido a la amplia y singular diversidad de colores y patrones de las ardillas centroamericanas, principalmente en el género *Sciurus*, era indudable la confusión en cuanto a la cantidad de sinonimias que se asignaban a una serie de especies. Interesado en ordenar esta confusión, Harris (1937) examinó 308 ejemplares centroamericanos catalogadas como *Sciurus*, concluyendo que muchas de estos nombramientos y formas debían asignarse a una especie: *S. variegatoides*, debido a que muchas de estas especies y subespecies, a excepción de pequeñas variaciones, eran localmente constantes, de manera que siempre que trataba de alcanzar rangos absolutos de dos o más de estos taxones, se demostraba claramente una interpolación.

Harris (1937) reconoció para *S. variegatoides* 15 subespecies, anteriormente asignadas a un sin número de diferentes taxones. Ocho de las especies indicadas por Nelson (1899) en su revisión de las ardillas de México y Centroamérica y siete que fueron descritas posteriormente pasaron a ser reconocidas como subespecies: *thomasi* (Nelson, 1899), *dorsalis* (Gray, 1849), *adolphei* (Lesson, 1842), *boothiae* (Gray, 1843), *belti* (Nelson, 1899), *variegatoides* (Ogilby, 1839), *managuensis* (Nelson, 1898), *goldmani* (Nelson, 1898), *bangsi* (Dickey, 1928), *underwoodi* (Goldman, 1932), *atrirufus* (Harris, 1930), *astini* (Harris, 1930) y *helveolus* (Goldman, 1912); además de *rigidus* (Peters, 1863) y *melania* (Gray, 1867) que Nelson consideraba como sinónimos de *variegatoides*. Harris (1937) propone como rango de distribución de la especie *S. variegatoides* de México a la parte oriental de Panamá.

Harris (1937) también ubicó cinco subespecies en Nicaragua: *S. variegatoides underwoodi*, en el occidente y norte del país; *S. variegatoides boothiae*, en las altas montañas del norte; *S. variegatoides beltii*, en la vertiente del Caribe y centro-norte; *S. variegatoides adolphei*, en el occidente y *S. variegatoides dorsalis* en el Pacífico sur. Hall y Kelson (1959) y Hall (1981), en sus obras sobre Los Mamíferos de Norteamérica, actualizaron mucha de la nomenclatura y distribución de los mamíferos de Nicaragua, donde se corroboraron cuatro especies de sciúridos para el país: *M. alfari septentrionalis* (Sábalos río San Juan); *S. deppei matagalpae* (río Coco y Peñas Blancas); *S. richmondi* (Matagalpa y Río Escondido) y *S. variegatoides*, para la cual también se confirman las cinco subespecies pro-

puestas por Harris (1937). Un nuevo impulso de la investigación biomédica en los años sesenta y setenta del siglo pasado acrecentó el conocimiento sobre los mamíferos silvestres del país, dando inicio cuando en 1964 L.G., Clark de la Escuela de Medicina y Veterinaria de la Universidad de Pennsylvania contrató para trabajar en Nicaragua a J.K. Jones Jr., que era curador de mamíferos del Museo de Historia Natural de Kansas. Él logró reunir una colección de 5,000 especímenes, que depositó en museos de Kansas, Washington D.C. y Nueva York (Genoways y Timm, 2004; Jones *et al.*, 1971; Jones y Phillips, 1969).

Producto de estas colecciones se publicaron importantes estudios sobre los roedores de Nicaragua (Genoways y Jones Jr., 1971; Hershkovitz, 1970; Jones Jr. y Genoways, 1971), incluyendo un trascendental estudio sobre la biología de la ardilla endémica *S. richmondi*, con base en una colección de 53 especímenes, lo cual además incluyó nuevas localidades en el departamento de Chontales y el Caribe sur (Jones Jr. y Genoways, 1971). Un nuevo informe de la ardilla endémica nicaragüense se apareció en 1995, menciona que cuatro ejemplares que permanecieron como “desconocidos” desde 1922 en el departamento de Mammalogía de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia



Figura 1. Vista dorsal de cuatro individuos de *Sciurus richmondi* colectados en 1922 en el Caribe norte y depositados en la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia (ANSP 13608-11). Foto: Ned Gilmore.



Figura 2. Vista ventral de cuatro individuos de *Sciurus richmondi* colectados en 1922 en el Caribe norte y depositados en la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia (ANSP 13608-11). Foto: Ned Gilmore.

(ANSP, 13608, 13609, 13610, 13611) fueron identificados como *S. richmondi* (Figuras 1, 2). Estos individuos fueron parte de una colección obtenida por W. Huber y J. Fletcher en el municipio de Bonanza en el Caribe norte (Ulmer, 1995).

Este informe, inadvertido hasta el día de hoy amplía la distribución de la especie en 95 km al norte de la localidad más septentrional, río Tuma Matagalpa (Jones Jr. y Genoways, 1971). Además, duplica su rango de distribución mundial, que se estima en 20,000 km² (Koprowski y Roth, 2008), por este motivo es considerada la ardilla más amenazada y con un alto riesgo de conservación en el país (Martínez-Sánchez, 1990; Zúñiga, 1999). Tres reportes más se dieron a conocer en el siglo actual en el municipio de Bluefields, Caribe sur (Bradford *et al.*, 2001; Medina-Fitoria, 2016 y Medina-Fitoria *et al.*, 2016).

La siguiente publicación que informó sobre las ardillas del país fue la Lista Patrón de los Mamíferos de Nicaragua del año 2000, realizada por J.C. Martínez-Sánchez y su equipo de Fundación Cocibolca, con el apoyo de Timothy McCarthy curador del Museo Carnegie of Natural History. Esta publicación incluyó 176 especie y revalidó la presencia de cuatro especies de Sciúridos: *S. richmondi*, *M. alfari*, *S. deppie* y *S. variegatoides*; sin mencionar las subespecies de esta última (Martínez-Sánchez *et al.*, 2000). Por su parte, importantes aportes a

la descripción de especies y subespecies de las ardillas mesoamericanas fueron proporcionados a través de las dos ediciones de las obras de Reid (1997, 2009), confirmando cuatro especies para Nicaragua y actualizando su distribución: *M. alfari* la ubica en el borde fronterizo con Costa Rica, en el sureste del país; *S. richmondi* distribuida en el extremo norte del Caribe sur y la zona central del país; *S. deppie* en toda la zona norcentral y en el extremo sureste del lago Cocibolca y *S. variegatoides* en todo el país.

De acuerdo con Harris (1937), Reid (1997, 2009) asocia 15 subespecies a *S. variegatoides*, aunque únicamente describe 11 en sus publicaciones; cuatro de éstas la ubica en Nicaragua; *dorsalis* en toda la vertiente del Pacífico, *underwoodi* en el occidente del país, con *belti* y *thomasi* en el Caribe. Sin embargo, no informa de las subespecies *adolphei* y *boothiae*, aunque sí incluye a *thomasi* en el Caribe, descrita para Costa Rica por Harris (1937). Thorington y Hoffman (2005), en su descripción de la familia Sciuridae también asocian 15 subespecies a *S. variegatoides* y reconocen como válidas las taxas *adolphei* y *boothiae*. Genoways y Timm (2005) colectaron en la península de Cosigüina en Chinandega 14 ejemplares que asociaron a la subespecie *S. variegatoides adolphei*, fueron depositados en los Museos Natural History Museum, University of Kansas, Lawrence (KU 115239-50) y Museum of Vertebrate Zoology de la University of California, Berkeley (MVZ 110304-05). Por lo que inferimos que estas subespecies deberían actualmente ser válidas para el país.

No obstante, nuevos patrones de coloración de *S. variegatoides* diferentes a las subespecies ya conocidas han sido documentadas en el país, las mayoría podrían ser formas intermedias ya conocidas o bien nuevas subespecies. Ejemplo de ello es la isla de Ometepe (Rivas), donde se informa desde hace décadas de al menos cuatro patrones diferentes de *S. variegatoides* (Jones Jr. y Phillips, 1969), aunque solo una de ellas ha sido documentada como subespecie: *S. variegatoides dorsalis*, restringida al Pacífico sur de Nicaragua y noroeste de Costa Rica (Hall 1981, Villalobos-Chaves *et al.*, 2016).

Jones Jr. durante su expedición de 1968 describió detalladamente estas marcadas variaciones: "Mientras trabajábamos en la isla, aprendimos de los residentes locales que las ardillas que aquí se encuentran son de colores diferentes. Aun así, no estábamos preparados para lo que encontramos en

la expedición de campo de 1968. Los pocos ejemplares que hemos colectado de la parte norte de la isla eran de hecho inusuales y parecen representar una subespecie no descrita. Smith y Choate, también colectaron en el volcán del sur, donde obtuvieron una muestra interesante de las ardillas, algunas de las cuales fueron negras, otras muy pálidas en color, algunas de color rojizo, y aún otras que combinan los colores amarillo, rojo, blanco y negro. Esta colección, actualmente en estudio, podría permitir a los investigadores entender mucho sobre las variaciones heredadas en el color del pelaje de las ardillas en esta parte de América Central” (Jones Jr. y Phillips, 1969).

Lamentablemente estos datos no se han publicado, ya que hasta la fecha no se conoce una obra que recopile todos estos registros. A pesar de ello, se han podido constatar que en la isla se encontraron dos patrones de coloración: una muy colorida con líneas laterales, posible variación de alguna de las subespecies de banda dorsal, y otra completamente oscura o melánica. Es de esperarse que nuevas formas o subespecies de ardillas puedan ser descritas en esta isla de 276 km² inmersa en el lago Cocibolca (8,264 km²), considerado uno de los lagos de agua dulce más grande del mundo. Según Martínez-Sánchez *et al.* (2001), el carácter insular de Ometepe la convierte en un territorio con singulares ecosistemas y especies endémicas de flora y fauna, con un alto potencial para el registro de nuevas taxas.

Un nuevo listado a nivel de especies sobre los mamíferos de Nicaragua fue publicado en 2012 (Medina-Fitoria y Saldaña, 2012), donde además de las cuatro especies de ardillas reportadas a la fecha, se mencionan dos nuevas, *G. volans* referida en los bosques de pino de la zona norte y *S. granatensis* reportada al sureste del país. Recientemente *S. granatensis* también ha sido observada en el Caribe sur (Bluefields) y zona norte (Peñas Blancas Matagalpa), lo cual marcaría un nuevo límite de distribución mundial. Sin embargo, para ninguna de éstas especies se menciona algún espécimen en colecciones de museo.

En resumen, seis especies de tres géneros de sciúridos son reconocidos para Nicaragua, cuatro especies de *Sciurus*: *S. variegatoides*, *S. deppei*, *S. richmondi* y *S. granatensis*, más *M. alfari* y *G. volans*, (Medina-Fitoria y Saldaña, 2012). Tres de estas especies presentan su límite de distribución mundial en Nicaragua: *S. granatensis*, *M. alfari* y *G. volans* y una de ellas es endémica para el país, *S. richmondi*.

Además se tiene evidencia de la presencia de seis subespecies de *S. variegatoides*: *adolphei*, *dorsalis*, *underwoodi*, *belti*, *thomasi* y *boothiae*.

De las seis especies que existen en Nicaragua, tres se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo en el país: *S. richmondi* y *G. volans* catalogadas como en peligro de extinción y *M. alfari* como amenazada (Medina-Fitoria *et al.*, 2018). En cambio IUCN (2008) no incluye a ninguna de estas especies bajo riesgo y únicamente cataloga a *S. richmondi* como casi amenazada; esta última especie también presenta veda nacional indefinida (MARENA, 2016); este es el contexto actual de las ardillas nicaragüenses.

Nicaragua con 130,370 km² es parte de Centroamérica en la región Mesoamericana, la cual se define como una extensión del Istmo de Tehuantepec, desde el sur de México hasta el norte de Colombia y noroeste de Ecuador (Halffter, 1987). Esta región es una de las zonas con mayor biodiversidad en el mundo y un área de prioridad para los esfuerzos globales de conservación; aunque solo cubre 0.5% de la superficie terrestre del planeta, alberga 7% de las plantas y animales del mundo (Miller *et al.*, 2001).

Nicaragua se ubica en el hemisferio norte, limitando al norte con Honduras, al sur con Costa Rica, al oeste con el océano Pacífico y al este con el mar Caribe. La temperatura media es de 25.4°C y la precipitación media anual es de 2,391 mm, con extremos que van desde los 400 mm al año en ciertas sabanas hasta 6,000 mm en el sureste del país (MARENA, 1999). El país constituye una región relativamente baja en elevación debido a una llanura comparativamente nivelada en ambas costas entre el mar y la base de las montañas del norte. Este gradiente topográfico altitudinal marca el relieve del paisaje, con las montañas del norte alcanzando los 2,100 m en la cordillera de Dipilto y Jalapa, que constituye un escudo de tierras altas que representa la terminación de la antigua masa continental Norteamericana (Incer, 1975).

Este escudo desciende hacia ambas costas, dando paso a la depresión del Pacífico dominada por los grandes lagos (Xolotlán y Cocibolca) y la cadena volcánica paralela a la costa; hacia el este, desciende en una extensión de llanuras bajas, cálidas y húmedas hasta el litoral marino del Caribe (Incer, 1975). Estos marcados gradientes de precipitación y altitud determinan las principales formaciones ecosistémicas y vegeta-

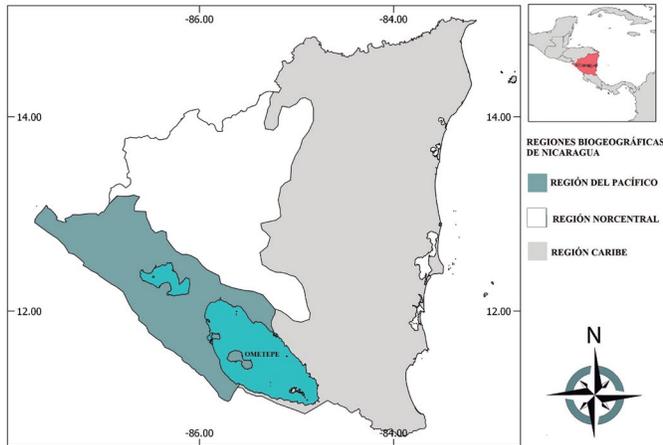


Figura 3. Regiones biogeográficas de Nicaragua.

les del país (Taylor, 1963). Según Meyrat, (2001), Nicaragua presenta de 68 tipos de ecosistemas, de los cuales 52 son naturales. Basándose en estas formaciones ecosistémicas y vegetales, Incer (1975) divide Nicaragua en tres regiones biogeográficas (Figura 3).

Región Norcentral. Comprende 35% de la superficie del país. El relieve es accidentado con altitudes que van de 400 a 2,000 m y precipitaciones que oscilan entre 1,000 y 2,000 mm. Esta zona contiene extensos pinares, predominantemente de *Pinus oocarpa*, alternando con robledales (*Quercus* sp.) y nebliseltas. Se sugiere que un bosque tropical húmedo, similar al de la región Caribe, se extendía a través de las tierras bajas y valles de esta región (Denevan, 1961). En la actualidad el paisaje está dominado por pastos, cafetales y cultivos anuales, formando un intrincado mosaico en el que los parches de bosque van desapareciendo rápidamente.

Región del Pacífico. Representa 15% de la superficie del país, la precipitación promedio es de 1,300 mm y es la región más degradada y densamente poblada; sus suelos son altamente fértiles. Originalmente el bosque tropical seco o bosque deciduo era la formación vegetal predominante, con sabanas de jícaros (*Crescentia alata*) y formaciones arbustivas xerofíticas; además de la presencia de una cadena volcánica compuesta de conos activos y lagunas cratéricas. En la actualidad ha sido reducida a pequeños parches de bosques en las laderas de algunos volcanes y zonas costeras, con predominio de zonas urbanas, cultivos y pastos. Algunas zonas en la parte más meridional de esta región se consideran de transición, entre

ellas el Istmo de Rivas, el cual posee un microclima húmedo por la influencia de los vientos alisios procedentes del Caribe que cruzan el lago Cocibolca cargados de humedad.

Región Caribe. Es la más grande y comprende 50% del territorio nacional. Esta región se caracteriza por la presencia del bosque tropical húmedo, además de una considerable llanura de pinos (*Pinus caribaea*) en el extremo noreste, la cual se extiende a través de una amplia región de suelos particularmente pobres; además se presentan lagunas costeras, pantanos y manglares a lo largo de la línea litoral caribeña. Resultado de estas formaciones biogeográficas y confluencia de ambientes, la fauna de Nicaragua es especialmente interesante, con especies y subespecies restringidas a ciertos tipos de cobertura y otras ocupando una amplia diversidad de ecosistemas. Esto implica que especies de ardillas alcancen su límite de distribución mundial norteño o sureño en este país; siendo quizás el caso más conspicuo el de *G. volans*, cuya dispersión estaría asociada a la distribución natural del género *Pinus*, que alcanza su límite meridional en Nicaragua (Steven *et al.*, 2001).

En este escenario se desarrollan las ardillas nicaragüenses y, aunque la mayoría de las especies tiene una distribución amplia, lo que indica que pueden vivir en una gran variedad de ambientes, varias tienen una distribución restringida en el país, entre ellas la especie endémica *S. richmondi*, así como *G. volans*, *S. granatensis* y *M. alfari*; estas últimas alcanzan el país sólo en un extremo de su distribución mundial (Hall, 1981; Medina-Fitoria y Saldaña, 2012; Reid, 2009). La mayor diversidad de ardillas en Nicaragua se encuentra en el Caribe, particularmente en el sureste, entre Bluefields, Río San Juan y el este de la zona central (Chontales), donde coexisten cinco especies: *M. alfari*, *S. richmondi*, *S. deppei*, *S. granatensis* y dos subespecies de *S. variegatoides*. Por ende, la mayoría de las especies en Nicaragua están asociadas principalmente al bosque húmedo caribeño, con tres especies propias de este tipo de ecosistema: *M. alfari*, *S. richmondi*, y *S. granatensis*.

En la región norcentral es posible encontrar dos especies: *S. deppei* la cual puede encontrarse en bosques húmedos y bosques de altura (montanos, premontanos y pinares con sus asociaciones) y *G. volans* la cual está restringida fuertemente a los bosques maduros de pinos y pino-roble del norte. Sólo una especie se encuentra en todo el país, *S.*

variegatoides la cual es la única especie típica del Pacífico del país en una gran variedad de hábitats. Las ardillas arbóreas del género *Sciurus* son sin duda alguna las que más ampliamente se distribuyen en el país y pueden encontrarse en todos los bosques, tanto de bajura como de altura; siendo *S. variegatoides* la de mayor distribución y diversidad con seis subespecies reconocidas en Nicaragua. Según Harris (1937), este grupo muestra en su conjunto un estado de evolución en el cual se desarrollan grupos de especies estrechamente relacionadas o razas geográficas bien marcadas, a menudo dentro de áreas limitadas.

De manera que es posible encontrar en algunas zonas individuos con características comunes a dos diferentes subespecies. La variación de patrones de color en la subespecie *S. variegatoides underwoodi* del norte de Nicaragua y oeste de Honduras, sugiere intergradación con las subespecies *bangsi* y *variegatoides* en el oeste (El Salvador-oeste de Honduras) y con *boothiae* en el este (Honduras-este de Nicaragua). La subespecie *thomasi*, al parecer también presenta intergradación con *belti* a lo largo de la vertiente caribe, donde ambas presentan grandes similitudes en color y patrones de manchas.

Estas formas intermedias de *S. variegatoides* son más evidente en áreas donde se superponen dos o más formas, como el caso de la Isla de Ometepe (Istmo de Rivas) donde es frecuente observar individuos de una forma colorida posiblemente intermedia a alguna subespecie con banda dorsal, como la subespecie *dorsalis* del Pacífico sur de Nicaragua y noroeste de Costa Rica o, quizás, con la subespecie *rigidus* del Pacífico norte de Costa Rica (Villalobos-Chaves *et al.*, 2016). Algunas de estas características intermedias se vuelven localmente constantes, llegando a veces a contrastar bruscamente con los caracteres de las poblaciones de áreas adyacentes; por ejemplo, los individuos melánicos de la Isla de Ometepe, que actualmente son frecuentes en sur del país tanto en el Pacífico (Rivas) y el Caribe (Río San Juan). Cabe señalar que la única subespecie totalmente oscura descrita es *S. variegatoides melania* del Pacífico centro y sur de Costa Rica y oeste de Panamá (Villalobos-Chaves *et al.*, 2016).

El Istmo de Rivas (zona de transición entre el Caribe y el Pacífico) sería el único lugar documentado en Nicaragua donde convergen al menos tres formas diferentes de *S. variegatoides* (aunque

solo una es reconocida como subespecie). Este rango de convivencia de tres formas de esta especie también se describe en el noreste de Costa Rica utilizando una compleja zona de ecotono en el Pacífico central y sur del país (McPherson, 1985) donde coexisten las subespecies *atrirufus*, *dorsalis* y *rigidus* (Villalobos-Chaves *et al.*, 2016).

Nelson (1899) sugirió una tendencia general a la aparición de razas asociada a la variación geográfica y a la vegetación en las subespecies de *S. variegatoides*, encontrando a las de color oscuro en regiones de intensa lluvia y vegetación densa, a las de razas pálidas a zonas de escasa precipitación y bosques abiertos. Específicamente ocurre en las formas más oscuras y más intensamente coloreadas y con partes inferiores rufas, como en *belti* y *thomasi*, que viven en las regiones de mayor precipitación. De éstas, *belti* presenta mayor distribución a través de toda la vertiente del Caribe y las laderas de las tierras altas centrales; en cambio, *thomasi* aunque también ocupa la mayor parte de la costa del Caribe, parece ocupar las áreas con mayor vegetación y mayor humedad.

La forma melánica de la isla de Ometepe es también residente de los bosques húmedos del Caribe sur, ambas zonas influenciadas por la humedad. De manera que el aumento de este factor parece estar asociada a una mayor intensidad de coloración, lo cual es evidente en los colores oscuros y variados de *S. granatensis* y *S. richmondi*, ambas propias del Caribe. A pesar de ello, son propias de las zonas secas del Pacífico y las subespecies de *S. variegatoides* con colores claros a grisáceos opacos (*dorsalis*, *adolphei* y *underwoodi*). Únicamente *boothiae*, de colores pálidos está asociada a los bosques de altura del norte del país (montanos y submontanos).

El hecho que tres de las especies de ardillas marquen su límite de distribución mundial en el Caribe de Nicaragua y no alcancen las altas montañas del norte o el Pacífico, indicaría la presencia de barreras biogeográficas. Halffter (1987) propone en Mesoamérica como barreras bióticas, al Istmo de Tehuantepec, las tierras bajas de Nicaragua y el Istmo de Panamá; por lo que, la depresión de Nicaragua (al sureste del país) es considerada no sólo un área de límites biogeográficos que divide la biota al norte y sur (Marshall y Liebherr, 2000), sino también un área de endemismo a nivel nacional (Martínez-Sánchez, 1990; Zúñiga, 1999). Janzen (1976), usando in-

formes del tiempo en Costa Rica, propone la hipótesis de que las cadenas montañosas tropicales a una altura dada podrían ser mucho más difíciles de cruzar por los organismos, que las cadenas montañosas extratropicales de alturas similares. Esto se debe a que los organismos tropicales están normalmente expuestos a ámbitos menores en los cambios estacionales (y diarios) de temperatura que los extratropicales. Por consiguiente, debe soportar las diferencias de temperatura encontradas al cruzar los macizos montañosos como son las montañas del norte del país.

Sin embargo, actualmente las barreras biogeográficas no son las únicas que condicionan la existencia de las especies en Nicaragua, ya que actualmente la distribución de la mayoría de ellas depende en gran medida del grado de conservación y conectividad de los ecosistemas naturales. Las ardillas nicaragüenses, aunque ocurren en muchos ecosistemas terrestres del país, dependen en gran medida del carácter de los bosques. La distribución actualizada de las especies de ardillas nicaragüenses se presenta en el Cuadro 1, tomando en cuenta la consulta de mapas de distribución presentados por Hall (1981), Reid (1997, 2009) y IUCN (2008); así como localidades inéditas de los autores.

CARACTERÍSTICAS DE LA FAMILIA SCIURIDAE QUE LA DIFERENCIAN DE OTROS ROEDORES:

- Longitud cabeza-cuerpo usualmente varía entre 108-300 mm; con un peso que oscila entre 45 y 910 gr.
- Cuerpo cubierto de pelos suaves y densos sin distinción con respecto a los pelos guarda.
- Cola larga y cubierta de abundante pelaje, se aprecian pelos largos (> a 10 mm) en toda su extensión.
- Ausencia de bolsas de piel externa en las mejillas.
- Piernas largas y delgadas. Los tobillos son flexibles y pueden girar, lo cual les ayuda a descender de los arboles con la cabeza por delante.
- Patas delanteras con cuatro dedos largos, claramente menor a la longitud de las patas traseras, las cuales presentan cinco dedos. Todos los dedos tienen garras.
- Premolares inferiores presentes, dientes totales de 20 o más.

Cuadro1. Distribución de las ardillas de Nicaragua; revisión bibliográfica (X) y nuevas localidades (+).

Especie/Subespecie	Pacífico norte	Pacífico sur	Norcentro de altura	Cordillera central	Caribe norte	Caribe sur
<i>Glaucomys volans</i>			+			
<i>Microsciurus alfari</i>					+	X
<i>Sciurus deppei</i>			X	X	+	X
<i>Sciurus richmondi</i>				X	+	X
<i>Sciurus granatensis</i>					+	+
<i>Sciurus variegatoides</i>	X	X	X	X	X	X
<i>S. v. aldolphei</i>	X					
<i>S. v. underwoodi</i>	X		X			
<i>S. v. boothiae</i>			X			
<i>S. v. dorsalis</i>	+	X		+		
<i>S. v. belti</i>			+	+	X	X
<i>S. v. thomasi</i>					X	X
<i>S. v. (melánica)</i>		+				+

CLAVE PARA LAS ESPECIES NICARAGÜENSES DE LA FAMILIA SCIURIDAE

Presentan un pliegue dérmico entre los miembros anteriores y posteriores modificado para planear; cola con los pelos laterales muy largos dando la apariencia de ser aplanada y pelo muy sedoso: *Glaucomys volans*.

No presentan pliegue dérmico entre las patas. La cola tiene pelos de igual dimensión dorsal y, lateralmente, el pelo es áspero; (1).

1. La longitud de cabeza-cuerpo es menor a 150 mm; la cola es usualmente más corta que la longitud cabeza-cuerpo (80-130 mm) y nunca es de apariencia escarchada. El pelaje es oscuro en el dorso y más claro ventralmente. Las orejas son peludas y cortas (12-19 mm), que no sobresalen por encima de la coronilla de la cabeza: *Microsciurus alfari*.

1'. La longitud de la cabeza-cuerpo es mayor a 160 mm y la cola es mayor a 130 mm. Las orejas no tienen pelos prominentes que sobresalgan por encima de la coronilla; (2).

2. La longitud de la cola es mayor a 230 mm; la coloración del cuerpo muy variable, desde completamente negra, café oscuro o blanca, hasta muy coloridas; a veces con franjas dorsales o laterales (única especie con este tipo de franjas). La cola usualmente tiene pelos de tonos claros entremezclados con pelos oscuros y rojizos (apariencia canosa): *Sciurus variegatoides* (5).

2'. Longitud de la cola menor a 215 mm. El pelaje es de café oscuro a café oliva o rojizo, pero nunca con dorso color claro o con bandas dorsales o laterales; (3).

3'. La cola tiene las puntas finamente escarchadas de blanco o crema; el pelaje ventral varía entre gris claro, café rojizo o amarillo pálido que generalmente contrasta con el dorso (155-197 mm): *Sciurus deppei*.

3. La cola de café a rojiza brillante o negra escarchada de pelos anaranjado brillante; nunca con las puntas claras escarchadas de blanco o crema; (4).

4. Dorsalmente es café oscuro entremezclado con naranja brillante, a menudo con una línea oscura en la espalda hasta la base de la cola; el pelaje ventral café rojizo profundo o anaranja-

do más brillante que contrasta fuertemente con el dorso. La cola es larga y voluminosa, con la base oscura, pero de un rojo anaranjado brillante en la mayor parte de su extensión y con la punta negra pronunciada (142-212 mm): *Sciurus granatensis*.

4'. El cuerpo uniformemente pequeño, fino, estilizado y de colores menos vivos que *S. granatensis*. Dorso café oscuro a ocre, ventralmente más pálido. La cola estrecha y mayormente oscura escarchada de naranja pálido en toda su extensión (130-184 mm): *Sciurus richmondi*.

CLAVE PARA LAS SUBESPECIES NICARAGÜENSES DE SCIURUS VARIEGATOIDES

Aunque genéticamente no se conoce mucho sobre *S. variegatoides*, sabemos que presenta gran variación en colores, desarrollando subespecies estrechamente relacionadas entre sí con series intermedias o intergradación de razas, algunas de las cuales necesitan ser definidas en el país. Los colores corporales varían de casi blanco o crema a través de amarillo y marrón rojizo a completamente negro, y los patrones varían desde la presencia o ausencia de rayas dorsales o laterales hasta manchas corporales. Se deben de tomar en cuenta los cambios estacionales que influyen en el color del pelaje, pasando por el desvanecimiento gradual de los colores oscuros a marrones opacos, hasta un color más brillante y más intenso con la muda (Harris, 1937).

En este caso, los patrones en los que se basan las siguientes claves se tomaron para individuos hipotéticamente desarrollados, describiendo de manera general patrones típicos para cada subespecie.

5. El dorso, la zona ventral y la cola es de color negro oscuro uniforme que se convierte en marrón con el tiempo y la exposición (los pelos marrones viejos se sustituyen por pelos negros cuando el animal muda); sin parche ni bandas corporales: forma melánica no definida taxonómicamente.

5'. El dorso, la zona ventral y la cola es de color variable, pero no uniformemente oscura; (6).

6. El área ventral y los lados del cuerpo son blanco a gris claro que contrasta con una franja dorsal fuertemente marcada en negro, marrón oscuro a

café claro, desde las orejas o la nuca hasta la base de la cola; la cola blanca es fuertemente lavada con negro: *S. variegatoides dorsalis*.

6'. Sin franja dorsal marcada. En el área ventral y los lados del cuerpo son de color variable; (7).

7. Ventralmente blanco, cremoso o amarillo claro. A veces con una línea lateral amarillenta o rojiza; (8).

7'. El área ventral rufa a rojiza (no clara). Sin línea lateral; (10).

8. La oreja con mechones escasos de pelo en la parte superior y con manchas post-auriculares amarillo leonado a blanco prominentes en las bases. Las partes superiores gris pálido, gris-amarillento a gris oscuro lavado con negro. Las partes inferiores blancas y a veces amarillo leonado. Una línea lateral amarillenta a veces presente en los lados. La cola blanca en su mayor parte lavada con negro profundo. Habita en tierras altas del norte y este de Chinandega: *S. variegatoides underwoodi*.

8'. No presenta mechones de pelo prominente en las puntas de las orejas; (9).

9. Usualmente presenta una línea lateral rojiza. En las partes superiores marrón amarillento lavado con negro. Las partes inferiores blancas. Un parche post-auricular ocre leonado. La cola blanca lavada con negro. Habita en la zona norte montañosa del país: *S. variegatoides boothiae*.

9'. La línea lateral es ausente. Las partes superiores y los lados del cuerpo gris oscuro a amarillo leonado, lavado con negro; las partes inferiores es blanco a veces con los flancos gris amarillento. Un parche post-auricular blanco. La cola blanca lavada con negro. Se encuentra en el occidente del país: *S. variegatoides adolphi*.

10. Las partes superiores son marrón amarillento lavado con negro. Ventralmente rufo oxidado uniforme, pero variable en tono. Usualmente con mancha blanca en la garganta, el pecho, las axilas y la parte inferior del abdomen. Un parche post-auricular ocre-leonado. Es común en áreas alteradas: *S. variegatoides belti*.

10'. Similar a *belti*, pero mucho más negro por encima y con colores más vivos, muchas veces naranja-oscuro; lados con lavado más claro de



Figura 4. *Glaucomys volans*. Foto: Jon Hall.

negro. Partes inferiores y parche post-auricular rufo-anaranjado brillante. Se encuentra en zonas muy húmedas y conservadas: *S. variegatoides thomasi*.

RESUMEN DE LAS ESPECIES Y SUBESPECIES NICARAGÜENSES

Glaucomys volans (Linnaeus, 1758). Figura 4.

Ardilla planeadora / Southern Flying Squirrel.

Medidas. Lc-c 117-135, C 81-120, Lp 21-33, O 13-23; Peso 46-85 gr.

Descripción. Los individuos centroamericanos son referidos a la subespecie *G. volans underwoodi* (Goodwin, 1936, 1961). Muy pequeña; se distingue

por la membrana o patagio que se extiende entre las extremidades anteriores y posteriores; y con una línea oscura en el borde de la membrana. Esta extensión cutánea adapta al animal para la planeación aérea. Sus ojos son grandes y oscuros, adaptados para la vida nocturna. El pelaje es corto, suave, sedoso y de coloración gris-marrón claro en el dorso, con los lados de la cabeza grisácea; parte ventral de color blanco sucio o cremoso. Cola lateralmente comprimida y densamente peluda (Cahalane, 1961).

Especies similares: Ninguna otra especie en el país presenta membrana cutánea entre las extremidades.

Historia Natural. Estas ardillas son nocturnas y descansan en madrigueras en la oquedad de un tronco o un nido abandonado de pájaro carpintero, en el cual pueden vivir varias ardillas ya que tienden al gregarismo. Son más abundantes en áreas con árboles grandes que tienen más grietas y huecos para los nidos (Manzano-Fischer, 1993). Se desplazan planeando entre los árboles hasta 60 metros de distancia, extendiendo sus cuatro patas y desplegando la membrana cutánea. Las poblaciones sureñas presentan picos de nacimientos de febrero a marzo y de septiembre a octubre, una gestación de mes y medio, con camadas de dos a cuatro crías. En cautiverio logran sobrevivir hasta 13 años. Sus principales depredadores son rapaces nocturnas y didélfidos (Cahalane, 1961). Hábitat. Habitante de los bosques maduros de coníferas y los bosques mezclados entre latifoliados y pinares (Marineros y Martínez, 1998).

Distribución general. Desde Quebec y Nueva Escocia en Canadá; Texas, Kansas y Minnesota en EU, el noroeste de México hasta el sur de Honduras (Goodwin, 1936; Hall, 1981; Marineros y Martínez, 1998) y; norte de Nicaragua (Medina-Fitoria y Saldaña, 2012). Esta especie tiene una distribución fragmentada con poblaciones montañas y dispersa en México y Centroamérica. Tierras altas arriba de los 800 m. (Manzano-Fischer, 1993).

Distribución en Nicaragua. En Nicaragua se ha documentado en dos ocasiones a través de observaciones directas, ambas en los bosques de pino de la Reserva Natural Dipilto Jalapa, departamento de Nueva Segovia (Figura 5). En noviembre de 2010 se reconocieron los restos de un individuo depredado en el municipio de San Fernando, finca Montecristo (577795 /1522798. 815m), el cual no pudo ser colectado debido a su avanzado estado de

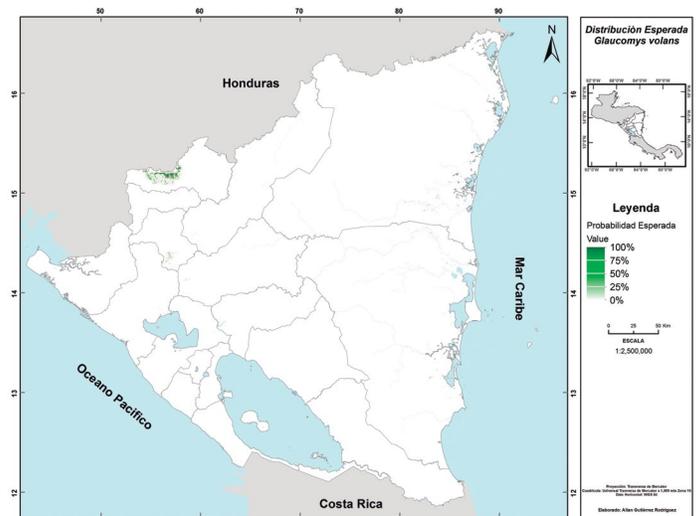


Figura 5. Mapa de distribución de *Glaucomys volans*.

descomposición y por no existir en el país un museo que proporcionara las condiciones adecuadas para su preservación.

Un segundo registro fue un individuo en su estado natural en diciembre de 2010 a las 20:30 horas, durante un muestreo nocturno quiropterológico; este se desplazaba en el bosque de pino a unos cinco metros de altura, municipio de Mozone, finca Buenavista (558042/1520069. 1653 m). Estos reportes representan nuevos límites, aumentando unos 60 km desde la localidad más austral, en el municipio del Paraíso, al sur de Honduras (Marineros y Martínez, 1998). Sin embargo, para esta especie aún no se cuenta con una muestra depositada en algún museo con procedencia Nicaragua.

Situación actual. Rara y con bajas densidades poblacionales; en Nicaragua está fuertemente asociada a los pinares y bosques de roble-encino (límite mundial del género *Pinus*). El hábitat de esta especie se ha reducido debido a la deforestación causada principalmente por la extracción de madera y la plaga del gorgojo descortezador (*Dendroctonus* sp., Coleoptera); por lo que presumimos una disminución considerable de su distribución natural. IUCN (2008) la clasifica de baja preocupación. A nivel nacional se considera en peligro de extinción debido a los pocos registros y a la notoria disminución de los bosques de pino (Medina-Fitoria et al., 2018).



Figura 6. *Microsciurus alfari*. Foto: Josué Pérez. Reserva Privada Wastuna, Caribe Norte.

Microsciurus alfari (Allen, 1895). Figura 6.

Ardilla enana norteña / Central american dwarf squirrel.

Medidas. Lc-c 108-146, C 80-130, Lp 30-41, O 12-19; Peso 72-105 gr.

Descripción. Los individuos de Nicaragua son referidos a la subespecie *M. alfari septentrionalis* (Anthony, 1920). Muy pequeña; cola peluda finamente bordeada de amarillo, más corta que la longitud cabeza-cuerpo; pelaje oscuro marrón, con la parte ventral café claro. Hocico chato, orejas cortas y peludas que no sobresalen por encima de la cabeza.

Especies similares: Se distingue de otras ardillas por su tamaño y sus orejas cortas y peludas que no sobresalen; sin rojo en la cola como en *S. granatensis*; la especie *S. variegatoides* es más grande, con la cola densamente escarchada de blanco y *S. depppei* tiene cola negruzca escarchada con blanco y cuerpo grisáceo.

Historia Natural. Diurna y arbórea, aunque puede desplazarse rápidamente por tierra. Son tímidas, solitarias o en pareja. Es estrictamente arborícola, adaptada para usar troncos de árboles. Se alimenta de frutas de palmas, semillas, vegetación e insectos; a menudo roe la corteza viva de los árboles de Inga y succionan el exudado. Pocos datos sobre apareamiento de este animal; sin embargo, al igual que la mayoría de las ardillas se supone que

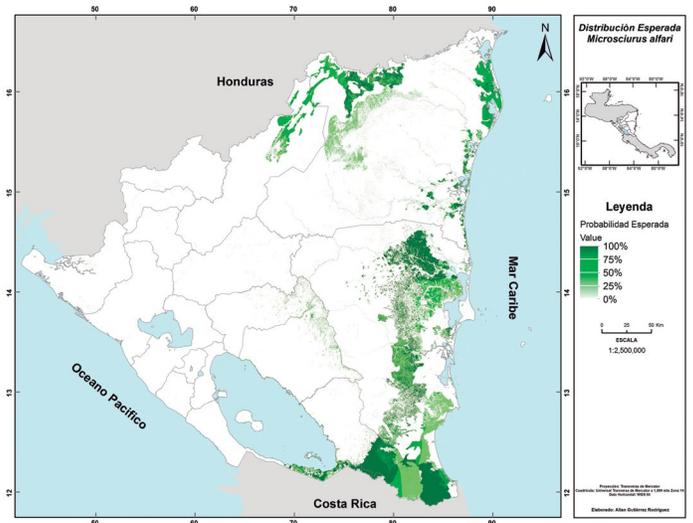


Figura 7. Mapa de distribución de *Microsciurus alfari*.

las crías son altriciales, con una probable época de reproducción entre abril y junio (Loveridge, 1935). Hábitat: Habita los bosques maduros siempre verde de tierras bajas y bosques húmedos de tierras altas (Costa Rica); se encuentra en áreas con muchas palmas (Voss y Emmons, 1996).

Distribución general. Sureste de Nicaragua (Río San Juan), hacia el sur a través de Costa Rica, Panamá y el oeste colombiano; desde el nivel del mar hasta 2,600 m (Hall, 1981).

Distribución en Nicaragua. Se localiza a lo largo de los bosques húmedos del Caribe (Figura 7). Fue descrita para Nicaragua por Anthony (1920) producto de dos individuos capturados en 1917 en el Río Sábalos, departamento de Río San Juan; lo cual marcó nuevo límite de distribución mundial (Hall, 1981). Esta especie podría presentar abundancias limitadas en el país, tomando en cuenta que solo una localidad había sido reportada durante todo el siglo XX.

Durante el presente siglo, nueve nuevas localidades son descritas para la especie en el país entre 2001 y 2014, cinco de las cuales marcan nuevas localidades al norte de su distribución conocida, siendo Bonanza en la Reserva Privada Wastuna la localidad más septentrional, lo cual marca un nuevo límite mundial para la especie (Cuadro 2).

Situación actual. Rara en el país y con bajas densidades; en Nicaragua está fuertemente asocia-

Cuadro 2. Nuevas localidades para *Microsciurus alfari* en la vertiente caribe de Nicaragua.

Fecha	Departamento	Localidad	Coordenadas - Altitud
2001-Ene	Río San Juan	RVS Los Guatuzos	748130 / 1226075 – 75m
2003-Mar	Caribe Sur	RN Cerro Wawashang	810874 / 1394491 – 120m
2005-Sep	Río San Juan	RB Indio Maíz	797280 / 1216259 – 74m
2005-Sep	Río San Juan	RB Indio Maíz	789585 / 1231768 – 87m
2011-Sep	Río San Juan	Río Sábalos	783896 / 1238474 – 136m
2013-Ene	Caribe Norte	RSP Wastuna*	755855 / 1546994 – 391m
2013-Oct	Caribe Sur	Río Scofram-caño Frijol	188176 / 1330874 – 27m
2013-Dic	Caribe Sur	RN Punta Gorda	186767 / 1268033 – 45m
2014-Abr	Caribe Sur	RN Punta Gorda	816734 / 1275122 – 32m

*= Localidad más septentrional para la especie (nuevo límite mundial).

da a los bosques húmedos de bajura del caribe. Su distribución se ha reducido fuertemente debido a la deforestación en el sureste del país, causado principalmente por la extracción de madera y el avance de la frontera agrícola. IUCN (2008) la clasifica de baja preocupación. A nivel nacional se considera amenazada debido a los pocos registros y a la acelerada disminución de los bosques en el Caribe (Medina-Fitoria *et al.*, 2018).

Sciurus deppei (Peters, 1863). Figura 8.

Ardilla matagalpina / Deppe's squirrel.



Figura 8. *Sciurus deppei*. Foto: José G. Martínez, Bartola Río San Juan.

Medidas. Lc-c 181-225, C 155-197, Lp 46-55, O 21-30; Peso 191-219 gr.

Descripción. Los individuos nicaragüenses son referidos a la subespecie *S. deppei matagalpae* (Allen, 1908). Pequeña; vista en su ambiente la cola aparenta ser del mismo tamaño que el cuerpo y cabeza. Pelos café oscuro con puntas blancas; pelaje marrón oliva oscuro o marrón rojizo, ventralmente claro, gris claro, café rojizo o amarillo pálido. Dos premolares superiores.

Especies similares: Puede ser simpátrica con *S. granatensis*, *S. richmondi* y *S. variegatoides* y se diferencia de éstas en presentar dos premolares superiores y no uno; *S. deppei* es más pequeña que *S. variegatoides* y con la cola más corta. Las especies *S. richmondi* y *S. granatensis* presentan la cola con las puntas del pelaje anaranjados; nunca con las puntas claras.

Historia Natural. Diurna y principalmente arbórea, desciende al suelo para buscar alimento o cruzar claros. Utiliza los niveles medios y superiores del bosque para descansar, usualmente con la cola sobre su espalda. Se refugia en cavidades de árboles o hace nidos de hojas en ramas a una altura de seis a 20 m (Coates-Estrada y Estrada, 1986). Son solitario y discreto, pero a veces se alimentan en grupos llamándose con trinos agudos. Su dieta incluye semillas y frutas, incluyendo *Manilkara*, *Brosimum* y *Poulsenia*; hongos, brotes y hojas (Coates-Estrada y Estrada, 1988, Emmons y Feer, 1999). Los jóvenes nacen al final de la estación seca (Reid, 2009).

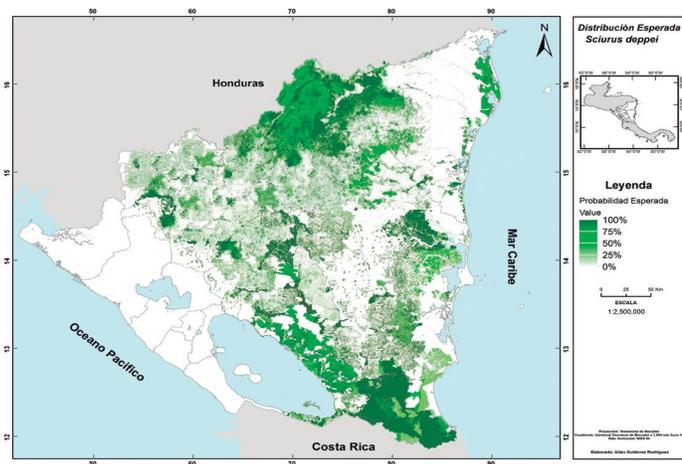


Figura 9. Mapa de distribución de *Sciurus deppei*.

Hábitat. Se encuentra en bosques siempre verde, favoreciéndole zonas húmedas y vegetación densa; así como bosques semidecíduos abiertos en elevaciones altas y plantaciones de café con sombra. Visita zonas agrícolas y puede ser plaga de maíz y otros cultivos, pero desaparece si el bosque adyacente es perturbado (Nelson, 1899).

Distribución general. Tamaulipas México, hacia el sur en ambas costas alcanzando Belice, Guatemala y El Salvador; y a lo largo de las montañas centrales de Honduras, Nicaragua hasta el norte de Costa Rica. Tierras bajas hasta 2.800 m (Thorington y Hoffmann, 2005).

Distribución en Nicaragua. Habita bosques de altura en el norte, bajando hacia la zona central

Cuadro 3. Nuevas localidades para la especie *Sciurus deppei* en Nicaragua.

Fecha	Departamento	Localidad	Coordenadas - Altitud
2001-Abr	Matagalpa	RN Cerro Musún	690531 / 1438067 - 748 m
2002-Mar	Caribe Sur	RN Cerro Wawashang*	841959 / 1412421 - 80 m
2005-Abr	Madríz	RN Cerro La Pataste	540877 / 1476410 - 1166 m
2005-Jul	Matagalpa	RN Cerro Arenal	609628 / 1442407 - 1340 m
2005-Jul	Matagalpa	RN Cerro Apante	617374 / 1426098 - 1400 m
2005-Jul	Estelí	RN Miraflores	580406 / 1464491 - 1385 m
2007-Dic	Boaco	RN Cumaica Cerro Alegre	636110 / 1393924 - 886 m
2009-Jul	Jinotega	RN Cerro Yalí	593459 / 1467986 - 1600 m
2009-Oct	Caribe Norte	Cerro Mistruk	758654 / 1533816 - 444 m
2011-Mar	Estelí	RN Miraflores	580912 / 1464635 - 1461 m
2011-Mar	Estelí	RN Cerro Quiabúk	560395 / 1447801 - 1339 m
2011-Mar	Estelí	RN Tisey-Estanzuela	569759 / 1435633 - 1292 m
2011-May	Matagalpa	RN Peñas Blancas	647206 / 1462744 - 798 m
2011-Oct	Río San Juan	Sábalos	783896 / 1238474 - 136 m
2013-Mar	Caribe Norte	RN Cola Blanca*	774188 / 1566117 - 225 m
2013-Jun	Caribe Norte	Francia Sirpi*	812320 / 1600473 - 70 m
2014-Abr	Caribe Sur	RN Punta Gorda*	816731 / 1276843 - 48 m
2014-Sep	Río San Juan	Refugio Bartola	791070 / 1214208 - 59 m
2015-Jul	Caribe Sur	Palpunta / Tumarín*	780366 / 1439757 - 69 m
2016-Mar	Jinotega	RSP El Jaguar	602515 / 1463351 - 1291 m
2016-Abr	Caribe Norte	RN Saslaya	712849 / 1517559 - 760 m
2017-Abr	Jinotega	RSP Santa Maura	623450 / 1456023 - 1200 m

*= Nuevas localidades en la vertiente caribe que amplían su área de distribución en el país.

y zonas bajas del caribe (Figura 9). Descrita para Nicaragua por Allen (1908) producto de individuos capturados en Matagalpa y Jinotega. Otros reportes incluyen Río Coco y Peñas Blancas (Allen, 1910; Hall, 1981). Entre 2001 y 2014 al menos 22 nuevas localidades son descritas, con nuevos límites de distribución en el Caribe (Cuadro 3).

Situación actual. Poco común a localmente común en el país. Utiliza una variedad de hábitats naturales, bosques de pino-roble, montanos de altura y húmedos de baja altura; tolera modificación del hábitat por lo que sus poblaciones se consideran estables, a pesar que su hábitat está fuertemente amenazado por la deforestación y el avance de la frontera agrícola, por lo que en un futuro podría verse en riesgo. A nivel internacional (IUCN, 2008) y a nivel nacional (Medina-Fitoria *et al.*, 2018) es clasificada de baja preocupación.

Sciurus granatensis (Humboldt, 1811). Figuras 10, 11.

Ardilla de cola roja / Red-tailed squirrel.

Medidas. Lc-c 188-256, C 142-220, Lp 50-58, O 23-29; Peso 212-538 gr.

Descripción. Individuos nicaragüenses estarían referidos a la subespecie *S. granatensis hoffmanni* (Peters, 1863), la subespecie del norte de Costa Rica (Hall, 1981). De tamaño mediana a grande. Con patrones intermedios de color; sin embargo, en Nicaragua presentan dorso café oscuro mezclado

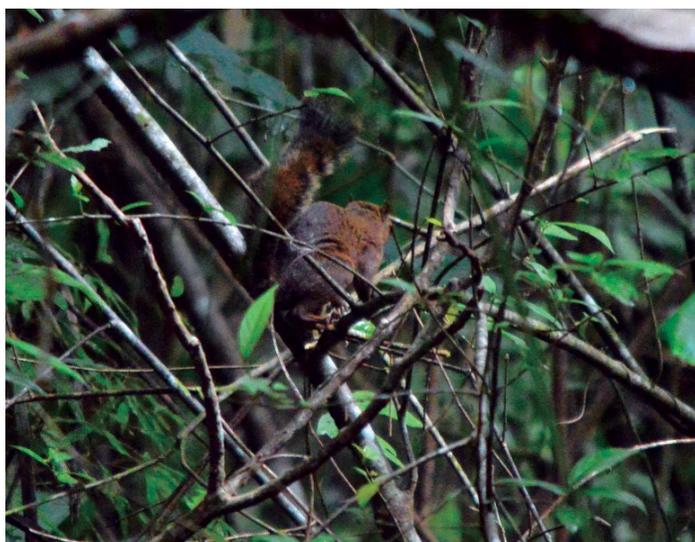


Figura 10. *Sciurus granatensis*. Foto: Silvia Robleto, Bluefields Caribe sur.

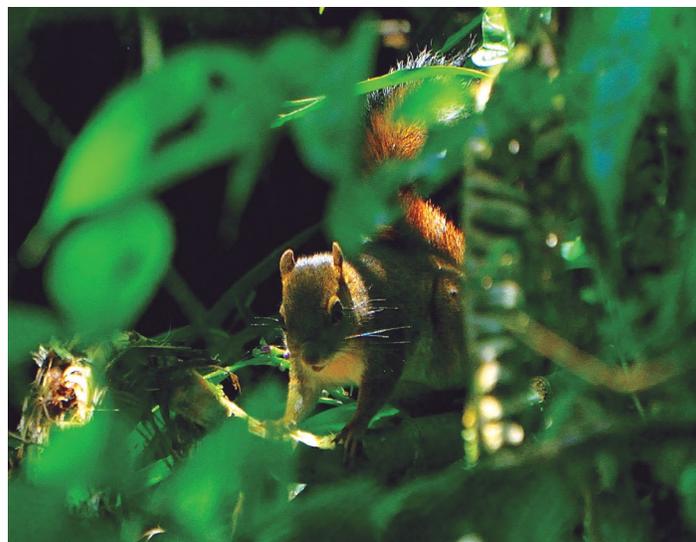


Figura 11. *Sciurus granatensis*. Foto: Milton Salazar, Macizo de Peñas Blancas.

con escarchado naranja brillante, con una línea oscura en la espalda hasta la base de la cola; pelaje ventral café rojizo profundo o anaranjado brillante que contrasta con el dorso. Orejas largas que sobresalen notoriamente la cabeza. Cola larga y voluminosa, con la base oscura; rojo anaranjado brillante en la mayor parte de su extensión y con la punta negra. Patas rojas a naranja pálido. Especies similares. Puede ser simpátrica con *S. deppei*, *S. richmondi* y *S. variegatoides*. Sin embargo, *S. deppei* y *S. variegatoides*, presentan la cola con las puntas de los pelos blancos o con apariencia escarchada. La ardilla enana *Microsciurus* es más pequeña, con las orejas cortas (no sobrepasan la coronilla de la cabeza) y con mechones de pelos; *S. richmondi* presenta el cuerpo uniformemente más pequeño, fino, estilizado y de colores menos vivos; con poco contraste entre el dorso y el vientre; cola estrecha y menos peluda.

Historia Natural. Es diurna, arborícola y solitaria. Utiliza todos los niveles del bosque, incluyendo el suelo; se alimenta de hojas, hongos, corteza y frutos, principalmente de las palmas *Astrocaryum* y *Scheelea*. Acostumbra enterrar semillas o esconderlas en huecos de árboles para cuando la comida escasea. Se refugia en árboles huecos o vegetación densa. Las hembras son territoriales y defienden su espacio de otras hembras; no así los machos que son más tolerantes a compartir su espacio. En ocasiones pueden verse varias ardillas alimentándose de un mismo árbol. El rango de hogar de un individuo es de aproximadamente cuatro hectáreas.

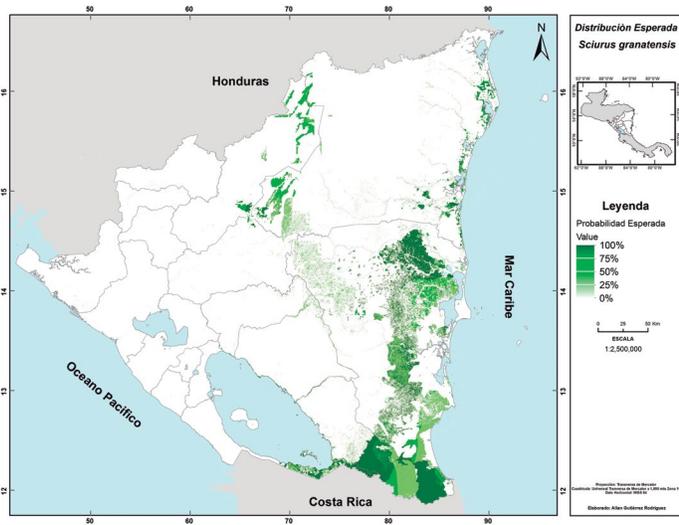


Figura 12. Mapa de distribución de *Sciurus granatensis*.

La actividad de apareamiento se acentúa durante la época seca, con camadas de una a tres crías, con dos a tres camadas por año y una gestación de 42-44 días; la lactancia continúa durante ocho a 10 semanas (Glanz *et al.*, 1982; Nitikman, 1985). Hábitat. Bosques siempreverdes y semidecuidos; más común en bosques húmedos, incluyendo crecimiento secundario y plantaciones, siendo plaga de cultivos de banano y cacao (Morales-Jiménez *et al.*, 2004).

Distribución general. Norte de Costa Rica, Panamá; Ecuador, Colombia y Venezuela; Trinidad y Tobago (Wilson y Reeder, 2005); sureste de Nicaragua (Medina-Fitoria y Saldaña, 2012). En Centroamérica por debajo de los 1000 m (Reid, 2009).

Distribución en Nicaragua. Se encuentra en el Caribe del país, en bosques húmedos del sureste de baja altitud, subiendo a bosques húmedos de altura hacia el norte (Figura 12). Reportada para Nicaragua por Medina-Fitoria y Saldaña (2012) producto de un individuo observado en 2005 en la Reserva Biológica Indio Maíz, departamento de Río San Juan (797280/1216259. 74 m). Este reporte amplió el límite de distribución mundial en 80 km desde la localidad más septentrional conocida, en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica (Voss y Emmons, 1996). En 2016 un individuo fue fotografiado en el municipio de Bluefields (791259 / 1353548. 72 m) y en mayo 2018 otro fue registrado en el Macizo de Peñas Blancas al norte de Nicaragua (639409 /

1467370. 1123 m) lo cual marcaría un nuevo límite mundial para la especie a unos 320 km al norte de la Selva Costa Rica. Sin embargo, para esta especie no se cuenta en el país con un individuo depositado en algún museo.

Situación actual. Poco común en el país, pero debido a que utiliza una variedad de hábitats, inferimos en que sus poblaciones podrían no presentar mayor amenaza. Sin embargo, su hábitat natural está fuertemente alterado debido a la deforestación, por lo que en un futuro podría verse en riesgo. El hecho que esta especie se presente en el país en el límite de su distribución, podría presentar poblaciones pequeñas y aisladas de la población principal; por lo que requiere estudios tanto de taxonomía clásica morfológica y de distribución, como de citotaxonomía para evaluar su situación en el país. A nivel internacional (IUCN, 2008) y nacional (Medina-Fitoria *et al.*, 2018), está clasificada de baja preocupación.

Sciurus richmondi (Nelson, 1898). Figura 13.

Ardilla endémica nicaragüense / Richmond's squirrel.

Medidas. Lc-c 160-218, C 130-184, Lp 40-55, O 15-30; Peso 235-268 gr.

Descripción. De tamaño pequeña a mediana. Dorsalmente uniforme en color café oscuro a ocre, ventralmente más pálido. Anillo ocular amarillo opaco; orejas sobresalen sobre la corona y están esca-



Figura 13. *Sciurus richmondi*. Foto Yuri Aguirre, Humedales de Bluefields Caribe sur.

samente cubiertas con pelos oscuros. Cola estrecha y mayoritariamente oscura escarchada de naranja pálido (Jones Jr. y Genoways, 1971; Nelson, 1898).

Especies similares: La ardilla endémica presenta el cuerpo uniformemente más pequeño, fino, estilizado y de colores menos vivos que *S. granatensis*. Presenta la cola estrecha y no larga y voluminosa como *S. granatensis*. Las ardillas *S. deppei* y *S. variegatoides* presentan la cola con las puntas de los pelos blancos o con apariencia de un escarchado; y *Microsciurus* es más pequeña, con orejas cortas (no sobrepasan la cabeza) y con mechones prominentes de pelos.

Historia Natural. Pobremente conocida. Es diurna y solitaria. Forrajea en el suelo y en el sotobosque y, rara vez se ve en el dosel. Presenta una temporada de cría de febrero a septiembre con dos o tres crías por camada (Jones y Genoways, 1971, 1975). Hábitat. Habita el bosque maduro siempreverde de tierras bajas siguiendo los cursos de los bosques riparios y a veces en plantaciones perennes como los cacaotales (Ulmer, 1995).

Distribución general. Especie endémica de las zonas Central y Caribe nicaragüense (Jones Jr. y Genoways, 1971; Ulmer, 1995). Tierras bajas hasta aproximadamente los 400 m.

Distribución en Nicaragua. A lo largo de la costa Caribe y la zona central del país (Figura 14). Reportada históricamente para la zona central en los departamentos de Matagalpa, Boaco, Chontales y el Caribe sur, desde la cuenca baja del Río Grande de Matagalpa hasta el sur de Bluefields donde fue colectada por primera vez en 1892 en el Río Escondido; al menos 53 especímenes de 11 localidades

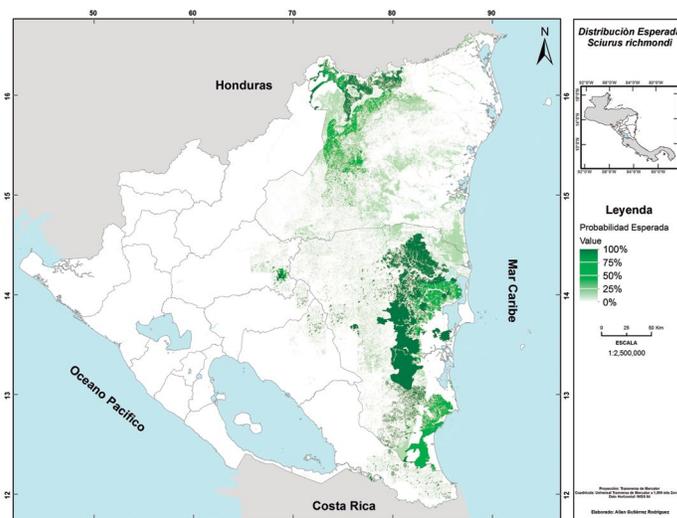


Figura 14. Mapa de distribución de *Sciurus richmondi*.

han sido registrados de esta zona y están resguardados en museos (Jones y Genoways, 1971). Un reporte de 1995 la ubica en el Caribe norte, municipio de Bonanza, ampliando el límite de distribución en 95 km hacia el norte, desde Matagalpa (Río Tuma) la localidad más septentrional previamente conocida (Ulmer, 1995).

Tres nuevos reportes son descritos para la especie en el presente siglo, todos del municipio de Bluefields, dos en la cuenca del Río Scofram (Bradford *et al.*, 2001; Medina-Fitoria, 2016) y uno en el río Pijibay (cuenca baja del Río Punta Gorda) al norte de la Reserva Indio Maíz, lo cual representa la localidad más austral conocida (Medina-Fitoria *et al.*, 2016). Al menos cuatro localidades más son descritas para la especie en el Caribe sur del país (Cuadro 4).

Cuadro 4. Nuevas localidades para la especie *Sciurus richmondi* en Nicaragua.

Fecha	Departamento	Localidad	Coordenadas - Altitud
2002-Mar	Caribe Sur	RN Cerro Wawashang	841959 / 1412421 - 80 m
2011-Jun	Caribe Sur	Río La Toboba	807725 / 1354533 - 30 m
2014-Abr*	Caribe Sur	Río Pijibay /Punta Gorda	185426 / 1265463 - 35 m
2016-Jul	Caribe Sur	Río Kukra River	186116 / 1317146 - 7 m
2016-Oct	Caribe Sur	Sn. Miguel Casa de Alto	777121 / 1438906 - 63 m

*= Medina-Fitoria *et al.*, 2016 (límite sur).

Situación actual. Se presenta en bajas densidades por lo que se considera rara a poco común. Es considerada la ardilla más amenazada en el país debido a su restringido rango de distribución (Zúñiga, 1999). Está fuertemente asociada a bosques húmedos maduros del caribe y la parte central del país, una zona sometida a alta deforestación principalmente al occidente de su distribución (Chontales), por lo que presumimos extinciones locales en esta zona. IUCN (2008) la clasifica casi amenazada y con tendencias poblacionales desconocidas, cercanamente a calificar como Vulnerable. A nivel nacional se considera en peligro de extinción debido a la notoria disminución de los bosques maduros en el sureste del país. Solo en la zona de Bluefields el avance de la frontera agrícola ha llegado a ocupar en el 2011 más de la mitad del municipio (Poveda y Valerio, 2012). Esto indica que la especie ha perdido la mayor parte de su área de distribución histórica y muy probable que la población haya sufrido una reducción considerable.

Sciurus variegatoides (Ogilby, 1839).

Ardilla del pacífico / Variegated squirrel.

Medidas. Lc-c 240-300, C 239-320, Lp 45-70, O 20-33; Peso 447-909 gr.

Descripción. De manera general tiene el pelo largo, suave y de color variable. Existen seis subespecies en el país las cuales varían en color. Cola generalmente con pelos claros (apariencia canosa) entremezclados con pelos oscuros, rojizos; a veces se presenta completamente negra; dos premolares superiores.

Especies similares: Puede ser simpátrica con *S. granatensis*, *S. richmondi* y *S. deppei*. Se diferencia de *S. richmondi* y de *S. granatensis* en que éstas presentan la cola con las puntas de los pelos anaranjados; nunca con las puntas claras como en la mayoría de formas de *S. variegatoides*. La ardilla *S. deppei* es más pequeña y con la cola corta.

Historia Natural. Diurna, arbórea; aunque ocasionalmente descienden al suelo. Son territoriales y su presencia es evidente por sus nidos de hojas en las cúspides de los árboles. Tienen dieta muy variada, compuesta por hongos y más de 25 especies vegetales (Gómez, 1983). Se considera plaga para muchos cultivos como banano (*Musa* sp.), papaya (*Carica papaya*), coco (*Cocos nucifera*), aguacate

(*Persea americana*), mango (*Manguifera indica*) y zanahoria (*Daucus carota*); así como especies forestales de las cuales consume hojas, brotes, frutos o semillas, entre ellas el pochote (*Bombacopsis quinata*), almendro (*Terminalia catappa*), malinche (*Delonyx regia*), palma real (*Attalea butyracea*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), jobo (*Spondias mombin*) y roble (*Quercus oleoides*) (Glanz, 1984; Hilje y Monge, 1988). Esta especie es un importante diseminador de semillas de especies como jiñocuabo (*Bursera simaruba*), siendo los frutos maduros de esta planta una importante fuente de alimento en la época seca. En Nicaragua, también la hemos visto depredando polluelos de aves (*Zenaida asiática*) en zonas urbanas. Los nacimientos en Nicaragua se dan a finales de la estación seca, entre mayo y junio, con camadas de cuatro a seis crías. Hábitat. Se encuentra en una gran variedad de hábitats desde conservados hasta alterados, incluyendo agroecosistemas; bosques siempreverdes hasta bosques secos, montanos y pino-roble (Musser, 1968).

Distribución general. Desde el sur de Chiapas (México) a través de Centroamérica hasta el centro de Panamá (Hall, 1981). Desde el nivel del mar hasta los 2,500 m (Best, 1995).

Distribución en Nicaragua. Es la ardilla más común, encontrándose en todo el país. Aunque se adapta fácilmente a una gran variedad de ambientes incluyendo hábitats alterados, sí se presenta una distribución restringida para las diferentes subespecies:



Figura 15. Vista dorsal de *Sciurus variegatoides adolphei* (MVZ 110304), Museum of Vertebrate Zoology (MVZ), University of California, Berkeley. Reserva Natural Volcán Cosigüina. Foto: Robert Timm.

Sciurus variegatoides adolphei (Lesson, 1842); (Figuras 15, 16). Subespecie endémica de Nicaragua. Restringida a la esquina noroeste del país, en el departamento de Chinandega (Figura 17). Localidades: Puerto el Realejo (Hall, 1981) y Reserva Natural Volcán Cosigüina (Genoways y Timm, 2005). Tierras bajas y medias; nivel del mar hasta 800 m.



Figura 16. Vista ventral de *Sciurus variegatoides adolphei* (MVZ 110304), Museum of Vertebrate Zoology (MVZ), University of California, Berkeley. Reserva Natural Volcán Cosigüina. Foto: Robert Timm.

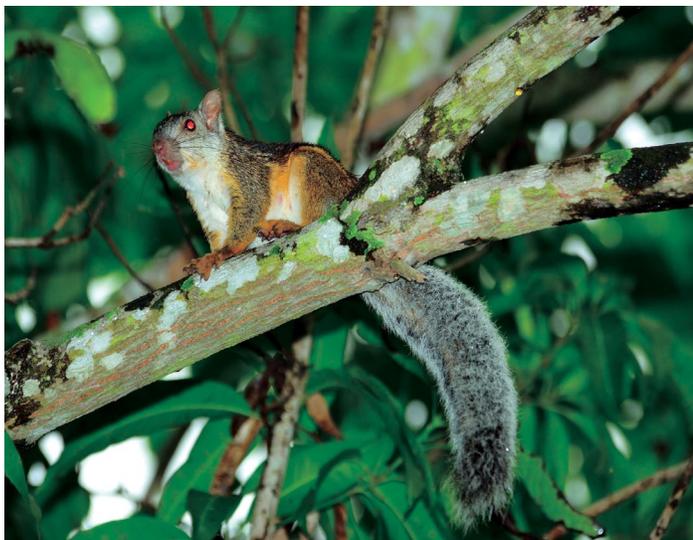


Figura 18. *Sciurus variegatoides underwoodi*. Foto: José G. Martínez. Reserva Silvestre Privada Hato Nuevo, Chinandega.

Sciurus variegatoides underwoodi (Goldman, 1932); (Figura 18). Se distribuye al este de El Salvador, suroeste de Honduras y el Noroeste de Nicaragua. En Nicaragua es conocida en los departamentos de Chinandega y Jinotega (Figura 19). Localidades conocidas, Reserva Natural Volcán San Cristóbal y el municipio de San Rafael del Norte (Hall, 1981); posiblemente más hacia el sur en la zona central. Tierras bajas hasta 1,200 m. usualmente cerca de 800 m.

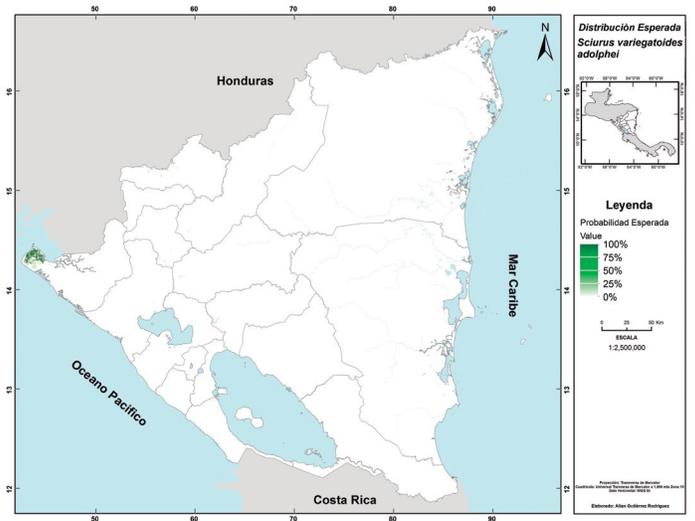


Figura 17. Mapa de distribución de *Sciurus variegatoides adolphei*.

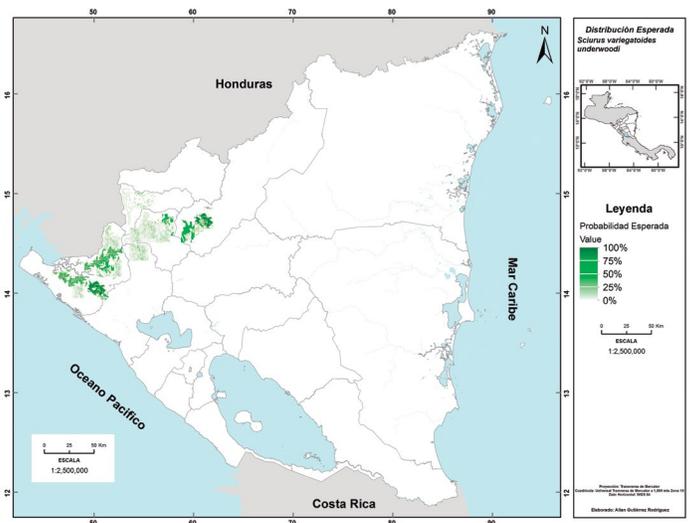


Figura 19. Mapa de distribución de *Sciurus variegatoides underwoodi*.



Figura 20. *Sciurus variegatoides boothiae*. Foto: Eric van der Berghe, Selva Negra Matagalpa.



Figura 22. *Sciurus variegatoides dorsalis*. Foto: José G. Martínez, Carazo.

Sciurus variegatoides boothiae (Gray, 1843); (Figura 20). Se distribuye del este de Guatemala a través de Honduras hasta el norte de Nicaragua. En Nicaragua se encuentra en las montañas del departamento de Nueva Segovia (Figura 21). Localidades conocidas, municipios de Jalapa y El Jicaró (Hall, 1981). Tierras medias y altas del norte del país, 500-2,000 m.

Sciurus variegatoides dorsalis (Gray, 1849); (Figura 22). Se encuentra en la vertiente del pacífico de

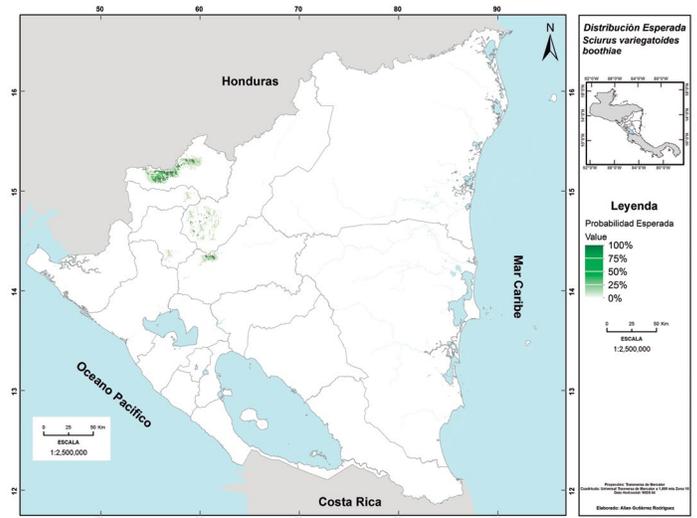


Figura 21. Mapa de distribución de *Sciurus variegatoides boothiae*.

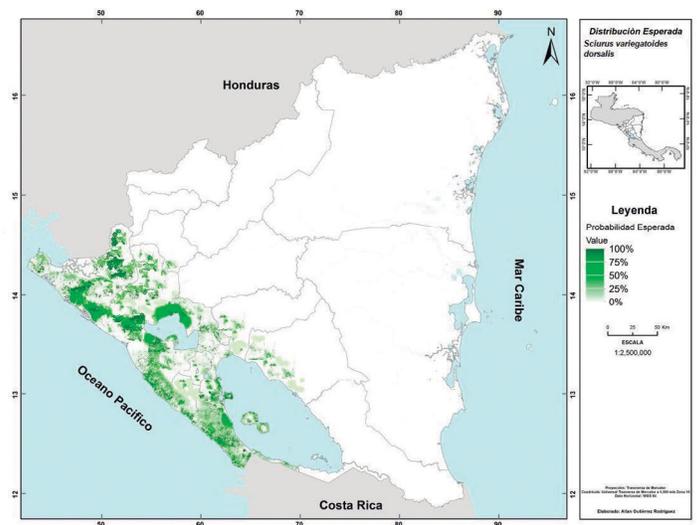


Figura 23. Mapa de distribución de *Sciurus variegatoides dorsalis*.

Nicaragua y noroeste de Costa Rica. En Nicaragua se encuentra a lo largo de toda la costa pacífica, desde Chinandega hasta Rivas; y las zonas secas del Norcentro en los departamentos de Estelí, Boaco y Chontales; abundante en el suroeste del país y alrededor de los lagos Xolotlán y Cocibolca (Figura 23). Desde el nivel del mar hasta los 1,000 m.

Sciurus variegatoides thomasi (Nelson, 1899); (Figura 24). Se distribuye del sureste de Nicaragua a través de Costa Rica hasta el oeste de Panamá



Figura 24. *Sciurus variegatoides thomasi*. Foto: José G. Martínez, Bartola Río San Juan.

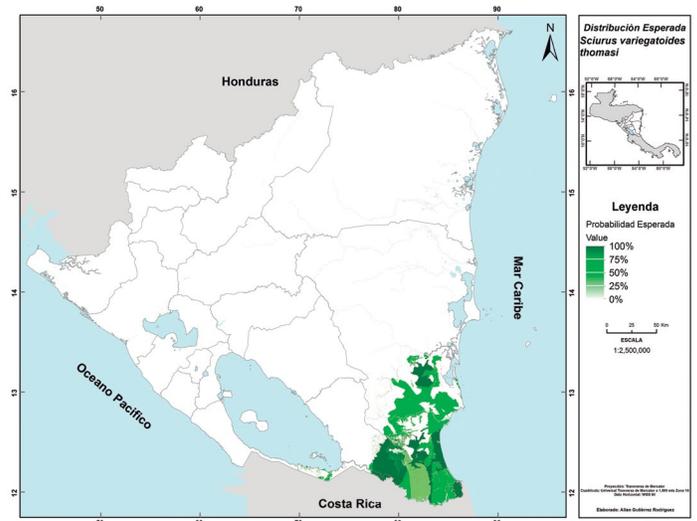


Figura 25. Mapa de distribución de *Sciurus variegatoides thomasi*.



Figura 26. *Sciurus variegatoides belti*. Foto: Arnulfo Medina, La cruz de Río Grande Caribe sur.

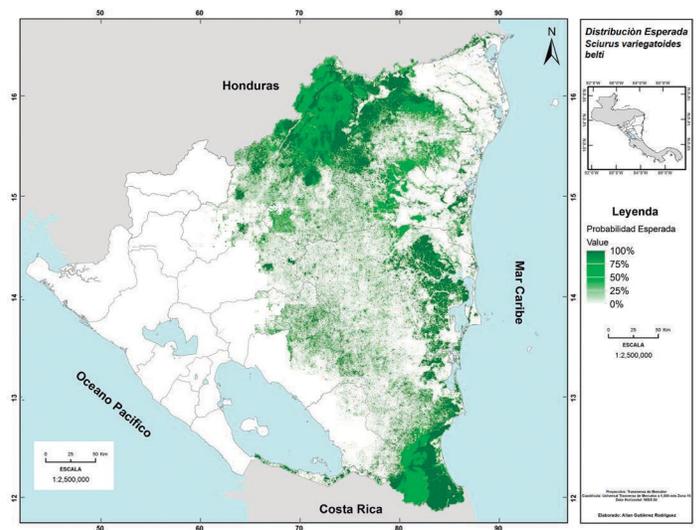


Figura 27. Mapa de distribución de *Sciurus variegatoides belti*.

(Hall, 1981). En Nicaragua se ha reportado únicamente en el sureste, en el departamento de Río San Juan, municipio de San Juan del Norte (Figura 25). Sin embargo, ésta podría encontrarse más al norte, posiblemente hasta los humedales de Bluefields, debido a que se confunde con facilidad con *S. variegatoides belti* (la cual se distribuye a través de toda la vertiente caribe). Esta subespecie parece ocupar áreas con mayor densidad de vegetación y mayor humedad que *belti*. Únicamente tierras bajas.

Sciurus variegatoides belti (Nelson, 1899); (Figura 26). Se distribuye desde el Caribe hondureño, a través de la costa caribeña nicaragüense hasta el noreste de Costa Rica (Hall, 1981); oeste de Panamá (Reid, 2009). En Nicaragua se encuentra a lo largo de toda la costa caribe, la región central (Chontales) hasta las laderas de las tierras altas del norte en Matagalpa y Jinotega (Figura 27). Tierras bajas hasta los 1,500 m.



Figura 28. Forma melánica de *S. variegatoides*, (Foto: Orlando Jarquín, Bartola Río San Juan).

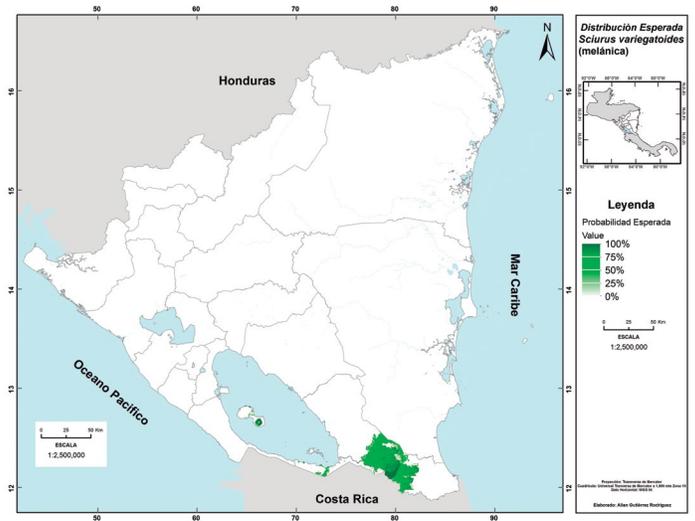


Figura 29. Mapa de distribución de la forma melánica de *Sciurus variegatoides*.



Figura 30. *Sciurus variegatoides*, Isla de Ometepe: posible intergradación no definida taxonómicamente. Foto: Arnulfo Medina.



Figura 31. *Sciurus variegatoides*, Isla de Ometepe: posible intergradación no definida taxonómicamente. Foto: Eric van den Bergh).

Forma melánica de *Sciurus variegatoides*; (Figura 28). En Nicaragua se ha reportado para el sur del país en ambas costas (Figura 29). Dos localidades son confirmadas en el país, en la isla de Ometepe (662644 / 1264089.962 m) Pacífico sur (Rivas), donde ocupa los bosques húmedos y montanos del volcán Maderas por arriba de los 800 m. Una segunda localidad en el Refugio Bartola en Río San Juan (791070 / 1214208.59m). Tierras bajas hasta los 1,000 m.

Otras formas o intergradaciones no definidas taxonómicamente. Isla de Ometepe departamento de Rivas, Reserva Natural Volcán Maderas: a) Posible intergradación de alguna forma con línea dorsal (Figura 30). b) Posible intergradación de alguna forma sin banda dorsal (Figura 31). Otras formas no reconocidas: Norte del país Matagalpa, Reserva Natural Cerro Arenal, (Figura 32). Suroeste del país Rivas, Reserva Silvestre Privada El Abuelo, (Figura 33).



Figura 32. *Sciurus variegatoides*, norte del país, departamento de Matagalpa, Reserva Natural Cerro Arenal. Foto: Orlando Jarquín.

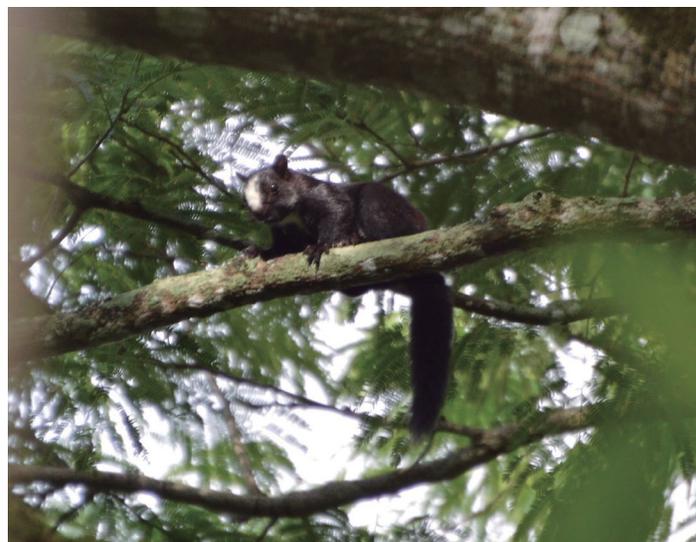


Figura 33. *Sciurus variegatoides*, suroeste del país Rivas, Reserva Silvestre Privada El Abuelo. Foto: Orlando Jarquín.

DISCUSIÓN

Debido al parentesco de las ardillas nicaragüenses, éstas son morfológicamente muy similares; sin embargo, la variación de patrones de coloración en algunas de ellas es sorprendente, debido a la gama de aspectos que muestra *S. variegatoides* en todo el país, con seis subespecies y una cantidad no determinada de intergradaciones. La isla de origen volcánico Ometepe (276 km²), que al parecer estuvo unida al continente es un caso muy interesante, ya que en ella se reconoce taxonómicamente a la subespecie *S. variegatoides dorsalis*, aunque se evidencia la coexistencia al menos de cuatro patrones de coloración muy diferentes entre sí, incluyendo una población totalmente melánica.

Estos hechos nos muestran una separación geográfica que ha establecido dos o más formas debido a condiciones naturales en la isla, como por ejemplo la diversidad de ambientes producto de la actividad volcánica y una marcada influencia lacustre. Estas consideraciones plantean la hipótesis de que formas diferentes pueden generarse en la isla unas de otras y que la adaptación al ambiente es una parte integral de este fenómeno de especiación.

Adaptaciones al ambiente parecen definir la distribución de las especies en Nicaragua, con barreras geográficas y ecológicas que podrían ser obstáculos de dispersión para algunas de ellas. Las montañosas del norte, las cuales constituyen un

escudo de tierras altas, representa no solo la terminación de la antigua masa continental Norteamericana, sino también la distribución de los bosques de coníferas y sus asociaciones, siendo ésta una barrera natural para fauna propia de estos ecosistemas, como la ardilla *G. volans*.

Este escudo se extiende por la región central del país y desciende en dos vías, una hacia el oeste para dar paso a la depresión del Pacífico dominada por los grandes lagos y la cadena volcánica y otra hacia el este que desciende en llanuras bajas, cálidas y húmedas hasta el litoral marino del Caribe. Marcados gradientes de precipitación y altitud determinan las principales formaciones ecosistémicas y vegetales de estas regiones y que son las principales causales de la distribución de las especies y subespecies. De esta manera tenemos en el país una especie que habita única y exclusivamente en las altas montañas del norte (*G. volans*), tres que son típicas de los bosque húmedos del Caribe (*S. richmondi*, *S. granatensis* y *M. alfar*); una especie (*S. deppei*) propia de zonas húmedas de ambos biomas (altas montañas y tierras bajas del Caribe) y una más que se distribuye por todo el país, *S. variegatoides*; aunque las subespecies son propias a un solo tipo de ecosistema.

CONSERVACIÓN

De las seis especies que existen en Nicaragua, tres se encuentran en alguna categoría de riesgo y una

de ellas es endémica (Medina-Fitoria *et al.*, 2018). Una característica común de éstas, es su asociación a ecosistemas particulares y requerimientos de hábitat específicos. Algunos de estos hábitat han merjado su cobertura en el país, a tal punto que algunas especies podrían estar presentando poblaciones fragmentadas, pequeñas y aisladas entre sí, lo cual las hace vulnerables a cualquier cambio de su ambiente, aunque este evento sea totalmente esporádico, como un huracán o un incendio forestal.

La especie *G. volans*, presenta una población aislada en las áreas montañosas de bosques de pino y pino-roble del norte del país y actualmente podría estar desapareciendo de varias localidades por la tala inmoderada de estos bosques. Casos similares son los de *S. richmondi* y *M. alfari* que se encuentran particularmente asociadas al bosque muy húmedo del sureste del país y sus poblaciones que son generalmente escasas (Anthony, 1920; Jones Jr. y Genoways, 1971), podrían ya haber disminuido debido a las tasas de deforestación.

Aunque los cambios en la composición y riqueza de las comunidades vegetales han afectado a algunas especies, también es cierto que la capacidad de adaptación de algunas de ellas, como *S. deppei* y *S. variegatoides*, les ha permitido superar o resistir las presiones que ocasionan los cambios de uso del suelo, incluso en áreas degradadas. No obstante, la magnitud de amenaza en estas especies es inminente si se considera la extinción local de poblaciones y/o subespecies, algunas de las cuales son muy específicas a determinados hábitat.

AMENAZAS

A partir de 1999 el 74% de las tierras en el país está bajo producción agropecuaria (MARENA, 1999), destacándose las pasturas para ganadería extensiva que ocupan el 46% del territorio nacional (CABAL, 2010). De manera que, con los agroecosistemas y pastos dominando Nicaragua e invadiendo rápidamente los últimos bosques, sumado a una población en rápido crecimiento, se debe de explorar cada vez más las opciones para el diseño y gestión de paisajes agrícolas, para cumplir los objetivos tanto productivos y de conservación (Harvey *et al.*, 2005); por lo que, conservar la fauna en el país dependerá no sólo de la protección de áreas protegidas, sino también en la gestión de los paisajes antropizados.

Nicaragua presenta una alta tasas de deforestación con 2.1% por año (75,000 ha) producto de las actividades de colonización espontánea, ganadería extensiva, el fuego y la agricultura migratoria (PNUD, 2000). Este fenómeno explica casi la totalidad de la pérdida de biodiversidad en Nicaragua y lo más grave de esta pérdida, es que se ha vuelto un fenómeno irreversible. Es decir, gran parte de la cobertura forestal que se pierde no se regenera, porque cada vez son menos los bosques con ese potencial. Se calcula que si la deforestación continúa al ritmo actual, gran parte de los últimos bosques del país estarán destruidos al alcanzar la mitad del siglo XXI, quedando únicamente remanentes en reservas y parques, si es que los mismos pueden ser protegidos adecuadamente.

A pesar de este panorama, los esfuerzos que se realizan para tratar de conservar los últimos bosques del país no se corresponden con la gravedad del problema, nuestro marco legal parece regular la exportación o la caza de ciertas especies pero no pareciera hacer nada sobre la destrucción de su hábitat, a pesar de que es ampliamente reconocido que es la causa principal de la desaparición de casi todas las especies que se encuentran en riesgo.

Por otro lado, existe un comercio ilegal y no cuantificado de ardillas en Nicaragua, el cual se realiza por medio de la captura de crías para venderlas como mascotas en mercados o a orillas de carreteras en poblados rurales. Al menos una especie, *S. variegatoides* está sujeta a este tipo de aprovechamiento sin ningún lineamiento de ley. La caza de individuos cobra también un mayor número de víctimas a medida que se aumentan las plantaciones como el cacao, cuyos propietarios realizan control de plaga a través del exterminio directo o con cebos envenenados.

Como consecuencia de esta problemática, consideramos que las especies de ardillas nicaragüenses, tanto las consideradas en riesgo como las relativamente comunes, han perdido parte de su área natural y la perspectiva de supervivencia es mínima si no se logran frenar y revertir los factores de deterioro; ya que en caso contrario, algunas especies comenzarán a extinguirse, comenzando a nivel local en el país, lo cual podría extenderse a nivel regional en el futuro y por último a nivel mundial.

Sabemos que aún existen poblaciones de ardillas que por falta de investigación no se han identificado taxonómicamente y tampoco se conoce el tamaño de sus comunidades, distribución exacta, interacción o comportamiento, por lo que urge la realización de estudios específicos tanto ecológicos como a nivel genético para determinar con mayor certeza estos aspectos. Censos poblacionales, que determinen la sobrevivencia de las crías y uso de hábitat para proteger especies en riesgo, manejo de factores limitantes, historia de vida, estudios sobre salud, zoonosis, nutrición y tráfico. Educación ambiental enmarcada en la conservación de las ardillas, su manejo como especie plaga y sus servicios ambientales.

Por otro lado, en Nicaragua la Ley N° 64723 que reforma la Ley de Medio Ambiente y Recursos Naturales incluye el concepto de “sistema de valoración y pago por servicios ambientales, como instrumento de gestión ambiental, con el fin de valorar y establecer un pago por servicios, así como generar financiamiento e incentivos para la promoción de la conservación, preservación y uso sostenible del ambiente y los recursos naturales”. Aunque se carece de la reglamentación de la misma, esta ley es el marco que regula la temática en el tema, por lo que consideramos que debería existir en el actual marco legal, incentivos directos e indirectos para la conservación, restauración y manejo del bosque, involucrando directamente a agricultores y ganaderos. Se desprende la necesidad de disponer de una política diferenciada para el tema y la extracción de leña en el pacífico del país.

AGRADECIMIENTOS

Agradece a todas aquellas personas e instituciones que han colaborado para hacer posible esta publicación. A David Villalobos Chaves de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica por sus valiosos comentarios. A las siguientes instituciones y personas por apoyar decididamente la investigación en el país, Ministerio del Ambiente MARENA, Universidad Centroamericana UCA-Nicaragua, Refugio Bartola en Río San Juan y su propietaria Sandra Castillo, Reserva Silvestre Privada El Jaguar, Centro de Entendimiento con la Naturaleza (CEN-Peñas Blancas) y a IITF del Servicio Forestal de los Estados Unidos y especialmente al Sr. Jerry Bauer. El material fotográfico de especímenes extranjeros fue posible gracias a Robert M. Timm del Department of Ecology & Evolutionary

Biology University of Kansas, Ned Gilmore Collection Manager Department of Vertebrate Zoology Academy of Natural Sciences of Drexel University y Robert C. Dowler por proveer los contactos. A todos ellos nuestra gratitud.

LITERATURA CITADA

- Allen, J.A. 1908. Mammals from Nicaragua. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 26:647-670.
- Allen, J.A. 1910. Additional Mammals from Nicaragua. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 28:87-115.
- Alston, E.R. 1882. Mammalia. Pp. 1-220, *en: Biología Centrali-Americana* (Godman, F. y O. Salvin, eds.) Taylor and Francis, London.
- Álvarez, T. y S.T. Álvarez-Castañeda. 2000. Clave para la identificación de órdenes, familias, géneros y especies de mamíferos de México. Pp 831-861, *en: Mamíferos del noroeste de México II*. (Álvarez-Castañeda, S.T. y J.L. Patton, eds.), Centro de Investigación Biológica del Noroeste, S.C.
- Anderson, R.P. y E. Martínez-Meyer. 2004. Modeling species geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biología de la Conservación*, 116:167-179.
- Anthony, H.E. 1920. New rodents and new bats from Neotropical regions. *Journal of Mammalogy*, 1:81-86.
- Best, T.I. 1995. *Sciurus variegatoides*. *Mammalian Species*, 500:1-6.
- Black, C.C. 1972. Holarctic evolution and dispersal of squirrels (Rodentia: Sciuridae). *Evolution Biology*, 6:305-322.
- Bradford, D., M. Castrillo, R. Guevara, D. Gutiérrez, Z. Ramos y J. Sing. 2001. Estado actual de la fauna silvestre de la cuenca del río Scofram, doce años después del huracán Juana. *Revista Wani*, 32:49-60.
- Briggs, J.C. 1967. Relationships of the tropical shelf regions. *International Conference Tropical Oceanography University Miami Institute Marine Science*, 5:569-576.

- Cahalane, V.H. 1961 *Mammals of North America*. The Macmillan Company, New York.
- CABAL. 2010. *Bosques, Deforestación y Monitoreo de Carbono: Una valoración del Potencial de REDD+ en Mesoamérica*. S.A. ed. Prisma.
- Coates-Estrada, R. y A. Estrada. 1986. *Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas*. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Coates-Estrada, R. y A. Estrada. 1988. Frugivory and seed dispersal in *Cymbopetalum baillonii* (Annonaceae) at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 4:157-172.
- Coates, A.G. y J.A. Obando. 1996. The Geologic Evolution of the Central American Isthmus. Pp. 21-56, en: *Evolution and Environment in Tropical America*. (Jackson, J.B.C., A.F. Budd y A.G. Coates, eds.), University of Chicago Press, Illinois.
- Denevan, W.M. 1961. The upland pine forest of Nicaragua. *University California Publ. Geography*, 12:251-320.
- Emmons, L. y F. Feer. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical, Una guía de campo. Primera ed. español. Editorial FAN., Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Emry, R.J. y R.W. Thorington, Jr. 1982. Descriptive and comparative osteology of the oldest fossil squirrel, *ProtoSciurus* (Rodentia: Sciuridae). *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 47:1-35.
- Emry, R.J. y W. Korth. 2007. A new genus squirrel (Rodentia, Sciuridae) from the mid-cenozoic of North America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27:693-698.
- Fabre, P.H., L. Hautier, D. Dimitrov, y E.J.P. Douzery. 2012. A glimpse on the pattern of rodent diversification: a phylogenetic approach. *BMC Evolutionary Biology*, 12:1-19.
- Frick, C. 1933. New remains in trilophodont-tetrabulodont mastodonts. *American Museum of Natural History Bulletin*, 59:505-652.
- Genoways, H.H y J.K Jones Jr. 1971. Second specimen of *Oryzomys dimidiatus*. *Journal of Mammalogy*, 52:833-834.
- Genoways, H.H y R.M Timm. 2004. The Xenarthrans of Nicaragua. *Mastozoología Neotropical*, 10:231-253.
- Genoways, H.H y R.M Timm. 2005. Mammals of the Cosigüina peninsula of Nicaragua. *Mastozoología Neotropical*, 12:153-179.
- Glanz, W.E. 1984. Food and habitat use by two sympatric *Sciurus* species in Central Panama. *Journal Mammal*, 65:342-347.
- Glanz, W.E., R.W. Thorington, Jr., J. Giacalone-Madden y L.R. Heaney. 1982. Seasonal food use and demographic trends in *Sciurus granatensis*. Pp. 239-252, en: *The ecology of a tropical forest* (Leigh, Jr. E.G., A.S. Rand y D.M Windsor, eds.) Smithsonian Institution Press. Washington. D.C.
- Gómez, L.D. 1983. Variegated squirrels eat fungi, too. *Brenesia*, 21:458-459.
- Goodwin, G. 1936. A new flying squirrel from Honduras. *American Museum of Natural History*, 898:1-2.
- Goodwin, G. 1961. Flying squirrels (*Glaucomys volans*) of middle America. *American Museum of Natural History*, 2059:1-11.
- Gray, J.E. 1867. Synopsis of the species of American squirrels in the collection of the British Museum. *Annals and Magazine of Natural History, Including Zoology, Botany, and Geology Series*, 20:415-434.
- Halffter, G. 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central American. *Annual Review Entomology*, 32:95-114.
- Hall, E.R. 1981. The Mammals of North America. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, 2:601-1181.
- Hall, E.R. y K.R. Kelson. 1959. *The mammals of North America*. Ronald Press, New York, 1:1-546 + 79.
- Harris, W.P. Jr. 1937. Revision of *Sciurus variegatoides*, a species of Central American squirrel. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan*, 38:1-39.
- Harvey, C.A., C. Villanueva, J. Villacís, M. Chacón, D. Muñoz, M. López, M. Ibrahim, R. Taylor, J.L. Martínez, A. Navas, J. Sáenz, D. Sánchez, A. Medina, S. Vílchez, B. Hernández, A. Pérez, F. Ruiz, F. López, I. Lang, S. Kunth, y F.L. Sin-

- clair. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes in Central America. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 111:200-230.
- Hershkovitz, P. 1970. Supplementary notes on neotropical *Oryzomys dimidiatus* and *Oryzomys hammondi* (Cricetidae). *Journal Mammalogy*, 51:789-794.
- Hilje, L. y J. Monge, 1988. Lista preliminar y consideraciones generales acerca de los animales vertebrados plaga en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas*, 10:39-52.
- Hoffmann, R.S., C.G. Anderson, R.W.J. Thorington, y L.R. Heaney. 1993. Family Sciuridae. Pp. 419-465, en: *Mammal species of the world*. (Wilson, D.E. y D.M. Reeder, eds.), Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Horne, G.S. 1994. A mid-Cretaceous ornithopod from central Honduras. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 14:147-150.
- Horne, G.S., R.C. Finch y T.W. Donnelly. 1990. The Chortis block. Pp. 55-76, en: *The Caribbean Region. Geology of North America* (Dengo, G. y J.E. Case, eds.) H. Geological Society of America.
- Howell, T.R. y J.R. MacDonald. 1969. A pleistocene vertebrate fauna from Nicaragua. *Geological Society American, Special Papers*, 121:143-144.
- Incer, J. 1975. *Nueva Geografía de Nicaragua*. Ed. Recalde. Managua, Nicaragua.
- IUCN. 2008. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*. <http://www.iucnredlist.org/>
- Janzen, D.H. 1976. The microclimate differences between a deciduous forest and adjacent riparian forest in Guanacaste Province, Costa Rica. *Brenesia*, 8:29-33.
- Jones, J.K. Jr., y H.H. Genoways. 1971. Notes on the biology of the Central American squirrel, *Sciurus richmondi*. *American Midland Naturalist*, 86:242-246.
- Jones, J.K. Jr., y H.H. Genoways. 1975. *Sciurus richmondi*. *Mammalian Species*, 53:1-2.
- Jones, J.K. Jr., y C.J. Phillips. 1969. Zoological explorations in Nicaragua, Central America. *Kansas University Museum Natural History. Annual*, 1968:12-17.
- Jones, J.K. Jr., J.D. Smith y R.W. Turner. 1971. Noteworthy records of bats from Nicaragua, with a checklist of the chiropteran fauna of the country. *Occasional Papers, Museum of Natural History, University of Kansas*, 2:1-35.
- Kirby, M.X. y B. MacFadden. 2005. Was southern Central America an archipelago or a peninsula in the middle Miocene? A test using land-mammal body size. *Paleogeography, Paleoclimate and Paleoecology*, 228:193-202.
- Koprowski, J. y L. Roth. 2008. *Sciurus richmondi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T20020A9134791.en>
- Loveridge, A. 1935. Canal zone pygmy squirrels. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 78:1-450.
- Manzano-Fischer, P. 1993. *Distribución geográfica y selección de hábitat de la ardilla voladora (Glaucomys volans) en México*. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- MARENA. 1999. *Biodiversidad en Nicaragua. Un estudio de país*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales / PANIF. Hurtado de Mendoza, L. ed. Managua.
- MARENA. 2016. *Actualización del Sistema de Veda período 2016-2017*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. La Gaceta Diario Oficial, Resolución Ministerial N° 07.01.2016.
- Marineros, L. y F. Martínez. 1998. *Guía de campo de los mamíferos de Honduras*. INADES, Primera edición.
- Marshall, C.J. y J.K. Liebherr. 2000. Cladistic biogeography of the Mexican transition zone. *Journal Biogeography*, 27:203-216.
- Martínez-Sánchez, J.C. 1990. *Biodiversidad en Nicaragua: Estado actual de conocimiento sobre la fauna vertebrada*. Depto. of Zoology Universidad de Washington.

- Martínez-Sánchez, J.C., S. Morales y E. Castañeda. 2000. *Lista patrón de los Mamíferos de Nicaragua*. Primera ed., Fundación Cocibolca.
- Martínez-Sánchez, J.C., J.M. Maes, E. van den Bergh, S. Morales y E. Castañeda. 2001. *Biodiversidad en Nicaragua*. 1ª ed. MARENA/PNUD N591-B615.
- McKenna, M.C. y S.K. Bell. 1997. *Classification of mammals: Above the species level*. New York, & Chichester, West Sussex: Columbia University Press.
- McPherson, A.B. 1985. A biogeographical analysis of factors influencing the distribution of Costa Rican rodents. *Brenesia*, 23:97-273.
- Medina-Fitoria, A. 2016. Diversidad mastozoológica de la cuenca del río Scofram en Bluefields, Nicaragua. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad*, 8:1-44.
- Medina-Fitoria, A. y O. Saldaña. 2012. *Lista Patrón de los Mamíferos de Nicaragua*. 1ª ed. Managua, FUNDAR N° 599 M491.
- Medina-Fitoria, A., W. Silva, C. Molina y J. Rodríguez. 2016. Diversidad de micromamíferos de la cuenca del río Punta Gorda, Bluefields-Nicaragua, RACCS. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad*, 10:1-58.
- Medina-Fitoria, A., O Saldaña, Y. Aguirre, W. Silva, F. Díaz, S. Hernández, C. Jordan, C. Cappello, M. Salazar, M. Chávez, J.G. Martínez y A. Gutiérrez. 2018. Libro rojo de los mamíferos de Nicaragua. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad*, 30:1-85.
- Méndez, E. 1993. *Los roedores de Panamá*. Laboratorio Conmemorativo Gorgas, Panamá.
- Mercer, J.M. y V.L. Roth. 2003. The effects of Cenozoic global change on squirrel phylogeny. *Science*, 299:1568-1572.
- Meyrat, A. 2001. *Estado de conservación de los ecosistemas de Nicaragua*. Estrategia Nacional de Biodiversidad, Primera ed. Impresiones Helios S.A. Managua.
- Miller, K., E. Chang y N. Johnson. 2001. *Defining the common ground for the Mesoamerican Biological Corridor*. World Resources Institute, Washington, D.C.
- Morales-Jiménez, A.L., F. Sánchez, K. Poveda, A. Cadena. 2004. *Mamíferos Terrestres y Voladores de Colombia, Guía de campo*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- 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.
- Nelson, E.W. 1898. Description of new squirrels from Mexico and Central America. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 12:145-156.
- Nelson, E.W. 1899. Revision of the squirrels of Mexico and Central America. *Proceedings of the Washington Academy of Science*, 1:15-110.
- Nitikman, L.Z. 1985. *Sciurus granatensis*. *Mammalian Species*, 245:1-8.
- Oshida, T., R. Masuda y M.C. Yoshida. 1996. Phylogenetic relationships among Japanese species of the family Sciuridae (Mammalia, Rodentia), inferred from nucleotide sequences of mitochondrial 12S ribosomal RNA genes. *Zoological Science*, 13:615-620.
- Pelegrin, J.S., S. Gamboa, I. Menéndez y M. Hernández-Fernández. 2018. El gran intercambio biótico Americano: una revisión paleoambiental de evidencias aportadas por mamíferos y aves neotropicales. *Ecosistemas*, 27:5-17.
- Peterson, S.D. y D.T. Stewart. 2006. Phylogeography and conservation genetics of the southern flying squirrel (*Glaucomys volans*) from Nova Scotia. *Journal of Mammalogy*, 87:153-160.
- Phillips, S.J., M. Dudik y R.E. Schapire. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. Pp. 655-662, en: *Proc. of the 21st International Conference on Machine Learning*. Banff, Canada.
- PNUD. 2000. *Cambios en la cobertura forestal Nicaragua*. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. FAO-CATIE. Documento de trabajo 34 Roma 2000.
- Poveda, C. y L. Valerio. 2012. Estudio Multi temporal del bosque de la Reserva de la Biosfera del Sureste. MARENA / FUNDAR. Informe Técnico, 1:1-57.

- Reid, F. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico*. Oxford University Press, New York, USA.
- Reid, F. 2009. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Segunda ed. Oxford University Press.
- Roth, V.L. 1996. Cranial integration in the Sciuridae. *American Zoologist*, 36:14-23.
- Simpson, G.G. 1965. *The geography of evolution*. Capricorn Books, New York.
- Steppan, S.J., B.L. Storz y R.S. Hoffmann. 2004. Nuclear DNA phylogeny of the squirrels (Mammalia: Rodentia) and the Evolution of arboreality from C-MYC and RAG1. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30:703-719.
- Stevens, D, C. Ulloa, A. Pool y O. Montiel. 2001. Flora de Nicaragua. Vol. 85, Pp:11-557, en: *Introducción gimnospermas y angiospermas*. Tomos I Missouri Botanical Garden Press. St Louis, Missouri, USA.
- Stuart, L.C. 1957. Herpetofaunal dispersal routes through northern Central America. *Copeia*, 2:89-94.
- Taylor, B.W. 1963. An outline of the vegetation of Nicaragua. *Journal Ecology*, 51:27-54.
- Thorington, R.W. Jr. y R.S. Hoffman. 2005. Family Sciuridae. Pp. 754-818, en: *Mammal Species of the World a Taxonomic and Geographic Reference*. (Wilson, D.E. y D.M. Reeder, eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Ulmer, F. 1995. Northward extension of the range of richmond's squirrel, *Sciurus richmondi*. *The Southwestern Naturalist*, 40:416-418.
- Villalobos, F. 2013. Tree squirrels: A key to understand the historic biogeography of Mesoamerica? *Mammalian Biology*, 78:258-266.
- Villalobos, F. y F. Cervantes-Reza. 2007. Phylogenetic relationships of Mesoamerican species of the genus *Sciurus* (Rodentia: Sciuridae). *Zootaxa*, 1525:31-40.
- Villalobos, F. y G. Gutierrez-Espeleta. 2014. Mesoamerican tree squirrels evolution (Rodentia: Sciuridae): a molecular phylogenetic analysis. *Revista Biología Tropical*, 62:649-657.
- Villalobos-Chaves, D., J.D. Ramírez-Fernández, E. Chacón-Madrigal, W. Pinda-Lizano y B. Rodríguez-Herrera. 2016. *Clave para la identificación de los roedores de Costa Rica*. Primera ed. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Voss, R.S. y L.H. Emmons. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 230:1-115.
- Vrba, E.S. 1992. Mammals as a key to evolutionary theory. *Journal of Mammalogy*, 72:1-28.
- Whitmore, F.C. y R.H. Stewart. 1965. Miocene mammals and Central American seaways. *Science*, 148:180-185.
- Wilson, D.E. y D.M. Reeder. 1993. *Mammalian species of the world: a taxonomic and geographical reference*. Second ed. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Wilson, D.E. y D.M. Reeder. 2005. *Mammal species of the world. A Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd ed. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Woodburne, M.O. 2010. The Great American Biotic Interchange: dispersals, tectonics, climate, sea level and holding pens. *Journal of Mammalian Evolution*, 17:245-264.
- Zúñiga, R.T. 1999. Capítulo 7: Diversidad de Fauna. Pp. 224-255, en: *Un estudio de país*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales / PANIF. (Hurtado de Mendoza, L. ed.) Managua.

CONFLICTO HUMANO-OSO ANDINO (*Tremarctos ornatus*) EN SAN FRANCISCO DE SIGSIPAMBA, PROVINCIA DE IMBABURA, ECUADOR

JESSICA BAZANTES-CHAMORRO¹, NATALY REVELO-MORÁN² Y JOSÉ MONCADA-RANGEL³

^{1,2} Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Avenida 17 de Julio, 5-21, y Gral. José María Córdova. Ibarra, CP 100105, Ecuador.

³ Instituto de Posgrado. Universidad Técnica del Norte. Avenida 17 de Julio, 5-21, y Gral. José María Córdova. Ibarra, CP 100105, Ecuador.

RESUMEN

En Ecuador, el oso andino está en peligro de extinción debido a la reducción de su hábitat por el cambio de áreas naturales a zonas agropecuarias. En la Parroquia San Francisco de Sigsipamba, provincia de Imbabura, se reportan casos de depredación de ganado vacuno y daños a cultivos por el oso andino. El objetivo fue analizar el conflicto humano-oso andino en esta zona, mediante el contraste de dos fuentes de información: entrevistas aplicadas a los pobladores afectados en dicha zona y un análisis multitemporal de uso del suelo y cobertura vegetal de los años 1991, 2007 y 2017. Con estos insumos, se elaboró un mapa de zonificación del conflicto. La interacción humano-oso andino en la zona estudiada se consideró de alta intensidad debido a las pérdidas económicas generadas por la muerte de 89 cabezas de ganado vacuno durante el período 2014-2017. La comunidad local priorizó cuatro estrategias para evitar que el conflicto se intensifique y contribuir a conservar al oso andino.

Palabras clave: conservación, etnozootología, interacción gente-fauna silvestre, oso de anteojos.

RELEVANCIA

En este estudio se presenta la importancia de crear estrategias de conservación para el oso andino (*Tremarctos ornatus*) y su hábitat natural en donde se distribuye. Ya que los conflictos con el humano por la invasión de áreas agropecuarias generan pérdidas de la especie y económicas para los pobladores de la zona.

ABSTRACT

In Ecuador, the Andean bear is in danger of extinction because of the habitat reduction due to the change of natural areas into agricultural areas. In San Francisco de Sigsipamba, Imbabura province, conflicts are reported for cattle depredation and crops damages. The aim of this study was to analyze the human-Andean bear conflict in this area, contrasting two sources of information: interviews applied to affected inhabitants and a multitemporal analysis of land use and vegetation cover over the years 1991, 2007 and 2017. The conflict turned out to be of high intensity due to the economic loss for to the death of 89 cattle heads between 2014-2017. With this information, a zoning map of the conflict was developed. The interaction bear - human in the studied area can be considered of high intensity due to economic losses because of the death of 89 heads of cattle during the period 2014-2017. Four strategies were prioritized for the local community to reduce the conflict intensity and to contribute to conserve the Andean bear.

Key words: conservation, ethnozootology, human-wildlife interaction, spectacled bear.

Revisado:16-noviembre-2018

Aceptado:14-diciembre-2018

Publicado:15-diciembre-2018

Autor de correspondencia: José Alí Moncada-Rangel, jmoncada@utn.edu.ec

Cita: Bazantes-Chamorro, J., N. Revelo-Morá y J. Moncada-Rangel. 2018. Conflicto humano-oso andino (*Tremarctos ornatus*) en San Francisco de Sigsipamba, Provincia de Imbabura, Ecuador. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 8(2):81-95. ISSN: 2007-4484. www.revexmastoologia.unam.mx

INTRODUCCIÓN

El oso andino (*Tremarctos ornatus*) es la única especie de la familia Ursidae que habita en América del Sur. Su distribución se ha registrado desde Venezuela hasta el Noroeste de Argentina (Vargas y Azurduy, 2006; Figura 1). Sin embargo, su estado de conservación es vulnerable (UICN, 2018), en Ecuador se le considera en peligro de extinción (Cuesta *et al.*, 2011).



Figura 1. Ejemplar de oso andino (*Tremarctos ornatus*) en la zona de estudio. Foto: Andrés Laguna.

El reemplazo del bosque nativo por áreas de cultivos y pastos reduce el hábitat de los grandes carnívoros y la cantidad de alimento silvestre disponible (Laguna, 2013). Por tal motivo, animales como el oso andino ingresan a estos territorios modificados en busca de alimento, lo que genera interacciones con los seres humanos. Goldstein (2013) define este conflicto como aquella situación en la que la fauna silvestre daña la propiedad o representa una amenaza para las personas. De acuerdo a éste autor, las interacciones se originan por la competencia entre los humanos y la fauna silvestre por los recursos.

Estos conflictos se han presentado en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Se reporta que los propietarios de los predios afectados tienen una perspectiva negativa de este animal debido a las pérdidas económicas generadas (Goldstein *et al.*, 2009).

En un estudio realizado en Perú por Figueroa (2015), los pobladores de comunidades campesinas señalaron que el consumo de los cultivos era el principal motivo de la cacería del oso, seguido por el ataque al ganado, aun reconociendo que esta ac-

tividad cinegética es un hecho ilícito. Sin embargo, no consideraban que atentaban contra la ley cuando cazaban un oso para la protección de sus cultivos o ganado. En el caso de Bolivia, varias comunidades mencionaron tener conflictos entre la presencia de fauna silvestre como zorros, pumas, cóndores y osos andinos y las actividades agropecuarias que realizan con camélidos y ganado vacuno en las tierras altas (Nallar *et al.*, 2008).

Los efectos negativos de las interacciones humano-osos andinos son mayores en las zonas donde habitan pobladores con escasos recursos, para quienes la muerte de un animal doméstico puede representar la pérdida de ingresos familiares de varios meses (Espinosa y Jacobson, 2012). Éste es el caso de la Parroquia San Francisco de Sigsipamba, zona rural cuyas principales actividades económicas son la ganadería y la agricultura (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San Francisco de Sigsipamba, 2015). Entre 2014 y 2017, en la zona se reportaron varios eventos de depredación del ganado vacuno (*Bos taurus*) y daños a cultivos de maíz (*Zea mays*) por el oso andino. Ante esto, los pobladores afectados se unían para ahuyentar al animal, como una forma de erradicar el problema.

De igual manera, la conservación de esta especie resulta vital, debido a las funciones ecológicas que cumple en los ecosistemas altoandinos, pues se considera un agente dispersor de semillas que participa activamente en la sucesión vegetal de los bosques (Vela-Vargas *et al.*, 2011). En referencia a las estrategias de conservación implementadas, Can *et al.* (2014) realizaron una revisión de las estrategias de manejo del conflicto oso-gente que son utilizadas alrededor del mundo, e identificaron una serie de herramientas prácticas como: uso de elementos disuasorios del oso, uso de barreras físicas, educación ambiental, pago de incentivos, manejo de hábitats y traslocación de los individuos, entre otros. Sin embargo, la implementación de cualquiera de estas soluciones debe responder a la naturaleza de cada conflicto y las características de las comunidades involucradas en el mismo.

El objetivo de la investigación fue analizar los efectos económicos y sociales vinculados al conflicto ser humano-osos andinos en la Parroquia San Francisco de Sigsipamba, a fin de construir estrategias de conservación con la colaboración de las comunidades afectadas.

ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la Parroquia San Francisco de Sigsipamba, perteneciente al cantón Pimampiro de la provincia de Imbabura, al Norte de Ecuador (Figura 2).

La parroquia está conformada por 12 comunidades que ocupan una superficie de 17,355 ha con climas que varían del ecuatorial de alta montaña al ecuatorial mesotérmico semihúmedo. La altitud comprende desde los 1,960 hasta los 3,920 msnm y las zonas de vida características son: bosque húme-

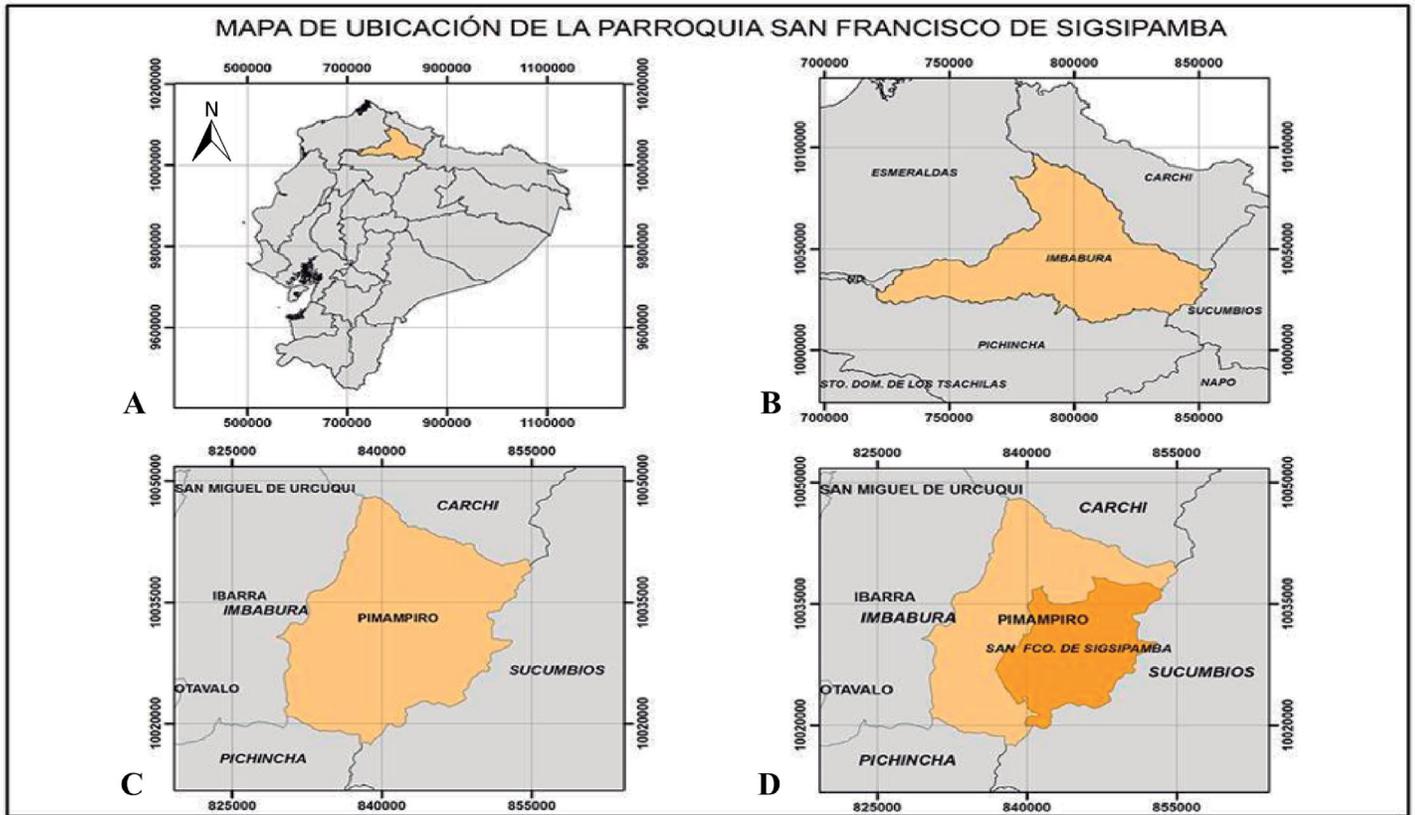


Figura 2. Ubicación de la Parroquia San Francisco de Sigsipamba, Ecuador.

do premontano, bosque húmedo montano, bosque húmedo montano bajo y páramo pluvial subalpino bajo (GAD Parroquial San Francisco de Sigsipamba, 2015). Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010), la población en la parroquia se ha estimado en 1,269 habitantes, siendo, en su mayoría, mestizos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio se integraron métodos cualitativos y cuantitativos. Para el análisis del conflicto, se visitaron los hogares de 23 de los 25 pobladores afectados en la zona, los cuales constaban en la nómina facilitada por el Gobierno Provincial de Imbabura. No se consideró la totalidad de los pobladores afectados debido a que dos de ellos ya no residían en la zona.

Entre septiembre del 2017 y junio del 2018, se visitaron los predios afectados en compañía de sus propietarios. En cada caso, se aplicaron entrevistas personales semiestructuradas, utilizando un cuestionario [Apéndice A] que abordó los siguientes aspectos: a) daños producidos por el oso andino, b) percepción de la especie y c) acciones de conservación sugeridas. Asimismo, se registraron los puntos GPS de los lugares de la propiedad donde habían ocurrido los ataques al ganado vacuno y los daños a los cultivos de maíz.

Seguidamente, se realizó un análisis multitemporal de uso del suelo y de la cobertura vegetal, mediante el empleo de imágenes Landsat de los años 1991, 2007 y 2017. Se seleccionaron estos años considerando dos criterios de las imágenes disponibles en el servidor del usgs (United States

Geological Service) correspondiente a los sensores TM (Thematic Mapper), ETM (Enhanced Thematic Mapper) y OLI (Operational Land Imager): alta resolución y ausencia de nubosidad. La cobertura vegetal se determinó en cinco categorías (bosque nativo, páramo, cultivos, pastos y vegetación arbustiva) mediante la técnica de Clasificación No Supervisada en el software ArcGIS v10.4.

Con la información recabada, se elaboró un mapa de zonificación del conflicto humano-oso andino considerando los sitios donde ocurrieron los ataques al ganado vacuno, daños a cultivos y avistamientos. Con el uso del software ArcGIS v10.4, la información se sobrepuso a las capas vectoriales y ráster del hábitat natural de la especie considerando la altitud, la precipitación, la temperatura, las zonas de vida, los tipos de vegetación y las áreas naturales protegidas.

Finalmente, en el mes de abril del 2018 se realizó un taller participativo con la presencia de los pobladores afectados y representantes de entidades gubernamentales y no gubernamentales de la zona. En el encuentro se socializaron los resultados del diagnóstico y los asistentes priorizaron cuatro estrategias de conservación mediante la técnica de grupo nominal, la cual se considera idónea para la identificación y jerarquización de problemas, develar sus causas y consecuencias y sistematizar propuestas de soluciones a través de consensos grupales (Aranda y Araújo, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Parroquia San Francisco de Sigsipamba se reportó la muerte de 89 cabezas de ganado vacuno por ataques del oso andino durante el período 2014 - 2017, lo que generó una pérdida económica, estimada por los pobladores entrevistados, de 30,250 USD. En opinión de los afectados, la falta de alimento natural en el bosque es el principal motivo por el que ocurren los ataques al ganado vacuno (52.4%) (Figura 3). Esto se relaciona con los planteamientos de Santos y Tellería (2006) quienes indican que la pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad y es una situación que contribuye a la disminución de la oferta alimentaria de los animales de vida silvestre.

El 95% de los pobladores afectados afirmaron que el daño producido por el oso andino es alto,



Figura 3. Razones de ataque al ganado vacuno en la Parroquia San Francisco de Sigsipamba de acuerdo con los afectados.

por lo que se le considera un animal perjudicial (71.43%; Figura 4), así lo manifestó el entrevistado sj4: “A nosotros ahorita nos hace daño perjudicial, no podemos decir que estamos contentos con ese animal”. Esta consideración no solo existe en ésta parroquia, ya que se han reportado concepciones semejantes en estudios realizados en América del Sur (Figuroa, 2015). Figuroa y Stucchi (2005) señalaron que las poblaciones rurales consideran al oso andino un animal perjudicial y agresivo al consumir maíz y depredar al ganado vacuno, lo que afecta la producción e ingresos económicos de las familias.

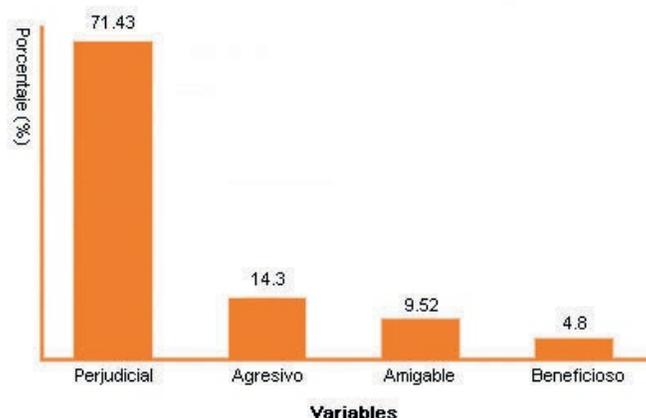


Figura 4. Percepción de los afectados acerca del oso andino en la Parroquia San Francisco de Sigsipamba.

Sólo el 4.8% de los pobladores entrevistados en la parroquia consideró al oso andino como un animal beneficioso, argumentando razones éticas y culturales, tal como es el caso del sj2, quien manifestó: “Todo ser vivo tiene derecho a existir. Yo creo que es una especie representativa de nuestra zona y aparte es algo importante para nuestras vidas”. Cabe destacar que ninguno de los afectados mencionó el rol ecológico para justificar la conservación de la especie. Esto coincide con investigaciones realizadas en Bolivia por Albarracín (2010), quien reportó que los pobladores de comunidades afectadas por ataques de oso andino tenían poco conocimiento sobre la importancia ecológica de la especie. Igualmente, Vargas (2016) indica que, en general, los pobladores de Patanmarca y Otocani, comunidades peruanas afectadas por ataques del oso y daños a cultivos de maíz, percibían que el oso andino no ofrecía ningún beneficio a la comunidad; al contrario, la mayoría tenía una perspectiva negativa de la especie, considerándolo un animal perjudicial tanto para sus cultivos como para el ganado vacuno.

En cuanto a la disposición para conservar a la especie, el 85% de los pobladores afectados lo haría siempre y cuando no repercuta en su ganado o en los cultivos (Figura 5). En este aspecto, los entrevistados manifestaron estar dispuestos a usar métodos para ahuyentarlo y evitar las interacciones, tal como lo evidencia el sj4 comentó: “Estoy dispuesto, siempre como le digo, que no haga daño”. El 15% restante no estaba de acuerdo en conservar al oso andino, pues indicaron que la única solución a este conflicto es dar muerte a los individuos. En este sentido, los pobladores afectados afirmaron no haber realizado actividades de cacería en la zona durante los últimos años, pero manifestaron que en la comunidad se organizan para llevar a cabo la persecución del animal con el fin de ahuyentarlo fuera de sus predios si este llega a aparecer de nuevo.

CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL

En el transcurso de 26 años (1991-2017), se evidenciaron cambios en el uso del suelo y cobertura vegetal en la Parroquia San Francisco de Sigsipamba (Figura 6). Para el año 2017, el bosque nativo se redujo en 3,541 ha (20.4%) y el páramo en 1,267 ha (7.3%). De igual manera, los cultivos y pastos se incrementaron en 230 ha (1.3%) y 2,709 ha (15.6%) respectivamente. En cuanto a la vege-

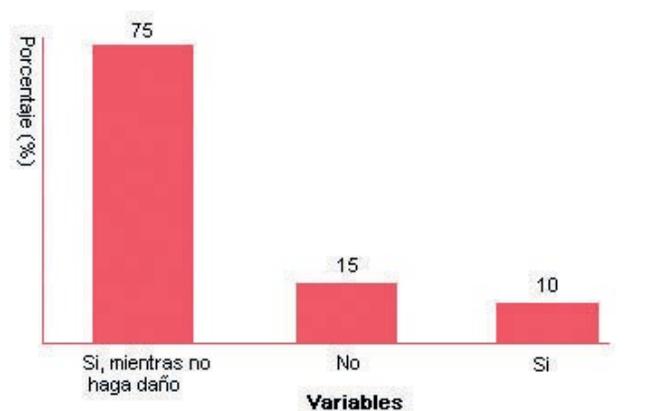


Figura 5. Disposición de los afectados a conservar al oso andino en la Parroquia San Francisco de Sigsipamba.

tación arbustiva, existe un aumento de 1,869.89 ha (10.75%).

Estas tendencias coinciden con las estimadas para Ecuador, debido a que entre los años 1990 y 2008 se perdieron cerca de 19,000 km² de bosque natural, lo que representa una reducción del 69.6% al 60.7% de la superficie del país (Sierra, 2013). Asimismo, el uso tradicional de amplias áreas de páramo para el desarrollo de actividades agropecuarias, en especial la ganadería extensiva, reduciendo el hábitat de especies como el oso andino, llevando a la especie a ingresar en las áreas transformadas, dando paso a escenarios de conflictos entre los campesinos y la fauna silvestre (Torres, 2008). Del mismo modo, la expansión de la frontera agropecuaria es una de las principales causas por las que aumenta el declive de la población de oso andino, al generar procesos de pérdida y fragmentación de su hábitat (Corporación Autónoma Regional de Boyacá *et al.*, 2016).

De acuerdo con Figueroa y Stucchi (2009), el hábitat natural del oso andino comprende varios ecosistemas como bosques secos, bosques montañosos, páramos, pajonales, bosques de neblina y bosques tropicales amazónicos. En la zona norte de Ecuador, la especie habita principalmente en páramos y bosques de niebla, sin embargo, éstas áreas han sido utilizadas para la ganadería y agricultura de alta montaña, generando una reducción del 38% en su superficie (Vela-Vargas *et al.*, 2011).

En la Parroquia San Francisco de Sigsipamba, los ataques del oso al ganado vacuno ocurrieron, en

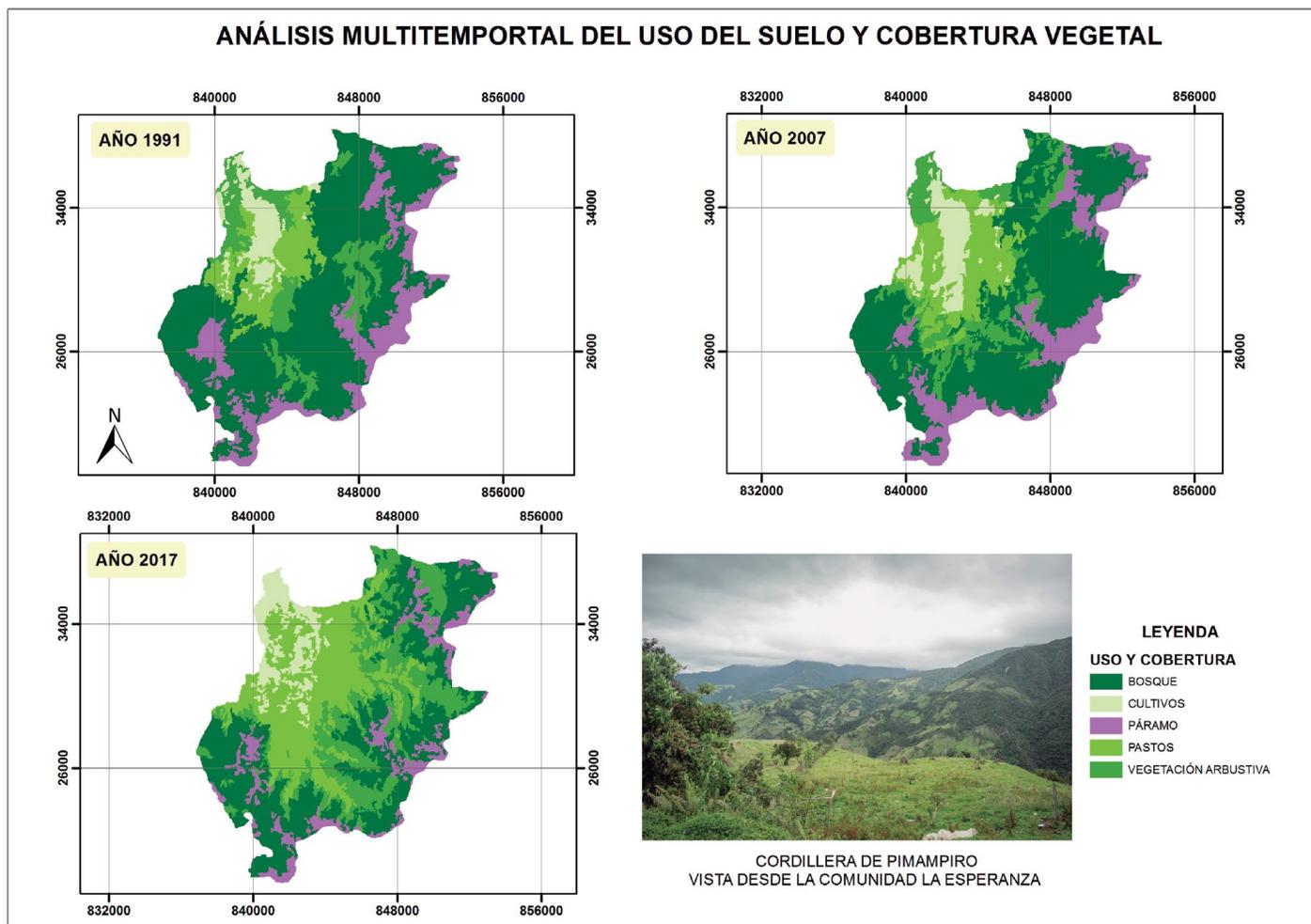


Figura 6. Análisis multitemporal de uso del suelo y cobertura vegetal en la parroquia San Francisco de Sigsipamba.

su mayoría, fuera del hábitat natural de la especie, específicamente en zonas de pastoreo (Figura 7). Al desaparecer su hábitat, se incrementan los ataques en zonas de pastoreo debido a que el animal se desplaza hacia estas zonas en busca de alimento, refugio o parejas para reproducirse (Jiménez, 2011). Así también lo afirman Kattan *et al.*, (2004) quienes señalan que el hábitat del oso andino se ha reducido cerca de un 42% en el norte de Sudamérica, especialmente en Colombia, Venezuela y Ecuador, en donde, las zonas de distribución de la especie se superponen con las áreas de desarrollo humano.

LAS SOLUCIONES PROPUESTAS POR LA COMUNIDAD

En el taller de socialización, el principal problema identificado por los pobladores de la parroquia San Francisco de Sigsipamba fue la generación de pérdidas económicas por los ataques del oso andino al

ganado vacuno. Ante esto, los pobladores afectados propusieron y priorizaron cuatro estrategias de conservación (Cuadro 1).

Estas estrategias buscan reducir los eventos de depredación al ganado, mediante la implementación de sistemas de producción ganadera intensiva, centrados en mantener el ganado cerca de las viviendas, ocupando un menor espacio de terreno o superficie y evitando que pasen largos períodos en los potreros donde pueden ser atacados por el oso (Laguna, 2018). Los pobladores afectados manifestaron que los elementos y prácticas que deben contener estos sistemas son: la agroforestería, el mejoramiento de pastizales mediante el uso de abono, humus e insumos orgánicos y el mejoramiento genético. De esta manera, los ganaderos tendrían una alternativa para mantener sus ingresos, sin necesidad de incrementar sus áreas de pasto cer-

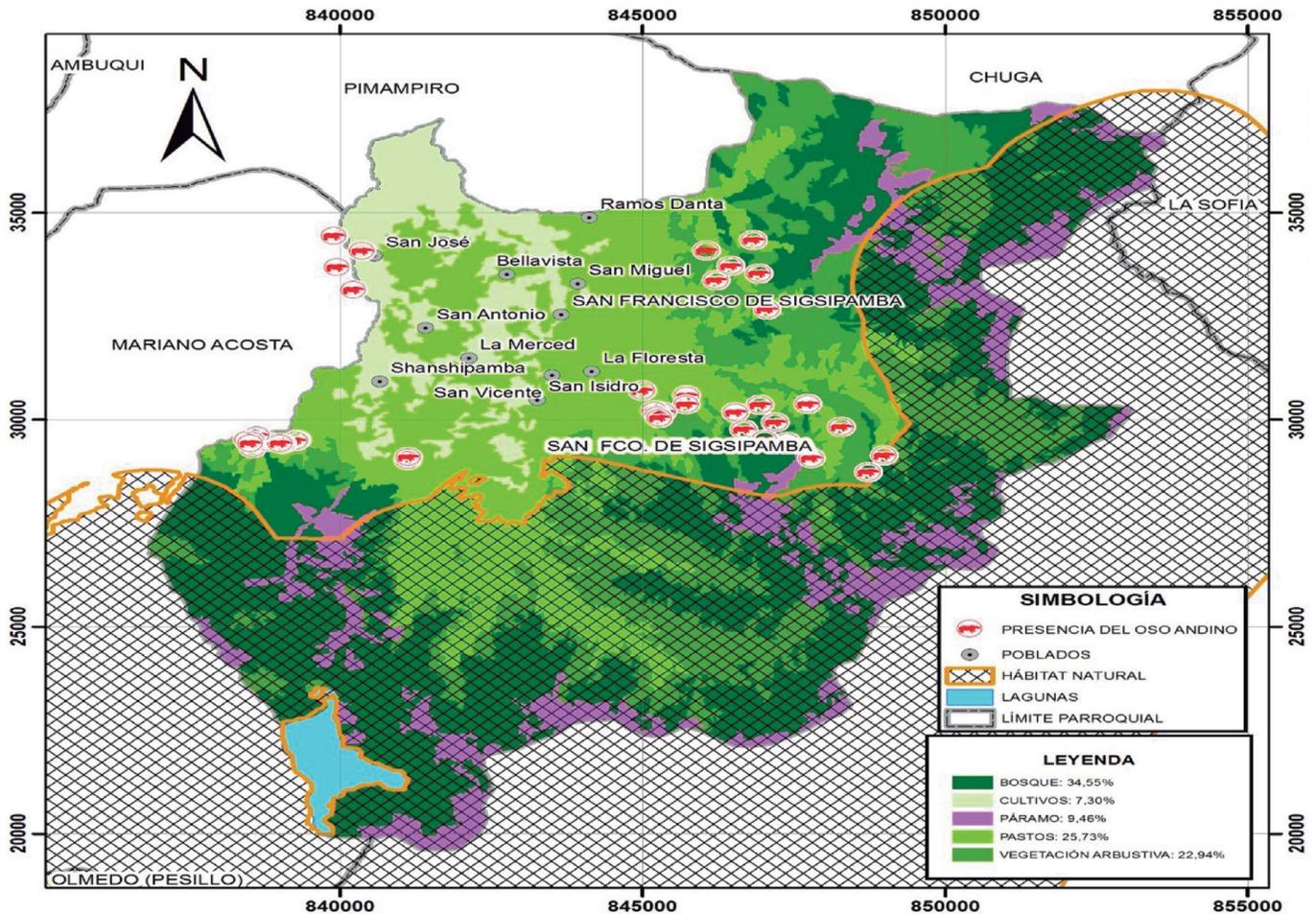


Figura 7. Zonificación del conflicto humano-oso andino en la Parroquia San Francisco de Sigsipamba.

ca del bosque nativo, pues se ha reportado que el comportamiento depredatorio del oso andino incide con mayor frecuencia cuando las prácticas de cría de ganado son inadecuadas y, sobre todo, el poco tiempo empleado por los propietarios al cuidado de los animales en los pastizales (Nallar *et al.*, 2008).

La viabilidad de las estrategias de conservación planteadas se sustenta en el apoyo económico y político brindado por parte de los gobiernos locales, al incorporarlo al Plan Operativo Anual (POA) 2019 del Gobierno Provincial de Imbabura y del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San Francisco de Sigsipamba. Asimismo, los miembros de la comunidad consideran que obtendrían beneficios con su implementación, por lo que estarían dispuestos a participar. Esta actitud puede deberse a la acogida que ha tenido la experiencia ecoturística “Mirador del oso andino”, desarrollada en la Parroquia por una familia de la comunidad, y que ha

generado gran afluencia de turistas, permitiéndole diversificar sus medios de vida.

Finalmente, es necesario considerar que, una vez aplicadas las estrategias, se deberá evaluar su efectividad en la reducción de los ataques al ganado y, por ende, en la solución del conflicto en la Parroquia.

CONCLUSIONES

Entre 2014 y 2017, los ataques del oso andino al ganado vacuno generaron pérdidas económicas por un valor de USD 30,250 lo que impactó de manera negativa a la población, ya que la actividad ganadera es su principal fuente de subsistencia. En cuanto a los daños a cultivos en la localidad, la incidencia fue menor, debido a que no representa una pérdida económica significativa.

Cuadro 1. Estrategias de conservación del oso andino priorizadas por los pobladores afectados en la Parroquia San Francisco de Sigsipamba.

OBJETIVO	ESTRATEGIAS	ACTIVIDADES
Impulsar prácticas de ganadería responsable para reducir los ataques del oso andino (<i>Tremarctos ornatus</i>) al ganado vacuno.	Implementación de cercas eléctricas en las zonas de pastoreo de los ganaderos afectados por los ataques del oso andino.	Identificación y priorización de predios a intervenir. Adquisición e instalación de cercas eléctricas en función del requerimiento. Capacitación y seguimiento para el buen uso del material entregado.
	Mejoramiento de la calidad nutritiva de pastizales mediante la aplicación de abono, humus e insumos naturales.	Identificación de predios para colocar abono natural y/o humus. Adquisición y aplicación de abono natural y/o humus en los predios. Intercambio de experiencias entre beneficiarios y evaluación de resultados.
	Mejoramiento genético del ganado vacuno (<i>Bos taurus</i>) con énfasis en la producción de leche.	Registro y chequeo ginecológico del ganado vacuno de cada beneficiario. Selección de los ejemplares de ganado vacuno. Ejecución de campañas de inseminación artificial a los ejemplares seleccionados. Seguimiento y evaluación de la campaña de inseminación artificial.
	Capacitación a moradores de la parroquia San Francisco de Sigsipamba en temas ambientales y agropecuarios.	Creación de escuelas de campo en las comunidades. Educación ambiental sobre conservación de la biodiversidad, bosques nativos e incendios forestales. Difusión de información sobre la importancia del oso andino y demás especies de fauna silvestre que habitan en la zona a través de medios de comunicación. Capacitación y asistencia técnica a productores de ganado vacuno en las actividades de inseminación artificial, sanidad animal, producción y manejo de pastos.

El conflicto oso andino-gente existente en la Parroquia San Francisco de Sigsipamba puede considerarse de alta intensidad, dado que la mayor parte de los pobladores afectados tiene una percepción negativa del oso andino, considerándolo un animal perjudicial. Sin embargo, existen personas que valoran la especie desde perspectivas éticas y culturales, y declararon no haber cazado ejemplares, a pesar de los daños. El 85% de la población entrevistada estaría de acuerdo con la conservación de la especie, si dejaran de ocurrir eventos de depredación y daños a cultivos en la zona. Esto abre una posibilidad al desarrollo de acciones que, en opinión de los afectados, deben centrarse en fortalecer los sistemas de ganadería intensiva, con miras a reducir el contacto entre el oso y el ganado.

AGRADECIMIENTOS

A todos los moradores de la Parroquia San Francisco de Sigsipamba, por haber apoyado esta investigación y por la hospitalidad que siempre mostraron. Este trabajo contó con el apoyo económico de la Unidad de Patrimonio Natural del Departamento de Gestión Ambiental-Gobierno Provincial de Imbabura (GPI).

LITERATURA CITADA

Albarracín, V. 2010. *Percepción actual de los pobladores locales del cantón Lambate sobre el Jucumari (Tremarctos ornatus), La Paz-Bolivia.*

- Tesis de Grado/ Ingeniería en Ecología y Medio Ambiente, Universidad Tecnológica Boliviana.
- Aranda, T. y Araújo, E.G. 2009. *Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos*. Recuperado de: <http://www2.unifap.br/gtea/wp-content/uploads/2011/10/Tecnicas-e-instrumentos-cualitativos-de-recogida-de-datos1.pdf>.
- Can, Ö.E., N.D'Cruze, D.L. Garshelis, J. Beecham y D.W. Macdonald. 2014. Resolving human-bear conflict: a global survey of countries, experts, and key factors. *Conservation Letters*, 7:501-513.
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá. Corporación Autónoma Regional de Chivor. Corporación Autónoma de Cundinamarca. Corporación Autónoma de Guavio. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia. 2016. *Programa Regional para la Conservación y Manejo del Oso Andino (Tremarctos ornatus) en la Cordillera Oriental*. Colombia.
- Cuesta, F., R. Suarez, C. Narváez, A. Castellanos y D. Tirira. 2011. Oso andino (*Tremarctos ornatus*). Pp. 131-133, en: *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador*. (D.G. Tirira, ed.). 2ª. edición. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 8. Quito.
- Espinosa, S. y J. Jacobson. 2012. Human-Wildlife Conflict and Environmental Education: Evaluating a Community Program to Protect the Andean Bear in Ecuador. *Journal of Environmental Education*, 43:55-65.
- Figueroa, J. y M. Stucchi. 2005. Ataques del oso andino al ganado vacuno y cultivos en Perú. en: *16ª Conferencia Internacional sobre Investigación y Manejo de Osos*. Italia.
- Figueroa, J. y M. Stucchi. 2009. *El Oso Andino: alcances sobre su historia natural*. Asociación para la Investigación y la Conservación de la Biodiversidad-AICB. Primera Edición. Lima, Perú.
- Figueroa, J. 2015. Interacciones humano-oso andino *Tremarctos ornatus* en el Perú: consumo de cultivos y depredación de ganado. *Therya*, 6:251-278.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San Francisco de Sigsipamba. 2015. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia San Francisco de Sigsipamba*. Pimampiro: Cevallos, M.
- Goldstein, I. 2013. *Lineamientos técnicos y estrategias para el manejo de conflictos por interferencia entre fauna y actividades agropecuarias en los países de la Comunidad Andina de Naciones*. Wildlife Conservation Society. La Paz.
- Goldstein, I., S. Paisley, R. Wallace, J. Jorgenson, F. Cuesta y A. Castellanos. 2006. Andean bear-livestock conflicts: a review. *Ursus*, 17, 8-15.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2010. Censo de población y vivienda 2010. Obtenido de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/centso-de-poblacion-y-vivienda>. Ecuador.
- IUCN. 2018. Red list of threatened species [Internet], Versión 2018-1., Switzerland, International Union for the Conservation of Nature. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org>. [Consultado en 15 septiembre 2018].
- Jiménez, F. 2011. *Caracterización de sistemas productivos agropecuarios con conflicto de predación oso-ganado y diseño de ruta metodológica para cuantificar pérdidas económicas, por animal predado en la vereda Colombia inspección de Chuscales en el Parque Nacional Natural Chingaza*. Tesis de Grado. Universidad de la Salle.
- Kattan, G., O. Hernández, I. Goldstein, V. Rojas, O. Murillo, C. Gómez, H. Restrepo y F. Cuesta. 2004. Range fragmentation in the spectled bear *Tremarctos ornatus* in the northern Andes. *Oryx*, 38:155-163.
- Laguna, A. 2013. Estudio del conflicto oso andino-humano en los Andes Norte de Ecuador. en: *II Congreso Ecuatoriano de Mastozoología y I Congreso Latinoamericano de Tapires*. Mayo 2013. Puyo-Ecuador.
- Laguna, A. 2018. *Manual de atención y prevención de ataques por oso andino (Tremarctos ornatus) al ganado en Ecuador*. Ministerio del Ambiente. Quito, Ecuador.
- Nallar, R., A. Morales, y H. Gómez. 2008. *Manual para el reconocimiento de eventos de depredación del ganado por carnívoros altoandinos*. Wildlife Conservation Society. La Paz, Bolivia.

- Santos, T. y J.L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15:3-12.
- Sierra, R. 2013. *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010 y un acercamiento a los próximos 10 años*. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trend. Quito, Ecuador.
- Torres, D. 2008. *Caracterización de Conflictos Socio- Espaciales entre la ganadería y los Grandes Mamíferos Carnívoros en el Sector Cuenca del Río Nuestra Señora. Parque Nacional Sierra Nevada, Venezuela*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes.
- Vargas, R. y C. Azurduy. 2006. Nuevos registros de distribución del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en el departamento de Tarija, el registro más austral en Bolivia. *Mastozoología neotropical*, 13:137-142.
- Vargas, K. 2016. *Diagnóstico preliminar del conflicto humano-osos andinos, Tremarctos ornatus (Cuvier, 1825) en las comunidades de Otocani y Patanmarca, zona de amortiguamiento del Parque Nacional del Manu, Cusco*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Vela-Vargas, I., G. Vázquez-Domínguez, J. Galindo-Gonzales, y J. Pérez-Torres. 2011. El oso andino sudamericano, su importancia y conservación. *Ciencia*, 14:44-51.

APÉNDICE A. GUIÓN DE ENTREVISTA PARA POBLADORES AFECTADOS

GUIÓN DE ENTREVISTA: INTERACCIÓN HUMANO-OSO ANDINO

INTRODUCCIÓN:

Saludos cordiales.

Estamos realizando una investigación acerca de la relación entre el humano y el oso andino en esta localidad, ejecutada con el auspicio de la Prefectura de Imbabura. Su opinión es importante. Mucho le agradecemos nos otorgue unos minutos de su tiempo para responder estas preguntas.

DATOS DEL AFECTADO:

¿Cuál es su nombre y apellido?	
¿Cuántos años tiene?	
¿Cuál es su profesión o a que se dedica?	

CUESTIONARIO:

1. ¿Ha visto al oso andino en la localidad? Si () No ()

En caso de ser afirmativa la respuesta, indique donde:

Bosque	
Páramo	
Potrero	
Cultivos	
Otros	

2. ¿Qué actividad realizaba el animal al momento que lo observó?

Corriendo	
Caminando	
Cazando	
Saltando	
Descansando	
De pie	
En un árbol	
Otro	

3. ¿El oso detectó su presencia? En caso que responda Si. ¿Qué hizo el oso andino?

Si () No ()

4. ¿Ha encontrado rastros de oso en su terreno? Sí () No ()

Heces	
Huellas	
Marcas	
Otro	

En caso de ser afirmativo, indique:

5. ¿A qué distancia está el terreno del bosque?

6. ¿Cree usted que sus animales están seguros? Si () No ()

¿Por qué?

7. ¿Conoce usted de qué se alimenta el oso?

8. ¿Conoce usted de algún uso que realicen con las partes del oso andino? Si () No ()

Partes del oso andino	Tipo de uso
Patas	
Piel	
Huesos	
Garras	
Grasa	
Otro	

ATAQUES AL GANADO VACUNO

9. ¿Tiene usted ganado vacuno? (En caso que responda Si, mencione cuántos)

SI
NO

10. ¿Dónde se encuentra su predio? Señale en el mapa.

Puntos GPS: (UTM)

Longitud o "X":	Altitud:
Latitud o "Y":	

Tamaño del predio (Unidad de Superficie)

11. ¿Cuál es el principal motivo de muerte del ganado vacuno?

12. ¿Ha ocurrido algún ataque de oso andino en su predio? Si () No ()

	Número de atacados
Ternero	
Ternera	
Vacona	
Torete	
Vaca	
Toro	

- ¿Cómo ocurrió el ataque?.....
- ¿Hace cuánto tiempo?
- ¿El predio estaba protegido?
- ¿Cuántas veces sucedieron los ataques?
- Económicamente, ¿cuánto han sido sus pérdidas?
- Tiempo atmosférico el día del ataque:
- ¿Con qué frecuencia visitaba el predio?
- ¿Usted entierra o quema al ganado vacuno muerto?.....

DESTRUCCIÓN DE CULTIVOS

13. ¿Conoce usted si el oso andino ha dañado cultivos en este sector? Si () No () ¿Cuáles?

14. ¿El oso andino ha destruido sus cultivos? En caso que responda si, pase a los siguientes ítems.

Si () No ()

- ¿Cómo ocurrió?

- ¿Cuántas veces ha destruido el oso andino los cultivos?
- ¿Cuánta extensión fue afectada?
- Económicamente, ¿cuánto han sido sus pérdidas?
- Tiempo atmosférico el día del ataque:
- ¿Con qué frecuencia visitaba el predio?

15. ¿Cómo califica usted el daño producido por el oso andino en la localidad?

Ganado Vacuno		Cultivos	
Alto		Alto	
Medio		Medio	
Bajo		Bajo	

16. ¿Por qué cree usted que el oso andino ataca al ganado vacuno y destruye los cultivos?

17. ¿Cuál o cuáles alternativas cree usted que sería factibles para solucionar estos problemas?

INTERACCIÓN SER HUMANO-OSO ANDINO

18. ¿Conoce de algún ataque de oso andino a las personas?

19. ¿Piensa que el oso es un animal agresivo?

20. Cómo lo considera usted al oso andino:

Beneficioso	
Prejudicial	
Ninguno	

¿Por qué?

21. ¿Sabía que en Ecuador el oso andino está en peligro de extinción? (explicar) Si () No ()

22. ¿Le gustaría que se conserve el oso andino en esta zona? ¿Participaría en alguna iniciativa?

Si () No ()

23. ¿Qué instituciones deberían estar involucradas en la solución de los problemas vinculados con ataques de oso andino?

Gracias por su colaboración



REGISTROS Y DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN (*Coendou mexicanus*), (RODENTIA: ERETHIZONTIDAE) EN HONDURAS

LEONEL MARINEROS-SÁNCHEZ¹, HÉCTOR ORLANDO PORTILLO-REYES¹, HERMES VEGA² Y JONATHAN HERNÁNDEZ¹

¹Fundación de Ciencias para el Estudio y Conservación de la Biodiversidad (INCEBIO), calle Juan Manuel Gálvez, frente al INA, Tegucigalpa, Honduras

²Mancomunidad de Municipios del Parque Nacional Montaña de Celaque (MAPANCE)

RESUMEN

Se muestrearon nuevos sitios de registro del puercoespín *Coendou mexicanus*, para Honduras y se modeló su distribución potencial. Se ordenaron 56 datos, registros de sitio, coordenadas geográficas, municipio, fuente de información y departamentos. El mapa actualizado muestra las 44 localidades en los departamentos de: Olancho, Colón, Copán, El Paraíso, Atlántida, Gracias a Dios, La Paz, Comayagua, Cortes, Francisco Morazán, Lempira, Santa Bárbara, Choluteca, Ocotepeque y Yoro. Los resultados muestran que *C. mexicanus*, habita en 15 departamentos, y se distribuye potencialmente en 17 de los 18 departamentos de Honduras, con énfasis de su presencia en las partes bajas de los departamentos de Cortés, Yoro y Colón; y en los bosques nubosos en los departamentos de Ocotepeque, Lempira, Intibucá, La Paz, Comayagua, Yoro y Francisco Morazán. Los datos contribuyen a la ubicación geográfica de individuos de la especie en estado silvestre, lo que permitirá realizar estudios que aporten mayor información sobre la biología y desarrollar estrategias de conservación. Los puercoespines forman parte de la dieta de los grandes felinos por lo que son un importante eslabón en la cadena alimenticia de estos grandes predadores.

Palabras clave: áreas protegidas, comunidades rurales, distribución potencial, puercoespín.

Revisado: 28-agosto-2018

Aceptado: 02-octubre-2018

Publicado: 15-diciembre-2018

Autor de correspondencia: Hector Portillo Reyes, hectorportilloreyes@gmail.com

Cita: Marineros-Sánchez, L. H.O. Portillo-Reyes, H. Vega y J. Hernández. 2018. Registros y distribución potencial del puercoespín (*Coendou mexicanus*), (Rodentia: Erethizontidae) en Honduras. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 8(2):96-102. ISSN: 2007-4484. www.revexmastoziologia.unam.mx

RELEVANCIA

En este trabajo se presentan nuevos registros para la distribución potencial del puerco espín (*Coendou mexicanus*) en Honduras. Se muestran registros de la especie en estado silvestre y se aporta información sobre su biología para desarrollar estrategias de conservación.

ABSTRACT

New record sites for the porcupine (*Coendou mexicanus*) were updated for Honduras and their potential distribution was modeled. 56 data were ordered, site records, geographic coordinates, municipality, source of information and departments. The updated map shows the 44 locations in the departments of: Olancho, Colón, Copán, El Paraíso, Atlántida, Gracias a Dios, La Paz, Comayagua, Cortes, Francisco Morazán, Lempira, Santa Bárbara, Choluteca, Ocotepeque and Yoro. The results show that *C. mexicanus*, inhabits 15 departments, and is potentially distributed in 17 of the 18 departments of Honduras, with emphasis on its presence in the lower parts of the departments of Cortés, Yoro and Colón; and in the cloud forests in the departments of Ocotepeque, Lempira, Intibucá, La Paz, Comayagua, Yoro and Francisco Morazán. The data contribute to the geographical location of individuals of the species in the wild, which will allow carrying out studies that provide more information about biology and develop conservation strategies. Porcupines are part of the diet of the big cats so they are an important link in the food chain of these great predators.

Key words: Porcupine, potential distribution, protected areas, rural communities.

El puercoespín *Coendou mexicanus* (Figura 1), conocido en Honduras con los nombres de zorroespín, puercoespín, rospingo, irizo o erizo (Marineros y Martínez, 1998), es una especie de roedor considerada rara de encontrar en Honduras. Su biología es poco conocida y se le ubica en la categoría de amenazada, según la Lista de Preocupación Especial de Honduras (SERNA, 2008). Se encuentra en el Apéndice III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), y en la categoría de preocupación menor de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, Vázquez *et al.*, 2016).



Figura 1. Puercoespín (*Coendou mexicanus*), en el bosque nublado del área protegida Piedra de Apagüiz, en el municipio de Danlí, departamento de El Paraíso. De hábitos arborícola y nocturno, por esta condición son difíciles de observar en la naturaleza. Foto: Mayron Mejía.

Regionalmente se distribuye desde el oeste de Panamá y Costa Rica hasta México (Reid, 1997 y Voss, 2011). En concordancia con Vázquez *et al.* (2016) habita desde el nivel mar hasta los 3,200 msnm. Según Vázquez *et al.* (2016), estos roedores pueden ser encontrados en diferentes tipos de bosques, incluyendo bosques perturbados y vegetación secundaria; es poco frecuente o raro en bosques húmedos de las tierras bajas del Atlántico. Sus hábitos son nocturnos y se alimentan de semillas, frutas y hojas tiernas (Marineros y Martínez, 1998). Actualmente lo que se conoce de la ecología y distribución de esta especie es limitado. Los altos índices de pérdida y fragmentación de los bosques, así como la cacería, son su mayor amenaza (Cis-

neros-Palacios *et al.*, 2015; Vázquez *et al.*, 2016). George Goodwin, en 1942, reportó por primera vez a este roedor en Honduras, en tres localidades del departamento de Francisco Morazán, con base en cinco especímenes colectados por Cecil Underwood en 1932. Los siguientes registros se reportaron en 1998, en los departamentos de Olancho, Atlántida, Choluteca y Cortés, documentando su presencia en 5 departamentos del país (Marineros y Martínez, 1998). El objetivo de esta nota es proporcionar nuevos sitios de registro del *C. mexicanus*, y modelar su distribución potencial para Honduras.

La información obtenida actualiza el conocimiento de su distribución hasta el año 2018 en Honduras, los cuales provienen de los depósitos del National Museum of Natural History (NMNH, Smithsonian), American Museum of Natural History (AMNH) y el Field Museum of Natural History (FMNH). Asimismo, de visitas a diferentes sitios del país, con el aporte de biólogos y técnicos de campo que realizaron evaluaciones de biodiversidad en el periodo de 2000 al 2018. Los datos contribuyen a la ubicación geográfica de individuos de la especie en estado silvestre, lo que permitirá realizar estudios que aporten más información sobre la biología de esta especie y desarrollar estrategias de conservación. Para este análisis se ordenaron los 56 datos con los registros de sitio, coordenadas geográficas, municipio, fuente de información y departamentos (Cuadro 1). El mapa actualizado con los registros de *C. mexicanus*, del año 2000 hasta el año 2018, muestra las 44 localidades en los departamentos de: Olancho, Colón, Copán, El Paraíso, Atlántida, Gracias a Dios, La Paz, Comayagua, Cortés, Francisco Morazán, Lempira, Santa Bárbara, Choluteca, Ocotepeque y Yoro (Cuadro 1 y Figura 2).

Para la modelación de la distribución potencial se utilizaron 55 registros de *C. mexicanus* (Cuadro 1), usando el programa MaxEnt (versión 3.3.3), que utiliza el sistema de máxima entropía (Phillips y Dudik, 2008; Phillips *et al.*, 2006). El cual usa un algoritmo que evalúa las similitudes bioclimáticas entre los registros de presencia de la especie. En cada pixel de la región estudiada, se estima la probabilidad de presencia de la especie, dada las relaciones no aleatorias entre los puntos de presencia y las variables ambientales utilizadas (Pearson *et al.*, 2007). En este modelo de distribución potencial se utilizaron 19 variables ambientales para Honduras (temperatura, humedad y precipitación), procedente de la base de datos Worldclim (www.worldclim.org). Para la construcción del modelo de nicho ecológi-

Cuadro 1. Base de datos de encuentros de *Coendou mexicanus* en Honduras.

No	Lugar	Municipio	Departamento	Reporta	Evidencia
Registros de Museo					
1	Oeste de Tela	Tela	Atlántida	Voss <i>et al.</i> , 2011	MCZ 26086
2	Laguna Cantoral	Talanga	Francisco Morazán	Goodwin, 1942	AMNH 123274, 123275
3	Guimaca	Guaimaca	Francisco Morazán	Goodwin, 1942	AMNH 123272, 123273
4	ND	ND	Francisco Morazán	Carr JR., AF	FMNH 3193
5	La Lima Cantoral	ND	Francisco Morazán	Goodwin, 1942	AMNH 127572
6	Santa Ana	ND	ND	E. Wittkugel	NMNH 1891
Registros de 1998					
1	Cuero y Salado	El Porvenir	Atlántida	Saúl Flores	Marineros y Martínez, 1998
2	Piñeras de la Standard	La Ceiba	Atlántida	J. Ferrari	Marineros y Martínez, 1998
3	Comalí	San Marcos de Colón	Choluteca	Freddy Espinal	Marineros y Martínez, 1998
4	Las Mesas Yegüare	Güinope	El Paraíso	Saúl Flores	Marineros y Martínez, 1998
5	Parque La Tigra	MDC	Francisco Morazán	Norman Flores, F. Martínez	Marineros y Martínez, 1998
6	Dulce Nombre de Culmí	Dulce Nombre de Culmí	Olancho	Becky Myton	Marineros y Martínez, 1998
7	La Muralla	La Unión	Olancho	Bioconsult	Marineros y Martínez, 1998
8	Boquerón	Juticalpa	Olancho	Deby Cardinas	Marineros y Martínez, 1998
Nuevos Registros					
1	Lancetilla	Tela	Atlántida	Wendy Cerrato	fotografía
2	El Cangrejal arriba	La Ceiba	Atlántida	Rudy Andrade	fotografía
3	Punta Izopo	Tela	Atlántida	L. Marineros	fotografía
4	Parque Jeannete Kawas	Tela	Atlántida	Franklin Castañeda	fotografía
5	Pico Bonito Lodge	El Porvenir	Atlántida	James Adams	fotografía
6	La Caguasca	San Marcos de Colón	Choluteca	Fausto Elvir, Hermes Vega	fotografía
7	Oeste de Caguasca	San Marcos de Colón	Choluteca	Mayron Mejía	fotografía
8	Finca El Carmen	Balfate	Colón	Ligia Ramos	fotografía
9	Guaymoreto	Trujillo	Colón	nd	fotografía
10	Minas de Oro	Minas de Oro	Comayagua	Cesar Alberto Zepeda	fotografía
11	Río Amarillo	Santa Rita	Copán	Leonel Marineros	espinas y carne

Cuadro 1. Continuación...

No	Lugar	Municipio	Departamento	Reporta	Evidencia
Nuevos Registros					
12	Campisa	San Pedro Sula	Cortés	Pablo Bedrossian	fotografía
13	La Lima	La Lima	Cortés	Henning Kresner	fotografía
14	Azul Meambar	Santa Cruz de Yojoa	Cortés	Jonathan Hernández	cámara trampa
15	Cuyamel	Omoa	Cortés	Jonathan Hernández	espinas
16	Masca	Omoa	Cortés	Jonathan Hernández	atropellado
17	Los Naranjos	Santa Cruz de Yojoa	Cortés	Marco Mejía y Alexis Guzmán	fotografía
18	Cueva del Duende	Santa Cruz de Yojoa	Cortés	Alexis Guzmán	avistamiento
19	Apagüiz	Danlí	El Paraíso	Mayron Mejía	fotografía
20	El Volcán	San Lucas	El Paraíso	Jonathan Hernández	carne en escuela
21	Uyuca	Tatumbula	Francisco Morazán	Esaú Moisés Zúniga	avistamiento
22	El Portillo	San Buena Ventura	Francisco Morazán	Jhon Van Dort	fotografía
23	Krautara	Wampusirpe	Gracias a Dios	Jonathan Hernández	espinas
24	Mocorón	Puerto Lempira	Gracias a Dios	Santiago Manzanares	espinas foto
25	Rus Rus	Puerto Lempira	Gracias a Dios	Tomas Manzanares	espinas foto
26	Krausirpe	Wampusirpe	Gracias a Dios	Virginia Maklin Salinas	avistamiento
27	Opatoro	Opatoro	La Paz	Nehemías Villalobos	fotografía
28	Montaña Puca	Lepaera	Lempira	José Rodríguez	avistamiento
29	El Pital		Ocotepeque	Jonathan Hernández	entrevista
30	UNA-G	Catacamas	Olancho	Isaid y David Mejía	avistamiento
31	Boquerón	Juticalpa	Olancho	Mayron Mejía	fotografía
32	Reserva Botaderos	Gualaco	Olancho	Patricia Amador	video
33	Las Champas Río Tinto	Dulce Nombre de Culmí	Olancho	Jonathan Hernández	fotografía
34	Talgua	Catacamas	Olancho	Olvin Calixto	fotografía
35	Represa Patuca III	Patuca	Olancho	Carlos Orailly	fotografía
36	El Cajón, cerca de cortina	Victoria	Yoro	Leonel Marineros y Carlos O'Raylli	fotografía
37	Cruz grande	San Nicolás	Santa Bárbara	Hermes Vega	fotografía
38	Camapara	San Marcos Caiquín	Lempira	Hermes Vega	fotografía
39	Celaque	Gracias	Lempira	Hermes Vega	fotografía
40	Celaque	Gracias	Lempira	Hermes Vega	fotografía
41	Celaque	Gracias	Lempira	Hermes Vega	fotografía
42	Celaque	San Manuel Colohete	Lempira	Hermes Vega	fotografía
Total de puntos		56			

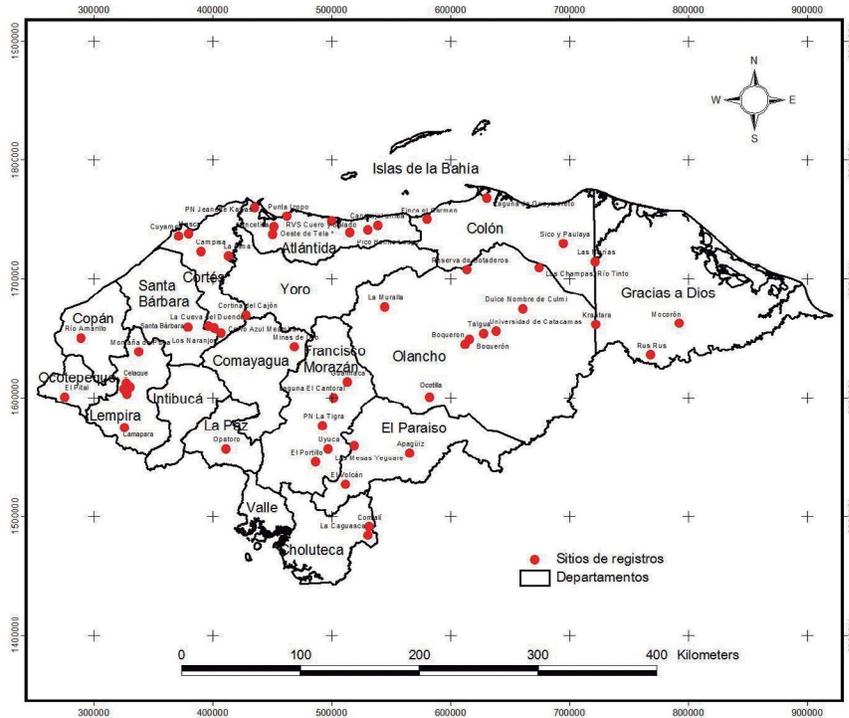


Figura 2. Registros de *Coendou mexicanus*, representado en 15 de los 18 departamentos, exceptuando los departamentos de Valle, Intibucá, e Islas de la Bahía, en la parte insular de Honduras.

co se usó el 80% de los datos ($n=44$) como puntos de entrenamiento y el 20% ($n=11$) como puntos de prueba. Se modeló con la opción básica, con cinco repeticiones.

Para evaluar el desempeño del modelo se consideró el valor del área bajo la curva (AUC; Moisen *et al.*, 2006). Se usó la distribución probabilística cuyos valores están entre 0 y 1 para generar los modelos con los requerimientos ambientales, dando como resultado una distribución representada en un mapa de salida con escala de colores que indican esta probabilidad. Los valores entre 0.77-1 indican las condiciones óptimas para la distribución de la especie y los valores entre 0.38-0.69 indican condiciones intermedias (Phillips *et al.*, 2006). De acuerdo con el AUC que se obtuvo en la modelación (0.872), nuestro modelo de distribución potencial de *C. mexicanus* no se dio aleatoriamente, y por lo tanto su distribución está basada en la correlación de las variables bioclimáticas con la presencia de la especie.

Nuestros resultados muestran que *C. mexicanus*, habita en 15 departamentos (Figura 2), y se distribuye potencialmente en 17 de los 18 departa-

mentos de Honduras, con énfasis de su presencia en las partes bajas de los departamentos de Cortés, Yoro y Colón; y en los bosques nubosos en los departamentos de Ocotepeque, Lempira, Intibucá, La Paz, Comayagua, Yoro y Francisco Morazán (Figura 3). Su distribución en el gradiente altitudinal inicia desde el nivel del mar, en Punta Izopo (el ejemplar se encontró en las raíces bajas de un mangle en la costa), hasta los 2,466 msnm en el Parque Nacional Montaña de Celaque. El modelo muestra que su distribución en Honduras sobrepasa los 2,000 msnm. De acuerdo con nuestro modelo de nicho ecológico potencial de MaxEnt, el *C. mexicanus*, está representado ampliamente en todo el territorio hondureño, siendo las áreas protegidas las que probablemente refugien las mayores poblaciones en virtud de su mayor cobertura forestal. En algunos sectores de pinares se han encontrado puercoespines en los bosques riparios, considerados como intromisión de los bosques de galería dentro del ecosistema de pinos o bien por ser bosques mixtos.

El 50% de los registros se documentaron fuera de los límites de áreas protegidas. En general se encontraron en paisajes fragmentados o agrícolas, así como áreas poco arboladas, o en zonas de culti-

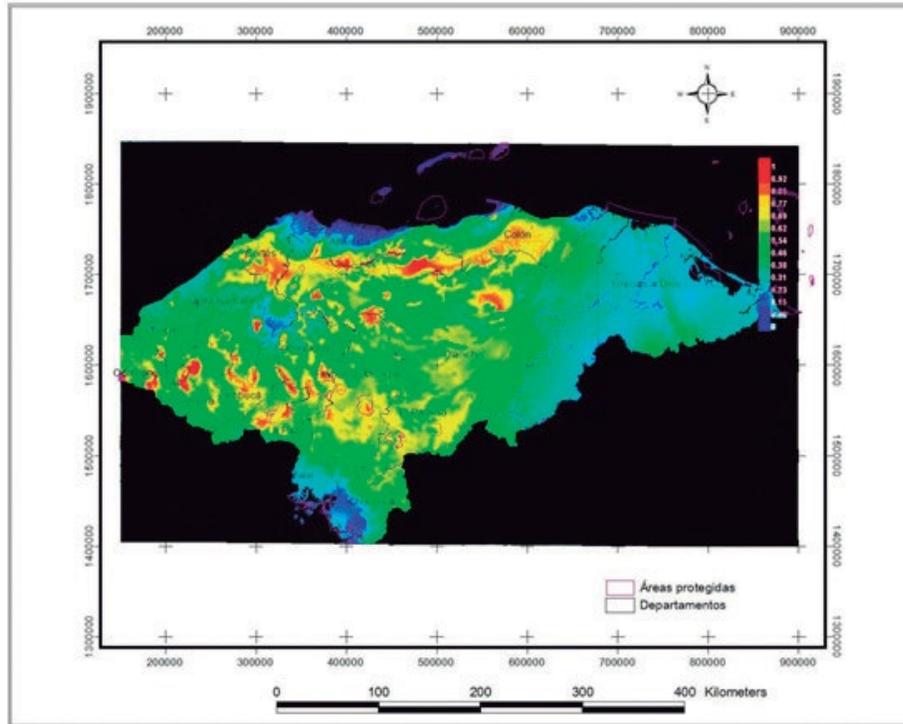


Figura 3. Distribución potencial de *Coendou mexicanus*, representando su presencia en 17 de los 18 departamentos de Honduras. Los colores de amarillo a rojo indican condiciones óptimas para la distribución potencial de las especies. Los colores de verde al amarillo, condiciones intermedias para la presencia de la especie y el color azul significan condiciones desfavorables para la presencia del *C. mexicanus*.

vos arborizados como cafetales y huertas que sustituyen los bosques tropicales, los que están desapareciendo rápidamente (Lorenzo *et al.*, 2014).

De acuerdo con los registros del Instituto de Conservación Forestal de Honduras (ICF), en los últimos 20 años del movimiento comercial de especies animales, se refleja que esta especie no tiene valor comercial real. Dado lo anterior, no se recomienda su inclusión en el apéndice III de CITES. Sin embargo, sugerimos su consideración como una especie de preocupación especial para Honduras, ya que los registros fuera de los límites de las áreas silvestres protegidas son cada vez más escasos.

En las comunidades rurales de Honduras se aprovecha su carne por ser abundante y de buen sabor; en la Moskitia se utiliza su grasa como fuente medicinal para enfermedades respiratorias. Frecuentemente en Honduras son eliminados de las cercanías a las comunidades por cacería precautoria, debido a la creencia que los puercoespines “lanzan” las espinas al hocico o patas de los perros.

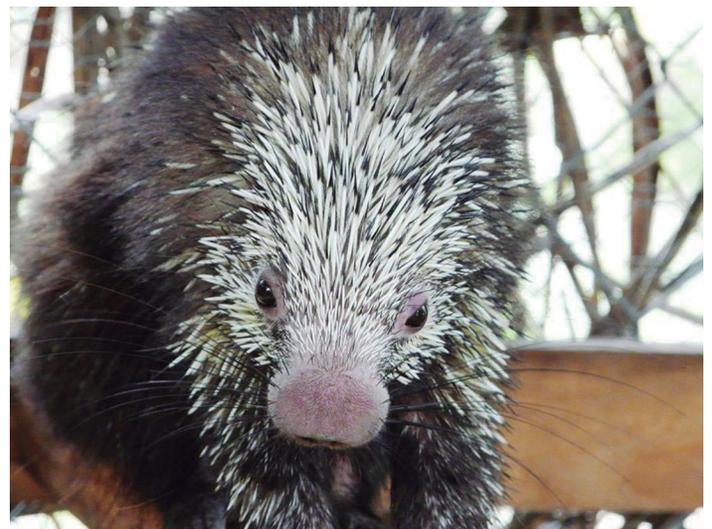


Figura 4. Se observa "las espinas" del *Coendou mexicanus*, que recubren su cuerpo como un escudo y mecanismo de defensa contra predadores, produce una herida dolorosa y puede hacer sangrar a su predador. Las heridas pueden llegar a infectarse y en caso de ser ingerido provocar hasta la muerte. Foto: Pablo Bedrossian, en Campisa, San Pedro Sula, Honduras.

Los depredadores al entrar en contacto con el puercoespín hacen que éste libere sus espinas (Figura 4), produciendo heridas que pueden infectarse al no ser atendidas. De igual forma, otros depredadores naturales pueden morir ante la imposibilidad de eliminar algunas espinas que pueden infectar la cara o la boca del animal, tal como lo reporta Elbroch *et al.* (2016), sobre un puma muerto por espinas de *Coendou prehensilis* en Venezuela. Los puercoespines forman parte de la dieta de los grandes felinos por lo que son un importante eslabón en la cadena alimenticia de estos grandes predadores.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los aportes de: Rudy Andrade, Fausto Elvir, Mayron Mejía, Ligia Ramos, Pablo Bedrosian, Henning Kresner, Nehemías Villalobos, José Rodríguez, Isaid Girón, David Mejía-Quintanilla, Patricia Amador, Franklin Castañeda, Hermes Vega, Marcio Martínez y Olvin Calixto. Se agradece a los museos AMNH, NMNH y del FMNH por permitir el acceso a sus bases de datos.

LITERATURA CITADA

- Cisneros-Palacios M.E., G. Reyes-Macedo, A. Méndez, G. Monroy y C.C. Ramírez. 2015. Registros notables del puerco espín tropical *Sphiggurus mexicanus* (Erethizontidae) en el estado de Oaxaca, México. *Therya*, 6:647-652.
- Elbroch, L.M., R. Hoogesteijn y H. Quigley. 2016. Cougars (*Puma concolor*) killed by North American Porcupines (*Erethizon dorsatum*). *Canadian Field-Naturalist*, 130:53-55.
- Goodwin, G. 1942. Mammals of Honduras. *Bulletin of The American Museum of Natural History*, 79:107-195.
- Lorenzo, C., T.M. Rioja-Paradela y A. Carillo-Reyes. 2015. State of Knowledge of endangered and critically endangered logomorphs worldwide. *Therya*, 6:11-30.
- Marineros L. y F. Martínez. 1998. *Mamíferos de Honduras*. Instituto Nacional de Ambiente y Desarrollo INADES.
- Moisen, G.G., E.A. Freeman, J.A. Blackard, T.S. Frescino, E.Z. Nicklaus y T.C. Edwards Jr. 2006. Predicting tree species presence and basal area in Utah. A comparison of stochastic gradient boosting, generalized additive models and, tree-based methods. *Ecological Modeling*, 199:102-117.
- Monterrubio-Rico, T.C., J.M. Ortega-Rodríguez, N. Mendoza-Cárdenas, R. Cancino-Murillo y A. Pérez-Arteaga. 2010. Distributional and ecological records of the Mexican hairy dwarf porcupine (*Sphiggurus mexicanus*) from Michoacán, Mexico. *Southwestern Naturalist*, 55:139-142.
- Pearson, R.G., C.J. Raxworthy, M. Nakamura y T. Peterson. 2007. Predicting species distribution from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34:102-117.
- Phillips, S.J., R.P. Anderson y R.E. Schapire. 2006. Modelling Distribution and Abundance with Presence Only-Data. *Journal of Applied Ecology*, 43:405-412.
- Phillips, S.J. y M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31:161-175.
- Reid, A.F. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press. New York, E.U.
- SERNA. 2008. *Especies de Preocupación Especial en Honduras*. Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente Tegucigalpa, Honduras.
- Vázquez, E., F. Reid y A.D. Cuarón. 2016. *Coendou mexicanus* [Internet], The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T20629A22214103. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T20629A22214103.en>>. [Consultado en 27 abril 2018].
- Voss, R.S. 2011. Revisionary notes on Neotropical porcupines (Rodentia: Erethizontidae) 3. An annotated checklist of the species of *Coendou* Lacépède, 1799. *American Museum Novitates*, 3720:1-36.

NORMAS EDITORIALES PARA CONTRIBUCIONES EN LA *REVISTA MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA Nueva época*

En la *REVISTA MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA* (RMM) se consideran para su publicación trabajos sobre cualquier aspecto relacionado con mamíferos, con especial interés en los mamíferos mexicanos, pero de preferencia aquellos que aborden temas de biodiversidad, biogeografía, conservación, ecología, distribución, inventarios, historia natural y sistemática. Se le dará preferencia a los trabajos que representen aportes originales al ejercicio de la mastozoología, sin restringirse a algún tema en específico. Todos los trabajos sometidos serán revisados por dos árbitros expertos en la temática del trabajo expuesto. Los trabajos sometidos a la revista pueden ser en la modalidad artículo o nota. Los manuscritos no deben exceder de 20 y 8 cuartillas para las dos modalidades respectivamente. Es preferible que los manuscritos sean presentados en idioma español; sin embargo, también se aceptarán trabajos en inglés con su respectivo Resumen.

I. FORMATO GENERAL

Todas las contribuciones que se envíen a la Revista Mexicana de Mastozoología, para su potencial publicación, deberán ajustarse al siguiente formato:

A) TEXTO

El documento deberá elaborarse utilizando la versión más reciente de Word, en altas y bajas, con el tipo de letra Times New Roman, tamaño de letra 12 puntos con un doble interlineado. Los párrafos se escribirán con una separación de doble espacio y con una sangría inicial de 5 puntos, excepto en el primer párrafo de cada sección, que no tiene sangría. Todos los márgenes, tanto laterales como superiores e inferiores deben ser de 3 cm. El margen derecho del texto no deberá estar justificado y todas las páginas deben ir numeradas en la esquina superior derecha. No utilice una página de carátula: la primera página del manuscrito debe ser en la que inicia el resumen. Evite el uso de anglicismos o galicismos. Se deben acentuar las mayúsculas y en general redactar el manuscrito según las reglas gramaticales aceptadas para el idioma español y siguiendo las recomendaciones establecidas por el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua. Se utilizan itálicas en los nombres científicos, términos estadísticos y símbolos matemáticos en ecuaciones o aquellos utilizados para denotar pruebas estadísticas. Las gráficas e imágenes, tanto figuras como fotografías, deben enviarse por separado y en sus formatos correspondientes y de preferencia a color. Las gráficas del programa Microsoft Excel deberán venir en su archivo original, y aquellas de programas estadísticos e imágenes en formato *.jpg o *.tiff deberán estar en una resolución mínima de 300 dpi.

B) ENCABEZADOS

Su posición indica la jerarquía correspondiente a cada parte de la contribución y tiene diversos órdenes. El orden que se emplea en la RMM es el siguiente: los encabezados solo aparecen en artículos y no en notas, y pueden ser de tres tipos: primarios (en negritas, centrados y en mayúsculas con acentos), secundarios (alineados a la izquierda, en versalitas y en negritas) y terciarios (alineados a la izquierda, en mayúsculas y minúsculas y itálicas). No todos los trabajos deben incluir, necesariamente, los tres tipos de encabezados. Los encabezados primarios solamente pueden incluir, dependiendo de las características del trabajo, algunos de los siguientes: RESUMEN, INTRODUCCIÓN, ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS, MATERIALES Y MÉTODOS, MÉTODOS, RESULTADOS

Y DISCUSIÓN, RESULTADOS, DISCUSIÓN, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES, CONCLUSIONES, AGRADECIMIENTOS, LITERATURA CITADA y APÉNDICE.

C) CITAS BIBLIOGRÁFICAS EN EL TEXTO

Para mencionar las citas en todas las contribuciones se empleará el Sistema Harvard. Nombre-año: Autor (es) y el año de la contribución, entre paréntesis. Sin embargo, la forma de aplicar el sistema dependerá de la redacción en cada párrafo o de las frases respectivas. Citando a un sólo autor, colocando el primer apellido con el año de la publicación entre paréntesis, con su respectivo signo de puntuación entre los dos elementos. Ejemplo: (Cervantes, 1990). Cuando sean dos autores se pondrá el primer apellido de cada uno, separados por la conjunción “y”. Ejemplo: (Jones y Smith, 1993). Si la cita corresponde a tres o más autores, se hará como en el caso primero, añadiendo la locución latina *et al.* en cursiva y el año. Ejemplo: (Espinoza *et al.*, 1985). Cuando se citen varios trabajos a la vez, se ordenarán de forma alfabética y posteriormente en orden cronológico; se separarán por punto y coma. Ejemplo: (Figueira y Texeira, 1994; Prigioni *et al.*, 1997; Ximénez, 1972). Cuando se citen autores que hayan publicado más de una referencia en el mismo año, o se citen de igual forma en el texto se diferenciarán con las letras a, b, c, etc., colocadas inmediatamente después del año de publicación (ej. Ceballos *et al.*, 1993a; Ceballos *et al.*, 1993b) y se agregarán a la sección de referencias de la contribución siguiendo el orden alfabético. También cuando se citen publicaciones en versión electrónica o páginas de internet se utilizará el mismo formato. Cuando el autor desea citar información no publicada, aunque se debe tratar de evitar, las comunicaciones verbales o personales que sean relevantes para la contribución, deberá hacerlo colocando entre paréntesis (com. pers.). De cualquier manera las referencias citadas en el texto deberán incluirse completas sin excepción en su correspondiente sección.

II. ELEMENTOS DE LAS CONTRIBUCIONES

TÍTULO

Será breve, conciso y deberá reflejar el contenido de la contribución. Será todo en mayúsculas, exceptuando a los nombres científicos que se escribirán en mayúscula la primera, del género, con sus descriptores correspondientes y deben de ir en cursivas. Deberá estar centrado y no debe llevar punto final.

AUTORES

En orden jerárquico con respecto a su grado de colaboración. Los autores incluirán sus nombres completos, o tal y como desean que aparezca, se separarán por comas y no habrá punto al final de esta sección. Su ubicación deberá ser centrada y sin grados académicos ni cargos laborales, sin negritas y con mayúsculas las letras iniciales. Al final de cada nombre se colocará un subíndice numérico progresivo y en la sección de dirección se indicará para cada subíndice el nombre de la institución con la dirección completa y el correo electrónico disponible. Si todos los autores pertenecen a una misma institución se anotará un sólo índice. Además de indicar el autor de correspondencia.

RESUMEN

Los artículos deben ir acompañados de un resumen en español y uno en inglés. El resumen deberá ser de un máximo de 250 palabras y escrito en un solo párrafo. No se citarán referencias en el resumen y éste debe ser informativo de los resultados del trabajo, más que indicativo de los métodos usados. Con el mismo tipo y tamaño de letra que el texto completo y con espacio sencillo. Tanto en los artículos como en las notas se incluye el resumen.

PALABRAS CLAVE

Se deberán incluir un máximo de siete y mínimo de cuatro palabras clave para elaborar el índice del volumen, indicando tema, región geográfica (estado y municipio), orden y especie. La separación entre las palabras será con comas y la última será acompañada de un punto final. Las palabras clave deben ir ordenadas alfabéticamente e idealmente se debe evitar repetir aquellas que ya están contenidas en el título.

ABSTRACT

Es la traducción fiel del resumen al idioma inglés. Es responsabilidad del autor enviar completo este apartado, aún cuando posteriormente sea editado.

KEY WORDS

Traducción fiel de las palabras clave en idioma inglés. Con las mismas reglas y en orden alfabético.

INTRODUCCIÓN

Se destacará la importancia del problema, la justificación de la investigación, los antecedentes particulares, los objetivos y las hipótesis. Los antecedentes deberán referirse a bibliografía reciente, preferentemente de la última década, excepto en los casos en que los manuscritos se refieran a descripciones o cambios en la distribución actual de las especies, donde probablemente se requerirá de la literatura clásica para el tema a tratar y sirvan de apoyo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se enunciarán de forma clara, breve, concisa y ordenada, los procedimientos y métodos empleados, puntualizando las unidades de medida, las variables y el tratamiento estadístico, de modo que el experimento y los análisis puedan ser repetidos. Es obligatorio citar las referencias bibliográficas de los métodos descritos. Los materiales y equipos mencionados deberán destacar los modelos, marcas o patentes.

ÁREA DE ESTUDIO

En esta sección se incluye el área de estudio, ésta además de ser descriptiva en el texto, de preferencia deberá ser acompañada de una figura. La figura, de ser un mapa, deberá incluir los elementos básicos de cualquier mapa, incluyendo la escala, la referencia del Norte geográfico, proyección, e idealmente grilla de referencia.

RESULTADOS

Se presentarán en forma ordenada, clara y precisa. La descripción de los mismos consistirá en indicar la interpretación fundamental de los cuadros o figuras sin repetir los datos descritos en estos.

CUADROS

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

FIGURAS

Las figuras deberán ser presentadas en su versión final. Agrupar las ilustraciones que requieran ser presentadas y planear con cuidado, considerando la escala y técnica utilizada. No envíe las figuras originales la primera vez que someta un manuscrito, en ese caso acompañelo de copias nítidas y de buena calidad al final del manuscrito, en hojas separadas y sin numeración. Los originales de las figuras serán solicitados una vez que el manuscrito sea aceptado. Las ilustraciones en formato electrónico deberán ser en Microsoft Excel (gráficas) o formato *.jpg o *.tif (mapas o fotografías) a una resolución mínima de 300 dpi y de preferencia a color. Ser cuidadosos en los datos que presenten las figuras deberán estar completos, incluyendo los títulos de los ejes, la escala o cualquier otro elemento que ayude a entender la figura.

PIES DE FIGURA

Deberán ser incluidos al final del manuscrito. Su posición en la versión final deberá ser indicada en el área aproximada en el margen izquierdo del texto entre corchetes (ej. [Figura 1]) Estos pies deben ser claros y explicar detalladamente lo que muestra la figura e incluir los créditos en el caso de las fotografías o mapas. (ej. Foto: Gerardo Ceballos).

MEDIDAS Y ANOTACIONES MATEMÁTICAS

Use decimales en lugar de fracciones. Siempre se deben escribir los nombres de los números entre uno y nueve, excepto cuando sean series de números que incluyan números mayores (ej., 1, 7 y 18 ó tres lobos y ocho osos), o se refiera a unidades de medida (ej., 3 min, 8 días) o al principio de un párrafo. Al mencionar medidas de peso o volumen o unidades comunes, usar las abreviaciones del Sistema Internacional de Unidades sin punto final (ej., 20 kg, 30 km, 5 m, 2 ha) y al referirse a medidas de tiempo usar "h" para horas, "s" para segundos y "min" para minutos. Utilice comas para separar grupos de tres dígitos en cantidades de millares o mayores y para indicar los decimales se utilizará un punto (ej., 3,000; 6,534,900; 1,425.32). Los símbolos matemáticos usados en ecuaciones y fórmulas pueden incluir los básicos (+, -, X^2 , 1, <, >, =, *) y cualquier otro adicional, siempre y cuando sea adecuadamente definido en la sección de métodos. Siempre use el sistema métrico decimal para indicar pesos, distancias, áreas, volúmenes y use grados Celsius para temperaturas. La única excepción a esta regla es el uso de hectáreas (ha) que debe ser adoptado siempre que la superficie indicada sea de decenas de miles de metros cuadrados.

Los términos estadísticos como G, h, l, y otros términos abreviados por una sola letra, pueden ser utilizados después de haber sido definidos la primera vez que se usan. Términos que son abreviados con varias letras (por ejemplo ANOVA) deben ser escritos totalmente. No olvidar que también estos deben ir subrayados y llevarán itálicas en el texto final.

TRATAMIENTO SISTEMÁTICO

La nomenclatura de todos los mamíferos discutidos en los trabajos que se presenten en la Revista Mexicana de Mastozoología para su publicación, deberá basarse en el trabajo de Wilson y Reeder. Los nombres científicos deben ir en itálicas. Después de mencionarlos por primera vez (ej. *Liomys pictus*), se debe abreviar el nombre genérico (ej. *L. pictus*), excepto al inicio de un párrafo o cuando pueda haber confusión con otras especies citadas.

DISCUSIÓN

Consiste en explicar la interpretación de los resultados apoyándose en citas bibliográficas adecuadas, así como en comparar los resultados más relevantes con los de otros autores que hayan presentado trabajos similares.

CONCLUSIONES

Destacar en esta sección de forma breve y precisa las aportaciones concretas de los resultados del trabajo, referirse únicamente al manuscrito presentado no considerar documentos ajenos o supuestos.

AGRADECIMIENTOS

Se incluirá sólo si el autor desea dar reconocimientos a personas o instituciones que brindaron apoyo tanto logístico como financiero para el desarrollo del trabajo de investigación. Sin embargo, instamos a los autores a incluir aquellas instituciones que financiaron el proyecto.

LITERATURA CITADA

En esta sección la bibliografía deberá aparecer siempre por orden alfabético de autor, sin importar el formato en que se encuentre la información, ya sean libros, tesis, artículos de revista, etc. Las iniciales de los nombres y del segundo apellido de cada autor deben ir sin espacios y con punto. Si existen varias citas de un mismo autor, se ordenarán cronológicamente. Asimismo, si existen dos fechas iguales pertenecientes a un mismo autor, se deben diferenciar con las letras a, b, c y citar acordemente en el texto. Todos los títulos de las publicaciones deberán ir sin abreviar. Se recomienda que si en una cita aparecen más de siete autores utilizar la locución *et al.* (cursivas) después del tercer autor. Verifique cuidadosamente que todas las referencias citadas en el texto estén en esta sección y que todas las referencias en la Literatura Citada sean mencionadas en el texto. En el caso de que esta lista no sea congruente con el texto el trabajo será rechazado automáticamente por el editor general.

A continuación se muestran algunos ejemplos de cómo elaborar las referencias utilizadas con mayor frecuencia en la REVISTA MEXICANA DE MASTOZOLOGÍA; éstas se organizarán por tipo de documento como: libro, revista, tesis, patente, conferencia etc., sin importar el soporte en que sean presentadas, impreso o de forma electrónica:

LIBROS

Autor(es), editor(es) o la organización responsable. Año. Título en cursivas. Serie y número de volumen. Número de edición si no es la primera. Editorial. Lugar de la edición. Ejemplos:

Campbell, N.A., L.G. Mitchell y J.B. Reece. 2001. *Biología: conceptos y relaciones*. 3a. ed., Pearson Education, México, D.F.

Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Limusa. México, D.F.

CAPÍTULO DE UN LIBRO IMPRESO

Autor(es) del capítulo. Año. Título del capítulo. Número de páginas del capítulo, en (cursivas): Título de la obra (cursivas). (Autor(es)/editor(es) de la obra). Editorial. Lugar de la edición. Ejemplos:

Tewes, M.E. y D.J. Schmidly. 1987. The Neotropical felids: jaguar, ocelot, margay, and jaguarundi. Pp. 695-712, en: *Wild furbearer management and conservation in North America*. (Novak, M., J.A. Baker, M.E. Obbard y B. Malloch, eds.). Ministry of Natural Resources. Ontario, Canadá.

Ortega, J. y H.T. Arita. 2005. *Lasionycteris noctivagans*. Pp. 267-270, en: *Los mamíferos silvestres de México*. (Ceballos, G. y G. Oliva, coords.). Fondo de Cultura Económica - CONABIO. México, D.F.

ARTÍCULO DE PUBLICACIONES PERIÓDICAS

Autor(es) del artículo. Año. Título del artículo. Título de la publicación periódica (en cursivas), volumen (sin número): número de páginas del artículo precedido de dos puntos y separados por un guión corto y sin espacios. Ejemplos:

Hernández-Silva, D.A., E. Cortés-Díaz, J.L. Zaragoza-Ramírez, P.A. Martínez-Hernández, G.T. González-Bonilla, B. Rodríguez-Castañeda y D.A. Hernández-Sedas. 2011. White-tailed deer habitat in the Huautla Sierra, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 27:47-66.

De la Torre J. A., J.F. González-Maya, H. Zarza, G. Ceballos y R.A. Medellín. 2017. The jaguar's spots are darker than they appear: assessing the global conservation status of the jaguar *Panthera onca*. *Oryx*. [doi:10.1017/S0030605316001046]

TESIS

Autor. Año. Título (cursivas). Grado de la Tesis, Institución. País. Si el título lleva un nombre científico éste va indicado en redondas. Ejemplo:

Bárceñas, R.H.B. 2010. *Abundancia y dieta del linco (Lynx rufus) en seis localidades de México*. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología/Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

DOCUMENTO PRESENTADO EN CONGRESO O REUNIÓN

Autor(es). Año de publicación. Título de la contribución. Número de págs. de la contribución, en(cursivas): Título del congreso (cursivas). Fecha, editorial. Lugar de publicación. Ejemplo:

Mac Swiney-González, M.C., S. Hernández-Betancourt y A.M. Hernández-Ramírez. 2010. Ecología del ensamble de pequeños roedores de la Reserva Ecológica El Edén, Quintana Roo. México. Pp. 71, en: *X Congreso Nacional y I Congreso Latinoamericano de Mastozoología*. 21 al 24 de septiembre de 2010, Guanajuato, Gto. México.

LEY

Número de la ley y denominación oficial si la tiene. Título de la publicación en que aparece oficialmente (cursivas). Lugar de publicación, Fecha (indicar mes y año). Ejemplo:

Ley Núm. 20-388. *Diario Oficial de la Federación*. México DF, 18 de noviembre de 2008.

NORMA

Institución responsable (versalitas). Año. Título de la norma (cursivas). Lugar de publicación, Fecha de publicación. Ejemplo:

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. *Norma Oficial Mexicana NOMECOL-059-2001. Protección ambiental de 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, 6 de marzo de 2002.

PÁGINAS WEB

Autor(es). Año. Título (cursivas) [página de Internet entre paréntesis rectos], edición o versión (si corresponde), lugar de publicación, editor. Disponible en: <dirección de internet> [fecha de acceso entre corchetes]. Ejemplo:

IUCN. 2011. IUCN *Red List of Threatened Species* [Internet], Version 2011.1., Gland, Switzerland, International Union for the Conservation of Nature. Disponible en: <<http://www.iucnredlist.org>>. [Consultado el 16 de junio de 2011].

PROGRAMAS DE CÓMPUTO

Autor(es). Año. Título (cursivas). Edición o versión, lugar, editorial y tipo de medio entre corchetes: [CD-ROM], [en línea], [disquete]. Ejemplo:

Patterson, B.D., G. Ceballos, W. Sechrest, *et al.* 2007. *Digital Distribution Maps of the Mammals of the Western Hemisphere*, Version 3.0, Arlington, Virginia, USA, NatureServe. [CD-ROM].

LITERATURA CITADA

Domínguez-Castellanos, Y. y E.M. Soroa-Zaragoza. 2011. *Manual para citar correctamente referencias bibliográficas en revistas académicas*. Tesina del Diplomado en Redacción Editorial y Cuidado de la Edición. Editorial Versal, Casa Universitaria del Libro—UNAM. México, D.F.

INIFAP. 1999. Estructura y formato de las contribuciones a la revista. *Ciencia Forestal en México*, 24:23-39.

Martínez-López, V.M. 2008. Guía del autor. El proceso editorial y las normas para la presentación de originales. UNAM-CRIM. Cuernavaca, Morelos, México.

Medellín, R.A., G. Ceballos y C. Equihua. 1995. Normas editoriales para someter manuscritos a la Revista Mexicana de Mastozoología. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 1:84-93.

REVISORES DEL NÚMERO 2 - 2018

Deseamos agradecer a los revisores de los manuscritos de este número, con su esfuerzo y dedicación hemos logrado integrar trabajos de mejor calidad.

Los revisores fueron:

Joaquín Arroyo Cabrales

Horacio V. Bárcenas

Avril Carranza Kuster

Mónica Farrera Hernández

María Cristina Mac Swiney González

Alejandro Ganesh Marín Méndez

Leonel Marineros Sánchez

Jorge Ortega Reyes

Héctor Orlando Portillo Reyes

Gina Marcela Quintero Gil

Danelly Solalinde Vargas

Manuel Valdés Alarcón

Heliot Zarza Villanueva



CONTENIDO

ARTÍCULOS Y NOTAS

- 1 Restos de pequeños mamíferos en egagrópilas de lechuzas en la Reserva de la Biosfera Janos, Chihuahua**
Juan Cruzado, Jesús Pacheco y Gerardo Ceballos
- 13 Situación del uso de la tierra en la distribución de cinco especies de murciélagos de la familia Emballonuridae en Honduras. Centroamérica**
David Josué Mejía-Quintanilla, Bernal Rodríguez-Herrera, Manuel Spinola-Parallada, Juan Pablo Suazo-Euceda, Leonel Marineros y Fausto Elvir
- 22 Mamíferos en dos bosques riparios de la sabana de pino en la Moskitia Hondureña**
Héctor Orlando Portillo Reyes y Fausto Elvir
- 31 Sugerencias para organizar, administrar y exportar datos de foto-trampeo con el Programa Wild.ID**
Salvador Mandujano y Odalis Morteo-Montiel
- 40 Behavioral response of the mara (*Dolichotis patagonum*) to food density in Argentina**
Ailin Gatica and Antonio M. Mangione
- 48 Las ardillas de Nicaragua (Rodentia: Sciuridae)**
Arnulfo Medina-Fitoria, José Martínez-Fonseca, Allan Gutiérrez, Eric van den Berghe, Orlando Jarquín, Yuri Aguirre, Milton Salazar, Silvia Robleto, Nelson Toval, Marvin Tórrez y Fabricio Díaz
- 81 Conflicto humano-oso andino (*Tremarctos ornatus*) en San Francisco de Sigsipampa, Provincia de Imbabura, Ecuador**
Jessica Bazantes-Chamorro, Nataly Revelo-Morán y José Moncada-Rangel
- 96 Registros y distribución potencial del puercoespín (*Coendou mexicanus*), (Rodentia: Erethizontidae) en Honduras**
Leonel Marineros, Héctor Orlando Portillo-Reyes, Hermes Vega y Jonathan Hernández

LINEAMIENTOS EDITORIALES

- 103 Normas editoriales para contribuciones en la *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época**
- 110 REVISORES**