

Revista Mexicana de Mastozoología

nueva época

Julio de 2019
año 9, número 1



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 9, No. 1, 2019. 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.revexmastoziologia.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 julio de 2019.

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 **Los mamíferos de la isla de Ometepe en el lago Cocibolca, Pacífico Sur de Nicaragua**
Arnulfo Medina Fitoria
- 20 **Distribución potencial y notas acerca del coyote (*Canis latrans*) en Honduras**
Fausto Antonio Elvir-Valle, Héctor Orlando Portillo-Reyes y Leonel Edgardo Marineros-Sánchez
- 31 **Alimentación del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en un ambiente urbano y uno agrícola en los Valles Centrales de Oaxaca**
César Cisneros-Moreno y Matías Martínez-Coronel
- 44 **Primer registro del tlalcoyote (*Taxidea taxus*) en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Guanajuato**
J. Manuel Rangel-Rojas, Juan F. Charre-Medellín, Tiberio C. Monterrubio-Rico y Gloria Magaña-Cota
- 51 **Primer registro municipal de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en Santiago Ixcuintla, Nayarit, México**
Diana Jatziri Guzmán-Báez y Víctor H. Luja
- 56 **Registro notable de dos mesocarnívoros en el bosque nuboso de Baja Verapaz, Guatemala**
Alejandro Mármol-Kattán, Gabriela Palomo-Muñoz, Juan Pablo Pinto-Meneses e Isabella Rosito-Prado
- 62 **Nuevo registro de margay (*Leopardus wiedii*) en Nayarit, México**
Víctor H. Luja y María G. Zamudio
- 66 **Dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y posible dispersión de semillas de ciprés (*Juniperus comitana*) en Huehuetenango, Guatemala**
Martín Viteri-Pasch y Alejandro Mármol-Kattán
- 72 **Gamete cryopreservation in the recovery program of Mexican gray wolf (*Canis lupus baileyi*): Results of reproductive season of 2018 in Mexico**
Raúl Eduardo Piña-Aguilar, Patricia Zúñiga-Sánchez, Rosa María Díaz-Salazar, Claudia González-Ortega, Beatriz Santamaria-Jiménez, Laura Elena Gómez-Montes, Herbe Monrroy-Jacobo, José de Jesús Barroso-Padilla, Alvar Alonso Cruz-Tamayo y Antonio Martín Gutiérrez-Gutiérrez

LINEAMIENTOS EDITORIALES

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

NUESTRA PORTADA

La variabilidad de las ardilla tropicales de México y Centroamérica aún presentan muchos aspectos poco entendidos. En este número se publica un artículo sobre los mamíferos de la Isla Ometepe en Nicaragua en donde existe una forma de coloración de *Sciurus variegatoides* que podría representar un ecotipo o un taxon no descrito.

Foto: Arnulfo Medina Fitoria.



LOS MAMÍFEROS DE LA ISLA DE OMETEPE EN EL LAGO COCIBOLCA, PACÍFICO SUR DE NICARAGUA

ARNULFO MEDINA-FITORIA

Asociación Mastozoológica Nicaragüense – AMAN; Managua, Nicaragua.

RESUMEN

En este estudio se describe la riqueza mastozoológica de la isla de Ometepe, una isla volcánica que se encuentra en un lago de agua dulce. Tanto el carácter insular como su posición geográfica derivan en una singular variedad de ecosistemas naturales como son bosque nuboso, bosque húmedo de influencia Caribeña, el típico bosque seco del Pacífico, coladas de lava y humedales, que en su conjunto albergan poblaciones faunísticas de gran importancia ecológica y social. Una interesante historia evolutiva y de colonización ha dado cabida a una diversidad actual de 51 especies de mamíferos silvestres en la isla, que representa el 26% de los mamíferos continentales del país, incluidas dos especies introducidas con poblaciones silvestres. El 78.4% del total de especies son micromamíferos (murciélagos y roedores), así como no hay evidencia de grandes depredadores o especies con importantes requerimientos de hábitat. Asimismo se formalizó la presencia de seis especies en la isla. Estas son: *Lamproncycteris brachyotis*, *Lonchorhina aurita*, *Microncycteris microtis*, *Trinycteris nicefori*, *Chrotopterus auritus* y *Natalus mexicanus*, que, aunque fueron incluidas en informes técnicos, no estaban apoyadas por ninguna publicación científica. Finalmente en esta investigación se evidenció la extinción de una especie de la isla: el mono araña *Ateles geoffroyi*.

Palabras clave: distribución, diversidad, extinción, hábitat.

Revisado: 09 de abril de 2019; **aceptado:** 04 de junio de 2019; **publicado:** 15 de julio de 2019. **Autor de correspondencia:** Arnulfo Medina-Fitoria, amedinafitoria@gmail.com.

Cita: Medina-Fitoria, A. 2019. Los mamíferos de la isla de Ometepe en el lago Cocibolca, Pacífico Sur de Nicaragua. *Revista Mexicana de Mastozología*, nueva época, 9(1):01-19. ISSN:2007-4484. www.revexmastozologia.unam.mx

RELEVANCIA

Se presenta una lista actualizada de los mamíferos de la isla volcánica de Ometepe, en el Pacífico sur de Nicaragua. Se reportan 51 especies, su distribución, amenazas y estado de conservación. Y se indican prioridades para su conservación.

ABSTRACT

The mastozoological richness of Ometepe Island is described, a volcanic island in a freshwater lake. The insular character and its geographic position derive in a singular variety of ecosystem: cloud forest, humid forest of Caribbean influence, the typical dry forest of the Pacific, lava flows and wetlands, which as a whole host faunal populations of great ecological importance and Social. An interesting evolutionary and colonization history has accommodated a current diversity of 51 species of wild mammals on the island representing 26% of the country's continental mammals, including two introduced species with wild populations. The 78.4% are micromammals (bats and rodents) just as there is no evidence of large predators or species with large habitat requirements. It was also formalized the presence of six species on the island. These are: *Lamproncycteris brachyotis*, *Lonchorhina aurita*, *Microncycteris microtis*, *Trinycteris nicefori*, *Chrotopterus auritus* and *Natalus mexicanus*, which, although included in technical reports, were not supported by any scientific publication. Finally in this investigation the extinction of a species on the island: the spider monkey *Ateles geoffroyi*.

Key words: distribution, diversity, extinction, habitat.

INTRODUCCIÓN

La isla de Ometepe se ubica en el lago Cocibolca y tiene dos volcanes: Concepción y Maderas (Figura 1). Debido a su condición insular y posición geográfica, es un área de transición entre la región seca del Pacífico y la región húmeda del Caribe, lo que da origen a una biodiversidad singular (Gillespie, 1994). En total, 239 especies de vertebrados terrestres han sido identificados en la isla, de los cuales, 148 son aves, 51 mamíferos, 31 y nueve anfibios. De estos últimos uno es endémico: la salamandra de volcán Maderas *Bolitoglossa insularis* (Morales *et al.*, 2007; Sunyer *et al.*, 2008).



Figura 1. Vista de la Isla de Ometepe, Nicaragua. Foto: Arnulfo Medina.

Análisis evolutivo y reseña histórica

La paleontología de vertebrados indica que el arco volcánico centroamericano fue una península norteamericana que se extendía posiblemente hasta Panamá (Kirby y MacFadden, 2005; Lucas, 2014). Esto sugiere que las primeras especies de fauna en Centroamérica llegaron del norte, lo cual es respaldado por el único fósil de dinosaurio centroamericano de 95 Ma (millones de años), encontrado en Honduras y de origen norteamericano (Horne, 1994). La variación de los niveles del mar por cambios climáticos globales, permitieron la llegada de aves del sur en el Oligoceno (25 Ma), seguido de mamíferos en el Mioceno, 23 Ma, (Pelegriñ *et al.*, 2018). Asimismo, fósiles de Panamá del primate *Panamacebus* (21 Ma) evidencian la llegada temprana de mamíferos neotropicales (Bloch *et al.*, 2016). Sin embargo, fue la formación del istmo de Panamá lo que facilitó un mayor intercambio de fauna, que alcanzó mayor magnitud hace 2.5 Ma en los periodos interglaciales del Pleistoceno (McPherson, 1985). De esta manera es posible encontrar en

Ometepe especies de ambas latitudes como venados cola blanca y conejos provenientes del norte, con primates, tamandúas, armadillos y zarigüeyas del sur (Pelegriñ *et al.*, 2018).

La existencia de dos especies de didélfidos en los volcanes de Ometepe sugiere una antigua conexión terrestre con el continente de hace 0.8-0.7 Ma, tiempo estimado en que este linaje salió de Sudamérica (Cione *et al.*, 2015; Woodburne, 2010). Esta conexión comenzó a perderse posiblemente con el surgimiento del Caribe Centroamericano, uno de los últimos movimientos de masas que unieron al continente en el pleistoceno hace 2.5 Ma (Weyl, 1980) y que continuó con la formación del graben nicaragüense originado por un hundimiento tectónico hace 2 Ma, y que creó los lagos Xolotlán y Cocibolca (Weyl, 1980). Weyl (1980) estima que la depresión ha sido rellenada por sedimentos aluviales y materiales volcánicos que alcanzan un espesor de 2,000 m, lo cual ha causado cambios en la estructura del lago hasta llegar a los 31 msnm y a una profundidad promedio de 13 m (Vammen *et al.*, 2006).

Gillespie (1994) sugiere que el aislamiento pudo finalizar hace 10,000 años, lo que restringió el flujo de fauna y definió la biota de la isla al establecerse una brecha acuática; aunque la información disponible no permite estimar cuantas especies de mamíferos llegaron habitar la isla antes del cierre definitivo, no podemos eximir como probables habitantes históricos a ninguna especie típicamente distribuida en el pacífico sur de Nicaragua que debieron tener las mismas oportunidades. Por su parte, tampoco es posible saber cuántas especies coexistían cuando llegaron los humanos en el año 4000 a.C., quienes han cambiado el paisaje de la isla (Haberland, 1992).

Los primeros humanos en Ometepe fueron chibchas suramericanos, posiblemente matagalpas o mayangnas (Lothrop, 1998); restos de conchas de tortuga y huesos de venado, armadillos y guatusas de hace 2,000 años son atribuidas a estas etnias (Healy, 1980). Un segundo grupo llegó en el año 800, con la llegada de los chorotegas provenientes de México, seguido por nicaraos en el año 1200 (Baker, 2013). Baker (2013) estima que los nicaraos ocupaban el occidente de la isla, los chorotegas el noreste y los descendientes chibchas habitaban el volcán Maderas. Lo poco que sabemos sobre la convivencia de estos grupos en la isla fue dado a conocer por los conquistadores del siglo XVI, quienes describieron aspectos cotidianos como la ca-

cería, al interpretar dibujos pictográficos plasmados en pieles de venado (Serra-Vázquez, 2015).

El descubrimiento del *desaguadero de la mar dulce* en 1539 que conectó el Pacífico y el Caribe, estableció una ruta de tránsito que involucraría a Ometepe como un sitio de abastecimiento de provisiones y refugio, no solo de españoles sino también de piratas, exploradores y naturalistas (Serra-Vázquez, 2015). Ritter von Friedrichsthal en 1837, Frederick Boyle en 1863 y Pablo Levy en 1869, realizaron los primeros estudios sobre geografía, zoología y geología respectivamente (Boyle, 1868; Houwald, 1975; Levy, 1873). Estas exploraciones dieron como resultado la primera reseña mastozoológica del lago Cocibolca, la cual incluía al primate *Mycetes palliatus* Gray 1849 (= *Alouatta palliata*), que fue incorporado en la Biología Central Americana de la Sociedad Linneana (Alston, 1882). En 1883 nuevos reportes de fauna se dieron en la isla por el biólogo sueco Carl Bovallius, quien colectó para la Universidad de Upsala Suecia (uus) nueve especies de mamíferos (Bovallius, 1977).

Los estudios en Ometepe continuaron en los años cincuenta y sesenta del siglo XX con J. Knox Jones Jr. y la Universidad de Kansas (UK), quienes colectaron más de 500 mamíferos (Jones Jr. y Phillips, 1969). A finales del siglo XX se realizó el Ordenamiento Territorial de Ometepe, que incluyó un listado de las especies mastozoológicas (FUNDECINIC, 1994). No obstante, el establecimiento de una estación biológica en el volcán Maderas acrecentó los estudios biológicos, tanto florísticos (Gillespie, 1994; Gillespie y Prigge, 1997) como de fauna, incluidos importantes inventarios de mamíferos realizados por Neal Woodman y la Universidad de Pennsylvania (Woodman, 1998; 2002), y Vilchez (2005) quien inventarió los mamíferos como insumo para el plan de manejo de la Reserva. Por su parte, continuaron evaluaciones de primates (Garber *et al.*, 1999; McCann *et al.*, 2003; Williams-Guillén *et al.*, 2006) y estimación poblacional del venado *Odocoileus virginianus* (Rodríguez, 2009). Por último se analizan los resultados del estudio mastozoológico de la isla de Ometepe como insumos para la propuesta de biosfera (Medina, 2010).

ÁREA DE ESTUDIO

La isla de Ometepe de 276 km² está ubicada en el lago Cocibolca, un lago de agua dulce de 8,264 km² con 400 isletas, dos islas y dos volcanes. El volcán

Concepción (1,610 m), al oeste de la isla, se encuentra activo y tiene vegetación escasa, mientras que el volcán Maderas al oriente (1,430 m), se compone de un cono truncado y una laguna de cuatro ha alimentada por la condensación de la humedad del bosque nuboso (INETER, 1994). La isla pertenece al departamento de Rivas y se divide en dos municipios: Moyogalpa y Altagracia; con una población de 40,000 habitantes. Presenta un régimen lluvioso de mayo a noviembre, con un promedio de 1,600 mm anuales y una temperatura media de 27° C (INETER, 1994).

Ometepe tiene una combinación de climas; los sectores de Altagracia y el Volcán Maderas son influidos por flujos húmedos del Caribe, que afecta a la vegetación y crea mayor precipitación, lo cual forma ecosistemas típicos de trópico húmedo. Moyogalpa y las zonas bajas de ambos volcanes que reciben menos humedad producen ecosistemas de trópico seco (Gillespie, 1994). Díaz y Díaz (2009) determinaron que hay seis ecosistemas: bosque nuboso, bosque húmedo, transición bosque húmedo-seco, bosque seco, coladas volcánicas y humedales (Figura 2). La isla fue declarada área protegida en 1983 bajo decreto 13-20, donde se reconocen a ambos volcanes como reservas naturales y por la ley 203 en 1995 que la declaró Patrimonio Cultural de la Nación (La Gaceta, 2013). La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) la integró en 2010 al Programa Hombre y Biósfera, la cual fue aprobada bajo Ley No. 833 en La Gaceta (2013) con tres áreas protegidas: La Reserva Natural Volcán Concepción (Figura 3), El Parque Nacional Volcán Maderas (Figura 4) y El Refugio de Vida Silvestre Peña Inculca-Humetal Istián (Figura 5).

MÉTODOS

Para hacer esta investigación, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica y análisis de información no publicada científicamente, que incluye reportes técnicos y tesis, los cuales se tabulan cronológicamente en tiempo y espacio. No se revisó el material depositado en museos extranjeros pertinente a los mamíferos de la isla, aunque sí se revisaron las bases de datos de murciélagos y roedores de Ometepe de la University of Kansas Biodiversity Research Center (UK) y del American Museum of Natural History (AMNH). La nomenclatura se basó en Wilson y Reeder (2005), con cambios acordes a publicaciones recientes.

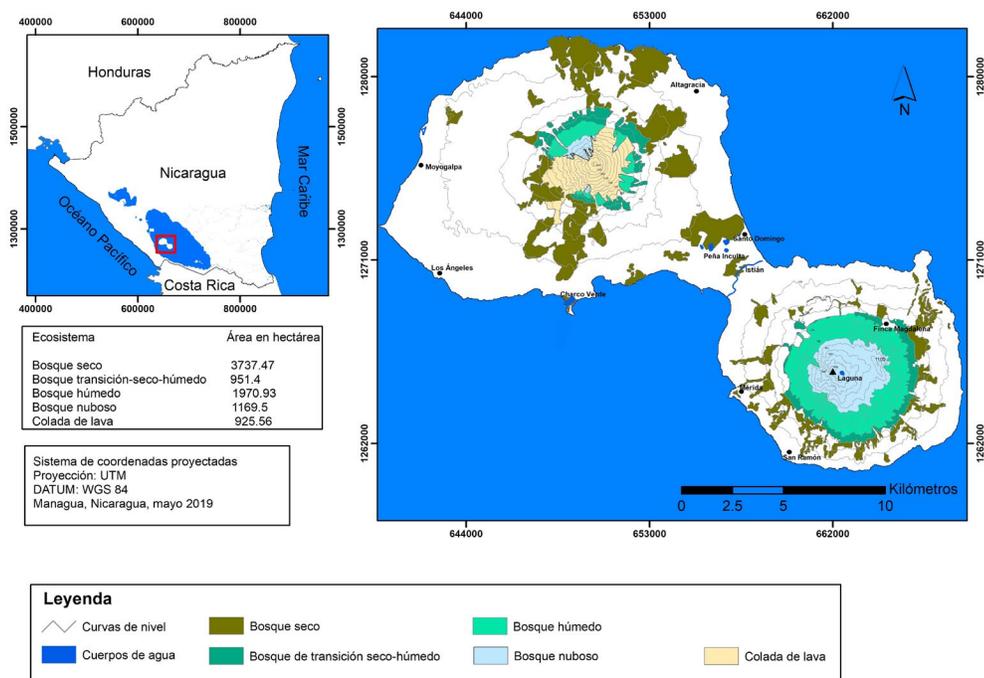


Figura 2. Diferentes tipos de ecosistemas que se presentan en la isla de Ometepe, Nicaragua. Tomado de Díaz y Díaz, 2009.



Figura 3. Reserva Natural Volcán Concepción en la Isla de Ometepe en Nicaragua. Foto: Arnulfo Medina.



Figura 4. Parque Nacional Volcán Maderas, Isla Ometepe en Nicaragua. Foto: Arnulfo Medina.



Figura 5. Refugio Vida Silvestre Peña Inculca–Humedal Istián, Isla Ometepe, Nicaragua. Foto: Arnulfo Medina.

Todas las localidades expresadas en las distribuciones de las especies se encuentran en el mapa de ecosistemas de la isla (Figura 2).

RESULTADOS

Como resultado se reconocen 9 ordenes, 17 familias y 51 especies de mamíferos en la isla de Ometepe (Cuadro 1), lo que representa el 26.4% del total de

mamíferos continentales de Nicaragua (Medina-Fitoria y Saldaña, 2012). Esto incluye seis especies sin reportes científicos previos: *Lamproncyteris brachyotis*, *Lonchorhina aurita*, *Microncyteris microtis*, *Trinycteris nicefori*, *Chrotopterus auritus* y *Natalus mexicanus*. Esta diversidad también contiene dos especies no nativas, la rata (*Rattus rattus*) y el ratón común (*Mus musculus*) y se evidencia la extinción de la especie de primate *Ateles geoffroyi*.

Cuadro 1. Lista de especies de mamíferos y las tres áreas protegidas (Volcán Concepción, Istián Peña Inculca y Volcán Maderas) en la isla de Ometepe, Nicaragua.

Nº	Orden / Familia / Especie	Volcán Concepción	Istián (Peña Inculca)	Volcán Maderas
Marsupialia / Didelphidae				
1	<i>Philander opossum</i>	Bosque seco (Medina, 2010)		La Laguna (Vílchez, 2005; Medina, 2010) San Ramón (Woodman, 1998)
2	<i>Didelphis marsupialis</i>		Humedal Iztián (Medina, 2010)	San Ramón (Woodman, 1998)
Cingulata / Dasypodidae				
3	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Moyogalpa (Bovallius, 1977) Bosque seco (Medina, 2010)		Bosque húmedo (Vílchez, 2005)
4	<i>Cabassous centralis</i>			San Ramón (Woodman, 1998)
Pilosa / Myrmecophagidae				
5	<i>Tamandua mexicana</i>	Moyogalpa (Bovallius, 1977)		San Ramón (Woodman, 1998) Bosque húmedo (Medina, 2010)
Chiroptera / Emballonuridae				
6	<i>Rhynchonycteris naso</i>	Altagracia (Base datos UK)	Peña Inculca (Woodman, 1998) Humedal Istián (Medina, 2010)	Bosque seco (Vílchez, 2005)
7	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Altagracia (Base datos UK)	Santo Domingo (Base datos UK)	San Ramón (Woodman, 1998)
8	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Altagracia (Base datos UK) Bosque seco (Medina, 2010)		San Ramón (Woodman, 1998)

Cuadro 1. Continuación...

Nº	Orden / Familia / Especie	Volcán Concepción	Istián (Peña Inculca)	Volcán Maderas
Noctilionidae				
9	<i>Noctilio albiventris</i>	Altagracia (Base datos UK)	Humedal Istián (Medina, 2010)	San Ramón (Woodman, 1998)
10	<i>Noctilio leporinus</i>	Altagracia (Jones Jr. et al., 1971)		Merida (Jones Jr. et al., 1971) San Ramón (Woodman, 1998)
Phyllostomidae				
11	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	Bosque seco (Medina, 2010)		
12	<i>Lonchorhina aurita</i>	Bosque seco (Medina, 2010)		
13	<i>Phyllostomus discolor</i>	Moyogalpa (Base de datos UK) Bosque seco (Medina, 2010)	Santo Domingo (Base datos UK) Peña Inculca (Woodman, 1998)	
14	<i>Micronycteris microtis</i>			Finca Magdalena (Vílchez, 2005)
15	<i>Trinycteris nicefori</i>			Finca Magdalena (Vílchez, 2005)
16	<i>Chrotopterus auritus</i>			Bosque nuboso (Vílchez, 2005)
17	<i>Glossophaga comissarisi</i>	Bosque seco (Medina, 2010)	Peña Inculca (Medina, 2010)	Bosque seco y nuboso (Vílchez, 2005)
18	<i>Glossophaga soricina</i>	Moyogalpa (Base de datos UK) Bosque seco (Medina, 2010)	Santo Domingo (Base de datos UK) Peña Inculca (Medina, 2010)	Mérida (Base de datos UK) Bosque seco (Vílchez, 2005)
19	<i>Glossophaga leachii</i>	Moyogalpa (Base de datos UK)		San Ramón (Woodman, 1998)
20	<i>Carollia perspicillata</i>	Moyogalpa (Base de datos UK) Bosque seco (Medina, 2010)	Peña Inculca (Woodman, 1998) Humedal Istián (Medina, 2010)	Bosque seco y Húmedo (Vílchez, 2005) Bosque seco y Húmedo (Medina, 2010)
21	<i>Carollia subrufa</i>	Moyogalpa (Base de datos UK) Bosque seco (Medina, 2010)	Peña Inculca (Woodman, 1998)	Mérida (Base de datos UK) Bosque seco (Vílchez, 2005; Medina, 2010)
22	<i>Carollia sowelli</i>			Mérida (Base de datos UK) San Ramón (Woodman, 1998)

Cuadro 1. Continuación...

Nº	Orden / Familia / Especie	Volcán Concepción	Istián (Peña Inculca)	Volcán Maderas
23	<i>Sturnira parvidens</i>	Moyogalpa (Base de datos UK) Bosque seco (Medina, 2010)	Peña Inculca (Woodman, 1998)	Mérida (Base de datos UK)
24	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Moyogalpa y Altagracia (Base de datos UK) Bosque seco (Medina, 2010)		Bosque seco y húmedo (Vílchez, 2005) Bosque seco y húmedo (Medina, 2010)
25	<i>Artibeus lituratus</i>	Altagracia (Base datos UK)		San Ramón (Woodman, 1998) Bosque seco y húmedo (Medina, 2010)
26	<i>Dermanura phaeotis</i>		Peña Inculca (Base de datos UK) Humedal Istián (Medina, 2010)	Bosque seco (Vílchez, 2005)
27	<i>Dermanura watsoni</i>			San Ramón (Woodman, 1998)
28	<i>Dermanura tolteca</i>			Mérida y San Ramón (Jones Jr. et al., 1971) San Ramón (Woodman, 1998) Bosque húmedo (Medina 2010)
29	<i>Uroderma convexum</i>	Altagracia (Base de datos UK)	Humedal Istián (Medina, 2010)	Finca Magdalena (Vílchez, 2005)
30	<i>Platyrrhinus helleri</i>	Bosque seco (Medina, 2010)	Sto.Domingo (Base de datos UK)	Mérida y San Ramón (Jones Jr. et al., 1971) Finca Magdalena (Vílchez, 2005)
31	<i>Chiroderma villosum</i>	Bosque seco (Medina, 2010)	Sto.Domingo (Base de datos UK) Peña Inculca (Woodman, 1998)	Mérida (Jones Jr. et al., 1971)
32	<i>Desmodus rotundus</i>	Altagracia (Base de datos UK)	Peña Inculca (Woodman, 1998)	Mérida (Jones Jr. et al., 1971) San Ramón (Woodman, 1998) Bosque seco (Vílchez, 2005)
Natalidae				
33	<i>Natalus mexicanus</i>			Bosque seco (Vílchez, 2005)

Cuadro 1. Continuación...

Nº	Orden / Familia / Especie	Volcán Concepción	Istián (Peña Inculca)	Volcán Maderas
Vespertilionidae				
34	<i>Rhogeessa bickhami</i>	Bosque seco (Medina, 2010)	Sto. Domingo (Base de datos UK) Peña Inculca (Woodman, 1998)	San Ramón (Base de datos UK)
Primates / Cebidae				
35	<i>Cebus capucinus</i>	Charco Verde (Bovallius, 1977)		Nebliselva (Woodman, 1998) Finca Magdalena (Medina, 2010)
36	<i>Alouatta palliata</i>	Moyogalpa (Boyle, 1868) Moyogalpa (Bovallius, 1977) Bosque seco (Woodman, 1998) Charco Verde (Medina, 2010)	Humedal (Medina, 2010)	Bosque seco y húmedo (Garber <i>et al.</i> , 1999) Bosque seco y húmedo (McCann <i>et al.</i> 2003) Cafetal (Williams-Guillén <i>et al.</i> 2006)
+	<i>Ateles geoffroyi</i>	Moyogalpa (Bovallius, 1977)		
Rodentia / Sciuridae				
37	<i>Sciurus variegatoides</i>	Moyogalpa (Boyle, 1868) Jones Jr. y Phillips, 1969 Bosque seco (Medina, 2010)	Peña Inculca (Woodman, 1998) Humedal (Medina, 2010)	Jones Jr. y Phillips, 1969 San Ramón (Vílchez, 2005; Woodman, 1998) Bosque seco (Medina, 2010)
Heteromyidae				
38	<i>Liomys salvini</i>	Altagracia (Genoways, 1973) Bosque seco (Medina, 2010; Woodman, 2002)	Peña Inculca (Woodman, 1998)	Mérida (Genoways, 1973)
Cricetidae				
39	<i>Sigmodon hirsutus</i>		Peña Inculca (Woodman, 2002)	Bosque húmedo (Vílchez, 2005) Bosque nuboso (Medina, 2010)
40	<i>Oryzomys couesi</i>	Altagracia (Jones Jr. y Engstrom, 1986)		San Ramón (Woodman, 1998)
41	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Altagracia (Jones Jr. y Engstrom, 1986)		San Ramón (Woodman, 1998)

Cuadro 1. Continuación...

Nº	Orden / Familia / Especie	Volcán Concepción	Istián (Peña Inculca)	Volcán Maderas
42	<i>Peromyscus mexicanus</i>			Mérida (Jones Jr y Yates 1983) San Ramón (Woodman, 1998) Bosque húmedo y nuboso (Medina, 2010; Vílchez, 2005)
43	<i>Peromyscus stirtoni</i>	Bosque seco (Medina, 2010)	Peña Inculca (Woodman, 2002)	
Muridae				
44	<i>Rattus rattus</i>	Altagracia (Medina, 2010)		San Ramón (Woodman, 1998)
45	<i>Mus musculus</i>		Santo Domingo (Medina, 2010)	San Ramón (Woodman, 1998)
Erethizontidae				
46	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Moyogalpa (Bovallius, 1977)	Peña Inculca (Medina, 2010)	San Ramón (Woodman, 1998)
Dasyproctidae				
47	<i>Dasyprocta punctata</i>	Moyogalpa (Bovallius, 1977) Bosque seco (Medina, 2010)		San Ramón (Woodman, 1998) Bosque húmedo (Vílchez, 2005)
Lagomorpha / Leporidae				
48	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Moyogalpa (Bovallius, 1977) Altagracia (Yates <i>et al.</i> , 1979)	Humedal Istián (Medina, 2010)	San Ramón (Woodman, 1998)
Carnívora / Procyonidae				
49	<i>Nasua narica</i>			San Ramón (Woodman, 1998) Bosque seco (Vílchez, 2005)
50	<i>Procyon lotor</i>			Bosque seco (Vílchez, 2005)
Cetartiodactyla / Cervidae				
51	<i>Odocoileus virginianus</i>	Moyogalpa (Bovallius, 1977) Bosque seco (Jones Jr. y Phillips, 1969)	Peña Inculca (Woodman, 1998)	San Ramón (Woodman, 1998) Bosque húmedo y nuboso (Rodríguez, 2009)

† Especie extinta.

Asimismo, cuatro especies son características del Pacífico seco: el ratón *Liomys salvini* y los murciélagos *Balantiopteryx plicata*, *Carollia subrufa* y *Lampronyc-teris brachyotis*; una especie de murciélago es distintiva de las tierras caribeñas, *Lonchorhina aurita*. El ratón *Peromyscus mexicanus* y el murciélago *Derma-nura tolteca* son representativos de las montañas altas del norte. Una de estas especies está catalogada con datos deficientes por la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza (IUCN, 2019); dos especies están en riesgo a nivel nacional (Medina-Fitoria *et al.*, 2017); nueve se encuentran en los listados de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres-CITES (CCAD, 2010); y 10 están protegidas en Nicaragua por el reglamento de veda del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA, 2016; Cuadro 2).

Análisis de especies relevantes

Orden Primates (Monos)

Alouatta palliata (Gray 1849)

Representa la primera referencia mastozoológica del lago Cocibolca, referida como *Mycetes palliatus*

(Gray) y descrita en 1848 a partir de supuestos especímenes de Venezuela (Sallé, Museo Británico); sin embargo, P. L. Sclater, Secretario de la Sociedad Zoológica de Londres, demostró que provenían de las islas del lago de Nicaragua (Alston, 1882). En 1863 tres individuos fueron colectados en Ometepe para el Museo Británico (Boyle, 1868) y en 1883 se colectó en Moyogalpa un individuo para la Universidad de Upsala, Suecia-uus (Bovallius, 1977). Este mono habita el bosque seco y húmedo, cafetales y cacaoales de la finca Magdalena del Volcán Maderas (Garber *et al.*, 1999; McCann *et al.*, 2003; Williams-Guillén *et al.*, 2006); así como en el bosque Peña Inculca (Woodman 1998); el bosque seco del Volcán Concepción y en los humedales Charco Verde e Istián (Medina, 2010). Aunque aún es común en la isla, se estima que las metapoblaciones han disminuido, así como sus interacciones y estructuras grupales, aunque aún no presenta evidencia de endogamia (Winkler, 1999).

Ateles geoffroyi (Kuhl, 1820)

Este mono no ha sido reportado desde 1883 cuando C. Bovallius lo describió en Moyogalpa de la siguiente manera:

Cuadro 2. Listado de mamíferos de importancia para la conservación en Ometepe.

ESPECIE	Listas Rojas	CITES	Vedas nacionales	Valor Cinegético
<i>Lampronyc-teris brachyotis</i>	PE (Nacional)			
<i>Trinycteris nicefori</i>	A (Nacional)			
<i>Tamandua mexicana</i>		III	Veda Indefinida	
<i>Dasyprocta novemcinctus</i>			Veda Parcial	X
<i>Cabassous centralis</i>		III		
<i>Alouatta palliate</i>		I	Veda Indefinida	
<i>Cebus capucinus</i>		II	Veda Indefinida	
<i>Sciurus variegatoides</i>				X
<i>Sphiggurus mexicanus</i>		III		
<i>Dasyprocta punctata</i>		III	Veda Parcial	X
<i>Nasua narica</i>		III	Veda Parcial	X
<i>Odocoileus virginianus</i>			Veda Parcial	X
Total especies		9	10	5

Listas Rojas= PE: Peligro de extinción, A: amenazada.

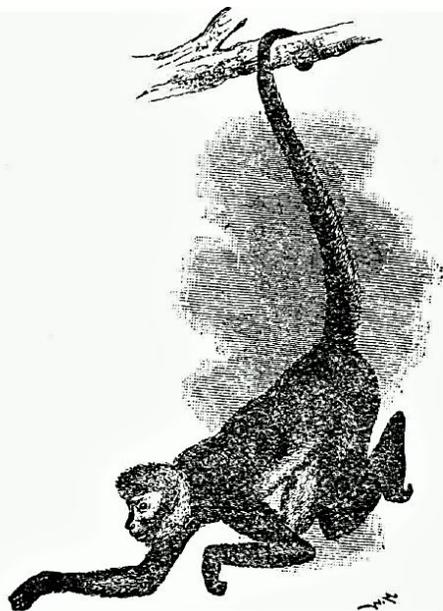


Figura 6. Mono araña (*Ateles geoffroyi*) en estado silvestre, 1883. Ilustración: Bovallius, 1977.

Una vez me refugié huyendo del sol, oí un alboroto de urracas. Cuando fui a ver me encontré un tropel de monos arañas que estaban robando huevos de los nidos. Desde un árbol tiraban ramas y algunas de las hembras llevaban crías, una por hembra. Un mono saltó a las ramas inferiores y se colgó con la cola en la posición que se representa (Figura 6).

En el poblado Los Ángeles, Bovallius colectó un individuo para la uus (Bovallius, 1977). Nadie más lo ha reportado en estado silvestre, por lo que se considera actualmente extinto. Esto debió ocurrir en la primera mitad del siglo XX por razones desconocidas, aunque acciones antropogénicas como la cacería de autoconsumo pudo ser una causa, pues según Bovallius (1977) era común en la dieta de los isleños, principalmente de la población indígena.

Orden Rodentia (ardillas, ratas y ratones)

Sciurus variegatoides (Ogilby, 1839)

Es una especie mesoamericana con seis subespecies en Nicaragua, una de ellas reconocida en Ometepe como *S. v. dorsalis*, que es endémica del pacífico de Nicaragua y el noroeste de Costa Rica (Medina-Fitoria *et al.*, 2018). En el siglo XIX, Boyle (1868) y Bovallius (1977) la reportaron en el volcán Concepción. Tres patrones de coloración de esta especie, diferentes a la ya conocida, han sido do-

cumentados en la isla (Jones Jr. y Phillips, 1969; Medina-Fitoria *et al.*, 2018). En 1968, J. Jones Jr. describió estas variaciones de la siguiente manera:

Los especímenes del norte de la isla eran inusuales y de hecho representan una subespecie no descrita. Aun así, no estábamos preparados para lo que encontramos. Smith y Choate obtuvieron en el volcán del sur una emocionante muestra, algunas negras, otras canela claro, otras de color rojizo y otras que combinaban amarillo, rojo, negro y blanco (Jones Jr. y Phillips, 1969).



Figura 7. Patrón de coloración no definido taxonómicamente de *Sciurus variegatoides*, posible intergradación de alguna forma de línea dorsal. Foto: Arnulfo Medina.



Figura 8. Patrón melánico de *S. variegatoides*. Foto: Orlando Jarquín.

Aunque estos datos no se han publicado, dos de estos patrones de coloración se han confirmado, uno colorido con líneas laterales (posible variación de alguna subespecie de banda dorsal; Figura 7) y un patrón melánico (Figura 8). La subespecie con banda dorsal, *S. variegatoides dorsalis* habita las partes medias y bajas de ambos volcanes; en las partes bajas del volcán Maderas coexiste con individuos más coloridos y de líneas laterales. No obstante, los individuos melánicos han sido registrados únicamente en el bosque húmedo del volcán Maderas (Medina-Fitoria *et al.*, 2018; Vílchez, 2005; Woodman, 1998).

Liomys salvini (Thomas, 1893)

Es una especie mesoamericana con dos subespecies en Nicaragua: *L. s. vulcani* del occidente y *L. s. salvini* del pacífico sur y centro del país; la última se encuentra en la isla. Datos de colecta de Altigracia y Moyogalpa (Volcán Concepción) y Mérida (Volcán Maderas) mostraron individuos machos con una longitud más grande que el promedio de la especie y una marcada variación intrapoblacional (Genoways, 1973). En la isla habita los bosques secos (< 300 m) y coladas de lava (Medina, 2010; Woodman, 2002).

Oryzomys couesi (Alston, 1877)

De acuerdo con colectas del volcán Maderas y Altigracia (AMNH) e identificadas como *O. c. couesi*, se separaron del grupo de muestras de otras localidades, debido a sus medidas más pequeñas (especialmente de la longitud de la cola), por lo que divergen de vecinos cercanos geográficamente (Jones Jr. y Engstrom, 1986); nuevos reportes en el volcán Maderas (Woodman, 1998).

Peromyscus mexicanus (Saussure, 1860)

En el volcán Maderas, esta especie ha sido reportada en los cafetales de Mérida (Jones Jr. y Yates, 1983), cultivos de cacao (Medina, 2010) y en los bosques nuboso y húmedo (Vílchez, 2005; Woodman, 1998). Medina (2010) informó de una raza oscura habitando el bosque húmedo y nuboso del volcán Maderas, que coincide con las medidas morfológicas propuestas para esta especie (Figura 9).

Agouti paca (Linnaeus, 1766)

Esta especie fue mencionada en las crónicas de Indias del siglo XIX (Serra-Vázquez, 2015). FUNDENIC



Figura 9. Raza melánica de *Peromyscus* del Volcán Maderas. Foto: Arnulfo Medina.

(1994) la reportó con base en entrevistas, aunque ningún investigador ha observado esta especie, por lo que su presencia es actualmente incierta.

Orden Carnívora

En general los carnívoros son escasos en la isla y no hay grandes depredadores. Actualmente, no se encuentran grupos de mamíferos típicos de Nicaragua como felinos, cánidos, mustélidos y mefítidos. Sin embargo, es posible que algunas de estas especies hayan habitado la isla, por lo que se asume la existencia de una antigua conexión. Alusiones al respecto son descritas en la cerámica de Ometepe, donde se muestran abundantes figuras de felinos, por lo cual el periodo que va de 950 a 1100 en la isla se denominó “fase gato” (Serra-Vázquez, 2015). En 1850 Ephraim Squier también hizo referencia a felinos en la isla cuando escribió: *Entre los objetos encontrados en Ometepe está una máscara de tigre, en cobre, que no carece de valor artístico y tiene cierto grado de vívido realismo* (Squier, 1989). Por último, J. Froebel en su descripción de Ometepe de 1850 también indica la presencia de “tigres” como parte de la fauna típica de la isla (Froebel, 1978). Por su parte, dos especies de mustélidos (*Mustela frenata* y *Eira barbara*) son citados por FUNDENIC (1994) con base en entrevistas aun cuando no existe evidencia científica que identifique a estas especies en la isla.

Aunque estos informes no confirman la presencia de grandes carnívoros, no podemos descartar

su presencia en algún momento histórico de la isla; pero mientras no haya evidencia, estas especies no son consideradas parte de la fauna de Ometepe.

Orden Artiodactyla (venados)

Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1780)

Los registros de esta especie en la isla datan de hace 2,000 años (Healy, 1980). Fue colectada en 1883 como *Cervus rufinus* (uus) en el volcán Concepción, Moyogalpa (Bovallius, 1977). Por su parte, en el volcán Maderas fue reportada en el bosque húmedo, en bosque nuboso (Vílchez, 2005; Woodman, 1998), y Rodríguez (2009) la reportó desde los 800 m hasta la laguna del volcán Maderas (densidad de 0.5 ± 0.91 EE venados/ha); un valor considerado estable (Gallina, 1994). Según López *et al.* (2007), esta densidad es posible sin depredadores naturales o cacería. Un ejemplo de ello es la isla San Lucas en Costa Rica, donde se estimó una densidad de 1 individuo/ha. Esta especie requiere estudios poblacionales en el volcán Concepción donde se sospecha que es poco común, así como de estudios genéticos que determinen su relación con otras poblaciones. Jones Jr. y Phillips (1969) observaron que los venados de Ometepe son más pequeños en tamaño que los individuos continentales (Figura 10).

Orden Chiroptera (murciélagos)

En la isla se reportó una riqueza de 29 especies (Cuadro 1), que representa el 27% de los murciélagos de Nicaragua (Medina-Fitoria, 2014). Esto incluye 12 especies frugívoras, 10 insectívoras, 3 nectarívoras, 2 carnívoras, 1 especie omnívora y 1 hematófaga. En el mes de abril se han reportado hembras preñadas de las especies *Dermanura phaeotis*, *D. tolteca*, *Carollia perspicillata*, *C. subrufa*, *Glossophaga soricina*, *L. aurita* y *Phyllostomus discolor*. Un macho activo (escrotado) también fue reportado en esta época, el cual pertenecía a la especie *L. brachyotis* (Medina, 2010).

DISCUSIÓN

La importancia mastozoológica de la isla de Ometepe radica en que en un área relativamente pequeña coexisten actualmente más de una cuarta parte de las especies de mamíferos silvestres del país, de las cuales varias se encuentran en riesgo a nivel nacional. Esta diversidad es producto de procesos



Figure 5. Dr. Jones (left) and James Dale Smith skinning a white-tailed deer from Ometepe Island. Note the small size of the deer, an adult female, as compared with individuals of the same species from Kansas.

Figura 10. Investigadores de la UK: J. Knox Jones Jr. (izquierda) y James D. Smith desollando un venado en Ometepe. Nota original: *nótese el pequeño tamaño, una hembra adulta* (Jones Jr. y Phillips, 1969).

evolutivos y antropológicos. Dichos procesos van desde la llegada de las primeras especies de fauna procedentes del norte, seguidos por especies del sur, aunado al aislamiento de estos individuos y la llegada de los humanos. A los humanos se les atribuyen no solo grandes cambios en el paisaje, sino también la extinción de al menos una especie y la introducción de dos especies exóticas que han logrado generar poblaciones silvestres.

Por ser un área de transición entre varias zonas biogeográficas del país, Ometepe presenta una amplia diversidad de ecosistemas terrestres y acuáticos.

cos (Díaz y Díaz, 2009; Gillespie, 1994) y, aunque la mayoría de las especies utilizan varios de estos ecosistemas, algunas están asociadas a un tipo de cobertura específico, por lo que están limitadas a una porción de la isla, por ejemplo especies características del bosque seco, o bien especies del bosque húmedo o de nebliselva. Esto demuestra la importancia de mantener las diferentes coberturas vegetales en su conjunto. Estudios en México (Medellín *et al.*, 2000), Nicaragua (Medina-Fitoria *et al.*, 2007) y Costa Rica (Harvey *et al.*, 2006) han demostrado que al comparar diversos hábitats, la vegetación es la variable más importante para la conservación de especies como los murciélagos en bosques neotropicales.

Los murciélagos son el grupo de mamífero más diverso en Ometepe, ya que agrupa el 57% de las especies. Su alta riqueza podría asociarse no solo a la alta diversidad de ambientes en la isla, sino también a la capacidad de vuelo que les permite desplazarse grandes distancias (Fleming, 1988), por lo que el viaje de menos de 10 km que separa a Ometepe del continente no parece ser obstáculo para que los murciélagos se desplacen hacia o fuera de la isla. Medina *et al.*, (2007), a través de recaptura en un paisaje fragmentado de Nicaragua, registraron desplazamientos de 11 km en especies frugívoras, con registros de hasta 25 km en el caso de *Carollia perspicillata* (Fleming, 1988).

No obstante, aunque el aislamiento de Ometepe no parece tener mayor efecto en las comunidades de murciélagos, sí parece haber afectado a algunas especies de mamíferos terrestres por la divergencia en tamaño con poblaciones continentales. Ejemplo de ello son el venado *Odocoileus virginianus*, cuyas medidas morfológicas son más pequeñas en comparación con individuos del resto del país y de Norteamérica (Jones Jr. y Phillips, 1969), y la rata *Oryzomys couesi*, la cual también presenta medidas pequeñas, que divergen de los vecinos más cercanos. Según Jones Jr. y Engstrom (1986) podría tratarse de una nueva especie. Foster (1964) y Van Valen (1973) explican con la "regla de islas" cómo las poblaciones isleñas divergen en tamaño en relación con poblaciones continentales, donde especies de cuerpos grandes evolucionan para tener cuerpos de tamaños pequeños (enanismo). La explicación refiere a limitaciones de recursos o para liberarse de la competencia y la depredación que permite la evolución a un tamaño óptimo; el grado de enanismo será proporcional al tiempo de aislamiento (Kirby y

MacFadden, 2005). Este fenómeno ha sido reportado en el pequeño perezoso *Bradypus pigmaeus* del archipiélago de Bocas del Toro, Panamá (Anderson y Handley, 2002).

También es necesario hacer estudios taxonómicos sobre la ardilla *Sciurus variegatoides*, que presenta tres patrones diferentes de coloración y solo una es reconocida como subespecie, lo que hace de la isla el único sitio del país donde se ha informado de este tipo de coexistencia (Medina-Fitoria *et al.*, 2018). La simpatria entre tres subespecies de esta especie se da en Costa Rica, entre el golfo de Nicoya y la cordillera de Tilarán, una zona considerada de ecotono (McPherson, 1985). El registro de dos especies de *Peromyscus* es también un tema sugestivo de investigación, ya que ambas se aíslan de sus rangos de distribución relativamente limitado (Baltensperger y Brown, 2015). Una raza melánica de este género coexiste en el volcán Maderas, la cual se reportó como localmente común en abril de 2010 (Medina, 2010), quizá asociada a *P. mexicanus*, ya que de acuerdo con Emmons (1999), individuos de esta especie que viven a mayor altura pueden llegar a presentar pelaje más oscuro y denso. Según Álvarez y Cortés (2000) la densidad de roedores en islas puede presentar fuertes fluctuaciones anuales por la disponibilidad de semillas y la densidad de depredadores, de manera que la poca presencia de mamíferos carnívoros podría incidir en la abundancia de roedores.

Aunque especies de mamíferos de gran porte no se presentan actualmente en la isla, como el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el tapir (*Tapirus bairdii*) o los chanchos de monte (Tayassuidae), nada impide pensar que no pudieran habitarla. Sin embargo, el pequeño tamaño de la isla pudo condicionar la persistencia de especies con altos requerimientos de hábitat, por lo que algunas de ellas pudieron establecerse con pocos individuos y llegar a extinguirse con solo eliminar algunos de ellos, ya sea por competencia con otras especies silvestres, o bien por causas antropogénicas. Newmark (1995) y MacArthur y Wilson (1967), con su teoría de biogeografía de islas, indican que la proporción de mamíferos en islas disminuye en relación con el tamaño de su superficie y a su distancia al continente, lo cual afecta el índice de extinción y aumenta la posibilidad de extinción en islas pequeñas. Por su parte, el primate *Ateles geoffroyi* se considera extinto en Ometepe. Aunque reportes de finales del siglo XIX aún describían grupos reproductivos de esta

especie (Bovallius, 1977), nadie más lo ha reportado en la isla. De manera que si consideramos la extinción como un proceso que ya ha ocurrido en esta zona, es prudente pensar que una mayor cantidad de especies pudo habitar Ometepe, en comparación con la riqueza actual. Aunque pudieron darse extinciones naturales, cabe la posibilidad de que los humanos acrecentaron estos procesos, lo que favoreció el exterminio directo, la disminución del hábitat y la introducción de linajes exóticos. Las especies más vulnerables fueron particularmente las que se movilizan a escalas grandes, como el jaguar, cuyos machos requieren un área de 40 km² de hábitat (Rabinowitz y Nottingham, 1986) y un área mínima de 5,000 km² para mantener una población estable (Redford y Robinson, 1991).

Es difícil calcular el costo ambiental causado por los humanos en Ometepe, pero actividades como el cultivo del tabaco del siglo XX tuvieron costos altos por la deforestación para suministro de madera que requerían los hornos de secado. Según Dévé (1985), una manzana (mz) de tabaco (0.7 ha) requería una mz de bosque, con dos ciclos por año. Esta actividad comenzó en 1950 hasta alcanzar la cifra de 1,500 mz en los años setenta. INETER (1994), señala que en 1990 el bosque denso se redujo a 8%, con 40% de crecimiento secundario y 45% agroganadería.

En consecuencia, el hábitat natural disminuyó más del 50% en una isla, que en proporción ya es pequeña, lo que eliminó casi todos los bosques de bajura y desplazó individuos de zonas costeras a las laderas de los volcanes. Esto también ha disminuido la conexión entre éstos, cuya cintura es el Istmo de Istián, que actualmente concentra buena parte de las tierras cultivables (Baltensperger y Brown, 2015). Según Loiselle y Blake (1991) la ruptura que experimentan los mamíferos en sus rutas de movimiento a nivel local es una de las consecuencias de la fragmentación que más influye en sus poblaciones. Por lo tanto, es de esperarse que en la isla las poblaciones de mamíferos silvestres disminuyan en el futuro sino se toman medidas de protección acorde con los ecosistemas. En principio se debe poner atención a las especies consideradas importantes para la conservación, por lo que es necesario obtener datos poblacionales de muchas especies, ya que sin ellos el establecimiento de prioridades de manejo resulta complejo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Flora y Fauna Internacional (FFI) y a la Fundación entre Volcanes. A Salvadora Morales, Marlon González y Norlan Zambrana. A Timothy McCarthy (q.e.p.d.) y a Bruce Miller, quienes facilitaron mucha de la información histórica de colectas. A Fabricio y Fabio Díaz autores del mapa de Ecosistemas de Ometepe.

LITERATURA CITADA

- Alston E.R. 1882. Mammalia. Pp. 1-220, en: *Biología Central-Americana* (Godman F. y O. Salvin, eds.) Taylor and Francis, London.
- Álvarez S.T. y P. Cortés. 2000. *Análisis de la variación de la población de mamíferos pequeños como respuesta a los cambios de la vegetación por el efecto del niño*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.
- Anderson, R.P. y C.O. Handley. 2002. Dwarfism in insular sloths: biogeography, selection, and evolutionary rate. *Evolution*, 56:1045-1058.
- Baltensperger, A. y C. Brown. 2015. Mammalian biodiversity conservation at two biological stations in Nicaragua and Costa Rica. Pp 351-390, en: *Central American Biodiversity, conservation and ecology* (Huettmann F., ed.). Springer New York.
- Baker, S. 2013. *El arte rupestre de la isla de Ometepe, Nicaragua: clasificación, cuantificación y comparaciones regionales de motivos*. Inédito.
- Bloch, J., E. Woodruff, A. Wood y A. Rincon. 2016. First North American fossil monkey and early Miocene tropical biotic interchange. *Nature*, 533:243-246.
- Bovallius, C. 1977. *Viaje por Centroamérica 1881-1883*. Trad. C. Vijil. Serie viajeros N° 1. Fondo promoción Banco de América. Managua D.N. Nicaragua.
- Boyle, F. 1868. *A Ride Across a Continent: A Personal Narrative of Wanderings Through Nicaragua and Costa Rica*. London: Richard Bentley.
- CCAD. 2010. *Listado actualizado de las especies de flora y fauna incluidos en los apéndices de la CITES, Centroamérica y República Dominicana*. USAID/CCAD.

- Cione, A., G. Gasparini, E. Soibelzon, L. Soibelzon, y E. Tonni. 2015. *The great American biotic interchange: a South American perspective*. Springer-Briefs in Earth System Sciences Series. Springer Netherlands, Dordrecht, Países Bajos.
- Dévé, F.C. 1985. *La dinámica del sistema agrario frente a la situación energética en la isla de Ometepe*. Managua: Proyecto de Cooperación Francia-OEA. Inédito.
- Díaz, F. y F. Díaz. 2009. *Formaciones vegetales naturales de la isla de Ometepe*. Fauna y Flora Internacional, Proyecto Ometepe. Documento técnico inédito.
- Emmons, L. 1999. *Mamíferos de los Bosques húmedos de América Tropical. Una guía de campo*. 1ª edición en español. Editorial F.A.N. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Fleming, T.H. 1988. *The short-tailed fruit bat: A study in plant-interactions*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Foster, J. 1964. Evolution of mammals on islands. *Nature*, 202:234-235.
- Froebel, J. 1978. *Siete años de viaje en Centro América*. Trad. L. Cuadra, Serie Viajeros N° 2. Managua, Biblioteca Banco de América.
- FUNDENIC. 1994. *Evaluación del Sistema de Áreas Protegidas de las regiones Pacífico y Centro Norte de Nicaragua*. MARENA-Protierra-CBA. Inédito.
- Gallina, S. 1994. Uso del hábitat por el venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michilía, México, Pp. 299-314, en: *Ecología y Manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. (Vaughan, C. y M. Rodríguez, eds.)
- Garber, P., J. Pruetz, A. Lavalley y S. Lavalley. 1999. A preliminary study of mantled howling monkey (*Alouatta palliata*) ecology and conservation on Isla de Ometepe, Nicaragua. *Neotropical Primates*, 7:113-117.
- Genoways, H. 1973. Systematics and evolutionary relationships of spiny pocket mice, genus *Liomys*. *Special Publication Museum Texas Tech University*, 5:1-368.
- Gillespie, T.W. 1994. *A biogeographical and cultural ecological assessment of nature reserves on the island of Ometepe, Nicaragua*. Tesis de Doctorado, California State University, Chico.
- Gillespie, T. y B. Prigge. 1997. Flora and vegetation of a primary sucesional community along an altitudinal gradient in Nicaragua. *Brenesia*, 47-48:73-82.
- Haberland, W. 1992. The Culture History of Ometepe Island: Preliminary Sketch (Survey and Excavations, 1962-1963). Pp. 63-117, en: *The Archaeology of Pacific Nicaragua*. (Lange, F.W., ed.) Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Harvey, C.A., A. Medina, D. Sánchez, S. Vílchez y B. Hernández. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecologica Applications*, 16:1986-1999.
- Healy, P. 1980. *Arqueología de la Región de Rivas, Nicaragua*. Waterloo, Ontario: Wilfred Laurier University Press.
- Horne, G.S. 1994. A mid-Cretaceous ornithopod from central Honduras. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 14:147-150.
- Houwald, G. 1975. Científicos y viajeros alemanes en Nicaragua. Pp. 1-9, en: *Los alemanes en Nicaragua. Colección cultural Banco de América, Serie histórica N° 2*. Editorial San José, Managua Nicaragua.
- INETER. 1994. *Diagnóstico. Estudio de Ordenamiento Territorial. Isla de Ometepe, Managua*. Documento técnico.
- IUCN. 2019. *IUCN Red List of Threatened Species* [Internet]. Versión 2011.1. Disponible 2019. <<http://www.iucnredlist.org/>>. [Consultado el 10 de marzo de 2019].
- Jones, J.K., Jr., y M.D. Engstrom. 1986. Synopsis of the Rice Rats (Genus *Oryzomys*) of Nicaragua. *Occasional Paper Museum Texas Tech University*, 103:1-23.
- Jones, J.K. Jr., y C.J. Phillips. 1969. Zoological explorations in Nicaragua, Central America. *Museum of Natural History, University of Kansas*, 12-17.

- Jones, J.K. Jr., J.D. Smith y R. Turner. 1971. Noteworthy records of bats from Nicaragua. *Occasional Papers Museum Natural History, University of Kansas*, 2:1-35.
- Jones J.K. Jr., y T. Yates. 1983. Review of the white-footed mice, genus *Peromyscus*, of Nicaragua. *Occasional Papers the Museum Texas Tech University*, 1-15.
- Kirby, M. 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.
- La Gaceta. 2013. Ley No. 833. Ley que declara y define los límites de la Reserva de Biosfera de la Isla de Ometepe. *La Gaceta-Diario Oficial* 45, del 19 de febrero de 2013.
- Levy, P. 1873. *Notas geográficas y económicas sobre la República de Nicaragua*. Paris, Librería española de E.D. Schmitz.
- Loiselle, B.A., y J.G. Blake. 1991. Temporal variation in birds and fruits along an elevational gradient in Costa Rica. *Ecology*, 72:180-193.
- López, M., S. Mandujano y G. Yánes. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque de la Mixteca poblana. *Acta Zoológica Mexicana*, 23:1-16.
- Lothrop, S. 1998. Las culturas indígenas prehispanas de Nicaragua y Costa Rica. Pp.16-19, en: *Culturas Indígenas de Nicaragua*. (Arellano J. et al., eds.) Tomo I. Managua: Hispamer.
- Lucas, S.G. 2014. Vertebrate paleontology in Central America: 30 years of progress. *Revista Geológica América Central, número especial*, 2014: 139-155.
- MacArthur, R.H. y E.O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- MARENA. 2016. *Actualización del Sistema de Veda 2016-2017*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. La Gaceta diario oficial, resolución N° 07.01.2016.
- McCann, C., K. Williams-Guillén, F. Koontz, A. Roque y J.C. Martínez-Sánchez. 2003. Shade coffee plantations as wildlife refuge for mantled howler monkey (*Alouatta palliata*) in Nicaragua. Pp. 321-341, en: *Primates in fragments: ecology and conservation* (Marsh, L., ed.). Kluwer Academic Publishers.
- McPherson, A. 1985. A biogeographical analysis of factors influencing the distribution of Costa Rica rodents. *Brenesia*, 23:97-273.
- Medellín, R., M. Equihua y M. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicator of disturbance in Neotropical rainforest. *Conservation Biology*, 14:1666-1675.
- Medina, A. 2010. *Mamíferos de la Isla de Ometepe, Rivas Nicaragua. Flora y Fauna Internacional (FFI)*. Documento técnico insumo para la propuesta de Reserva de Biosfera de la Isla de Ometepe.
- Medina-Fitoria, A. 2014. *Murciélagos de Nicaragua, guía de campo*. 1ª ed. PCMN/MARENA. Editora Dirección de Biodiversidad; Managua, Nicaragua.
- Medina-Fitoria A. y O. Saldaña. 2012. *Lista Patrón de los Mamíferos de Nicaragua*. 1ª ed. Managua, FUNDAR N 599 M491.
- Medina, A., C. Harvey, D. Sánchez, S. Vílchez y B. Hernández. 2007. Bat diversity and movement in a Neotropical agricultural landscape. *Biotropica*, 39:120-128.
- 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. 2017. Libro rojo de los mamíferos de Nicaragua. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad*, 30:1-85.
- 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 Mastozoología (nueva época)*, 8:48-80.
- Morales, S., D. Osorno, W. Arendt y S. Hernández. 2007. *Bird Checklist Ometepe Island Nicaragua*. 1a ed., Managua. N 598.29 B618.

- Newmark, W. 1995. Insularization of Tanzanian Parks and the Local Extinction of large Mammals. *Conservation Biology*, 10:1549-1556.
- 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.
- Rabinowitz, A. y B. Nottingham. 1986. Ecology and behaviour of the jaguar (*Panthers onca*) in Belize, Central America. *Journal of Zoology*, 210:149-159.
- Redford, K. y J. Robinson. 1991. Park size and the conservation of forest mammals in Latin America. Pp. 227-234, en: *Latin American mammalogy: history, biodiversity and conservation* (Mares, M. y D.J. Schmidly, eds.) Norman: University of Oklahoma Press.
- Rodríguez, K. 2009. *Densidad poblacional del venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en la Reserva Natural Volcán Maderas, Isla de Ometepe, Nicaragua*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Costa Rica. Sistema de Estudios de Posgrado. Programa Regional Manejo de Vida Silvestre.
- Serra-Vázquez, L. 2015. *El Desarrollo histórico de la isla de Ometepe*. 1a edición, Managua UCA Publicaciones.
- Squier, E. 1989. *Nicaragua, sus gentes y sus paisajes*. Trad. L. Cuadra, Managua Editorial Nueva Nicaragua.
- Sunyer, J., S. Lotzkat, A. Hertz, D. Wake, B. Alemán, S. Robleto y G. Köhler. 2008. Two new species of salamanders (genus *Bolitoglossa*) from southern Nicaragua (Amphibia, Caudata, Pletodontidae). *Senckenbergiana biologica*, 88:319-328.
- Vammen, K., P. Tercero, J. Montenegro y S. Guillén. 2006. Evaluación del Proceso de Eutrofización del Lago Cocibolca, Nicaragua y sus causas. Pp. 35-58, en: *Eutrofización en Sudamérica: Causas, Consecuencias y Tecnologías para Manejo y Control*. (José Galizia, ed.) Tundisi, Instituto Internacional de Ecología de Sao Carlos.
- Van Valen, L. 1973. Pattern and the balance of nature. *Evolution Theory*, 1:31-49.
- Vílchez, S. 2005. *Mamíferos del Volcán Madera*. Plan de Manejo de la Reserva Volcán Maderas. Amigos de la Tierra-Fundación entre Volcanes. Informe técnico.
- Weyl, R. 1980. *Geology of Central America, translated from German*. Gebrüder Borntraeger, Berlin y Stuttgart, Germany.
- Williams-Guillén, K., C. McCann, J.C. Martínez-Sánchez y F. Koontz. 2006. Resource availability and habitat use by mantled howling monkeys in a Nicaragua coffee plantation. *Animal Conservation*, 9:331-338.
- Wilson, D. y D. Reeder. 2005. *Mammal species of the world. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed.). Baltimore: John Hopkins University Press.
- Winkler, L. 1999. Monitoring health, genetic diversity, movement, and fission-fusion patterns in a New World monkey (*Alouatta palliata*). Pp. 79-84, en: *Investigation of animal movement: workshop proceedings* (Huettmann, F. y J. Bowman, eds.) Sir James Dunn Wildlife Research Centre, University of New Brunswick, Fredericton.
- Woodburne, M. 2010. The Great American Biotic Interchange: dispersals, tectonics, climate, sea level and holding pens. *Mammalian Evolution*, 17:245-264.
- Woodman, N. 1998. *Listado de mamíferos registrados durante mayo y junio de 1998 en San Ramón, Isla de Ometepe*. Departament of Biological of Biological Sciences, Pennsylvania USA.: <http://vmaderas.tripod.com/inventarios/inventarios.html>
- Woodman, N. 2002. A New southern distributional limit for the Central American Rodent, *Peromyscus stirtoni*. *Caribbean Journal of Science*, 38:281-284.
- Yates, T., H. Genoways y J. Jones Jr. 1979. Rabbits (Genus *Sylvilagus*) of Nicaragua. *Mammalia*, 43:113-124.



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL Y NOTAS ACERCA DEL COYOTE (*Canis latrans*) EN HONDURAS

FAUSTO ANTONIO ELVIR-VALLE¹ | HÉCTOR ORLANDO PORTILLO-REYES¹ | LEONEL EDGARDO MARINEROS-SÁNCHEZ²

¹ Fundación en Ciencias para el Estudio y Conservación de la Biodiversidad (INCEBIO)

² Investigador Asociado a la Fundación en Ciencias para el Estudio y Conservación de la Biodiversidad (INCEBIO)

RESUMEN

El coyote (*Canis latrans*) es la especie más grande de los dos representantes silvestres de la Familia Canidae para Honduras; el segundo es la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Aunque en el país se cuenta con datos de registro de coyote, aun se carece de un mapa actual de su distribución. El objetivo de este análisis es presentar un mapa de distribución potencial actual para el país. Se estimó su distribución potencial con el Programa MaxEnt (Máxima Entropía), para el que se utilizaron 55 registros de la presencia de coyotes y 19 variables ambientales. También se usó el 80% de los registros (44) para ejecutar el modelo y el 20% como registros (11) de prueba al azar. Para evaluar el desempeño del modelo se consideró el valor del área bajo la curva (AUC) que fue de 0.936. El área de distribución potencial estimada es de 125,537 ha, que incluye 12 departamentos y 147 municipios ubicados en la parte occidente, centro y sur del país. La distribución estimada se da en áreas naturales no protegidas, en las zonas de amortiguamiento de áreas protegidas, el análisis descarta como sitios potenciales de distribución a los departamentos del caribe hondureño, parte este del departamento de Olancho y La Moskitia y el departamento de Gracias a Dios. De aquí se identificaron 12 categorías de uso de suelo que presentan condiciones para la permanencia y expansión de la especie. El coyote muestra una alta capacidad de adaptación y resiliencia en las

RELEVANCIA

Se presenta la distribución potencial del coyote (*Canis latrans*) en Honduras. Esta información es relevante en un contexto ecológico, biogeográfico, de constatación y manejo.

áreas, lo que permite permanencia y estabilidad a sus poblaciones.

Palabras clave: áreas protegidas, coyote, distribución potencial, expansión, Honduras.

ABSTRACT

The coyote (*Canis latrans*) is the largest species of the two wild representatives of the Canidae Family for Honduras, the second largest is the gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*). In the country, registration data are available but there is no current distribution map for the coyotes. The objective of this analysis is to present a current potential distribution map for the country. The potential distribution was estimated using the MaxEnt Program (Maximum Entropy), 55 presence data and 19 environmental variables were used, 80% of the data (44) was used for the model and 20% as test data (11), to evaluate the performance of the model. The value of the area under the curve (AUC) was 0.936. The estimated potential distribution area is 125,537 ha, which includes 12 departments and 147 municipalities located in the west, center and south part of the country. The estimated distribution occurs in unprotected natural areas and buffer zones of protected areas, the analysis discards as potential distribution sites the department of the Honduran Caribbean, eastern part of the department of Olancho and La Moskitia in the department of Gracias a Dios. Twelve categories of land use are identified that present conditions

Revisado: 06 de mayo de 2019; **aceptado:** 21 de junio de 2019; **publicado:** 15 de julio de 2019. **Autor de correspondencia:** Fausto Elvir, fausto_elvir@yahoo.com

Cita: Elvir-Valle, F.A., H.O.R, Portillo y L.E. Marineros-Sánchez. 2019. Distribución potencial y notas acerca del coyote (*Canis latrans*) en Honduras. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 9(1):20-30. ISSN: 2007-4484. www.revmexmastozoologia.unam.mx

for the permanence and expansion of the species. The coyote shows a high capacity for adaptation and resilience in the areas, which allows the permanence and stability of its populations.

Key words: Coyote, expansion, Honduras, potential distribution, protected areas.

INTRODUCCIÓN

El coyote es considerado como el depredador generalista de más amplia distribución en Norteamérica, a pesar de los múltiples esfuerzos del hombre por controlar y reducir sus poblaciones (Bekoff y Wells, 1986; Rodríguez, 2011). El coyote se distribuye desde el norte de Alaska, Canadá, los Estados Unidos, México, Costa Rica y norte de Panamá; éstos ocupan una variedad de hábitats, pero prefieren paisajes abiertos y bordes de los bosques (Bekoff, 1977). En Centro América han sido encontrados desde el nivel del mar hasta los 3,400 msnm (Marineros y Martínez, 1998; Vaughan y Rodríguez, 1986).

Históricamente se creía que la distribución de esta especie antes de la llegada de los colonizadores europeos tenía su límite sur en el centro de México, pero la introducción del ganado en el sur de México y Centroamérica había favorecido la migración de los coyotes hacia estas áreas. Sin embargo, registros fósiles de coyotes en Centroamérica y Yucatán, así como registros visuales de esta especie por viajeros durante el siglo XVI, sugieren que la llegada de los coyotes a la región fue anterior a lo que previamente se creía (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2004).

Los coyotes son depredadores oportunistas y generalistas que pueden habitar en ambientes naturales bastante diversos (Bekoff y Gese, 2003), lo que les ha permitido expandirse en áreas urbanas (Cove *et al.*, 2012). La abundancia y la amplia distribución de este mamífero depredador se debe a su alto potencial reproductivo, a su gran habilidad para dispersarse y a sus hábitos alimentarios (Messier y Barret, 1982).

Los modelos de distribución de especies funcionan como una herramienta valiosa para determinar su distribución (Morales, 2012), ya que son una herramienta empírica, robusta, repetible y fácil de utilizar, que puede ayudar a identificar zonas potenciales a conservar y/o restaurar (Phillips *et al.*, 2006a; Phillips y Dudík, 2008). Su valor en la conservación

está basado en los siguientes supuestos: 1) indicar sitios potenciales donde apuntar en el caso de necesitar hacer exploraciones directas; 2) proporcionar lineamientos para determinar el comportamiento de las especies frente a alteraciones exógenas, principalmente antrópicas y; 3) aportar información sobre sitios para la conservación (Hernández *et al.*, 2008; Morales, 2012).

Para tener un modelo de distribución de una especie se requiere, información de la presencia de especies, de las condiciones ambientales y el *background* o información de pseudo-ausencia en el área (Elith y Leathwick, 2009; Mackenzie y Royle, 2005). Al combinar esta información con modelos numéricos, se pueden obtener patrones y hacer predicciones sobre su distribución (Elith y Leathwick, 2009). Aquellos modelos que incluyan el conocimiento fisiológico, serán modelos más robustos en sus predicciones (Kearney y Porter, 2009). Con estos podemos obtener hipótesis sobre la distribución real o potencial de las especies (Lobo *et al.*, 2010).

De la distribución del coyote en Honduras y su ecología se conoce poco (Figura 1). La información documentada con que se cuenta consiste en datos de presencia reportados por Goodwin (1942) y Marineros y Martínez (1998), así como de avistamientos directos por biólogos y técnicos de campo.

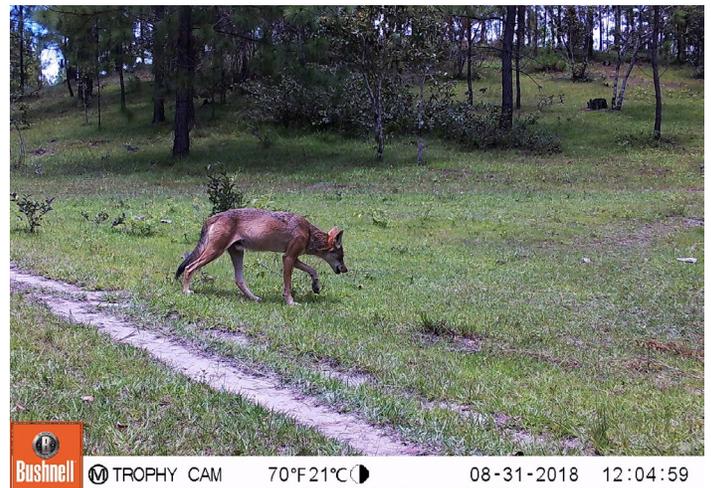


Figura 1. Coyote registrado con trampas cámara en el Sector de Los Laínez en Yuscarán, El Paraíso. Se observa el bosque mixto de pino (*Pinus oocarpa*) con roble (*Quercus* sp.) y arbustos, intervenidos senderos y caminos utilizados para la extracción de resina, siendo un paso frecuente de personas. Foto: Proyecto JICA Corredor Biológico La Unión CBLU.

Por ende, el objetivo de este artículo es generar un mapa de registros que proporcione un modelo reciente del área potencial de la distribución del coyote en Honduras, usando el *Programa MaxEnt*, así como documentar notas acerca de la especie. El presente análisis representa los primeros esfuerzos para determinar la distribución potencial del coyote para Honduras así como valiosos aportes de su biología y ecología, que esperamos sean de aporte a la investigación de los mamíferos para el Honduras.

MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio corresponde a todo el territorio hondureño, que se divide en 18 departamentos y que en total tiene 112,492 km² (McCranie y Castañeda, 2007). En Honduras se reconocen tres divisiones topográficas en la tierra firme, estas son: 1) las tierras bajas del Caribe (Atlántico); 2) las tierras bajas del Pacífico y; 3) la región de Serranía en el interior (Carr, 1950). Honduras presenta climas secos, poco lluviosos, lluviosos y muy lluviosos. La temperatura promedio anual varía de 16°C en las zonas montañosas de las regiones central y occidental, hasta 24°C en los valles del interior y el litoral Atlántico (McCranie y Castañeda, 2007; Zúñiga, 1990).

Análisis de datos

Para el análisis se utilizaron 55 registros de coyote de los cuales, 15 son de trampas cámaras, 1 de huellas, 1 heces con huesos, 1 vídeo, 1 aullidos y 36 avistamientos. Los avistamientos provienen de diferentes fuentes, como el libro *Guía de campo de los mamíferos de Honduras* (Marineros y Martínez, 1998), en las que incluyen datos registrados por Goodwin (1942), y datos de monitoreo con cámaras trampa en diferentes regiones del país (ver Apéndice). Para modelar la distribución potencial del coyote, se utilizó el *Programa MaxEnt* (Máxima Entropía), con el 80% de los datos para ejecutar el modelo, el 20% de datos de prueba al azar y 19 variables bioclimáticas (temperaturas, humedad, precipitación) tomadas de la base de datos Worldclim (<http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>; Hijmans *et al.*, 2005), la modelación produce mapas potenciales como hábitat de la especie (Phillips *et al.*, 2006b; Portillo, 2014). Se utilizó el método de validación cruzada para las interacciones (n=1,000)

con los puntos seleccionados (Portillo y Elvir, 2016). Para evaluar el desempeño del modelo se consideró el valor del área bajo la curva (AUC), el cual da un valor; que entre más cercano a uno, mayor sensibilidad a la prueba (Moisen *et al.*, 2006). Se manejó la distribución probabilística cuyos valores están entre 0 y 1 para generar los modelos con los requerimientos ambientales; esta distribución es representada en un mapa de salida que usa la escala de colores para indicar la probabilidad. Los valores entre 0.62-1 indican condiciones óptimas para la distribución de la especie. Los valores entre 0.38-0.62 indican condiciones intermedias y los valores de 0 a 0.38 indican condiciones desfavorables para la distribución potencial, basados en las correlaciones de presencia y condiciones bioclimáticas (Phillips *et al.*, 2006a; Portillo y Elvir, 2016). Al correr el análisis en el programa se programó el mismo para que generara cinco modelos, lo que se considera un número pertinente para escoger el modelo adecuado y que se ajuste al análisis.

MaxEnt es un programa multiuso, basado en una aproximación estadística llamada máxima entropía, que permite hacer predicciones utilizando información incompleta, en este caso datos de presencia u ocurrencia de la distribución potencial de una especie (Phillips *et al.*, 2006b; Phillips y Dudík, 2008). *MaxEnt* posee tres ventajas por sobre otros programas: primero, solo requiere datos de presencia, en comparación de otros modelos que requieren datos de presencia y ausencia; segundo, su consistente buen desempeño en comparación con otros 16 modelos similares, especialmente con números pequeños de muestras (Elith *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2008); y tercero, su disponibilidad gratuita. Para la elaboración de los mapas y digitalizado de polígonos se utilizó el *Programa Arc View 3.3* y las capas de Mapa Forestal (2014), Censo (2001) y áreas protegidas.

RESULTADOS

Se generaron cinco modelos de distribución de los cuales se escogió el más adecuado con base en el conocimiento de la ecología de la especie y los datos de registro utilizados y que, según, Phillips *et al.* (2006a) y Portillo y Elvir (2016) representa mayor sensibilidad (AUC de 0.936) y condiciones óptimas para la distribución de la especie (Figura 2). El análisis revela áreas potenciales de distribución especialmente en las zonas de amortiguamiento de las siguientes áreas protegidas:

- Refugio de Vida Silvestre (RVS) de Erapuca RVS Puca, RVS Montaña Verde y RVS Mixcure,
- Reserva Biológica (RB) de Opalaca, RB Sabanetas, RB Güisayote, RB Montecillos, RB Volcán Pacayita, RB Guajiquiro, RB Monserrat y RB Misoco,
- Parque Nacional (PN) Montaña de Comayagua, PN Congolón, Piedra Parada y Coyocutena, PN La Tigra, PN Montaña de Yoro y PN Sierra de Agalta,
- Reserva del Hombre y Biósfera (RHB) Cacique Lempira Señor de La Montaña,
- Área Productora de Agua (APA) El Jilguero, APA Apagüíz,
- Reserva de Biósfera (RB) San Marcos de Colón y
- Monumento Nacional Boquerón.

En los departamentos de: Copán, Lempira, Comayagua, La Paz, Francisco Morazán, Yoro, Olanchito, El Paraíso, Choluteca y Valle.

Los polígonos obtenidos de la distribución registral y potencial mediante el *Programa MaxEnt* fueron digitalizados y al hacer la medición de los mismos se estimó un área registral de ocupación de 104,718 ha y un área potencial de distribución de 125,537 ha. Al interceptar los polígonos de ocupación registral y potencial con el mapa actual de uso del suelo, estos se ubicaron en bosque mixto, zonas aledañas al bosque latifoliado, bosque de coníferas mixto y ralo, vegetación secundaria húmeda y decidua, zona urbana continua y discontinua, cafetales, pastos y cultivos que, por observaciones de campo hechas por los autores, corresponde al ecosistema de bosque seco, aunque no se reconoce de esta forma en el Mapa Forestal (2014).

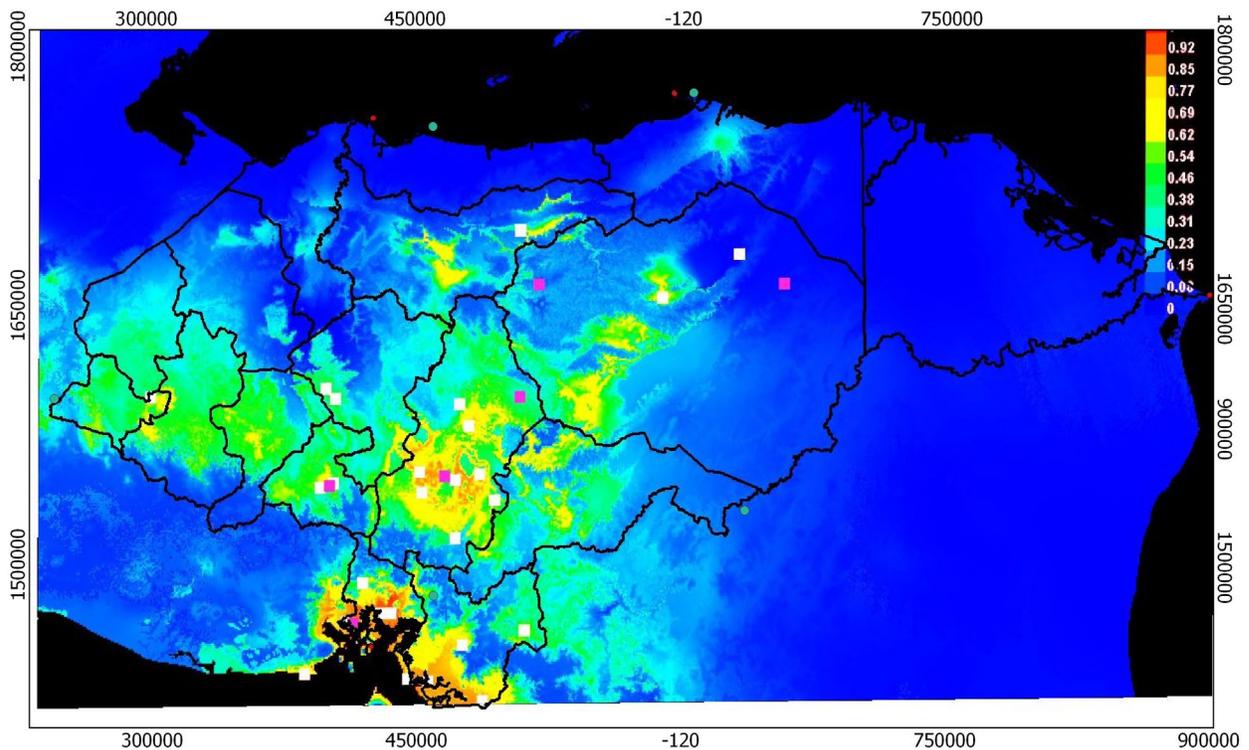


Figura 2. Distribución potencial del coyote; los puntos color blanco representan el 80% de los registros usados para la ejecución del programa *MaxEnt* y los puntos color rosa representan el 20% de los registros usados al azar. Los valores entre 0.62-1 indican condiciones óptimas de distribución, Los valores entre 0.38-0.62 indican condiciones intermedias y los valores de 0 a 0.38 indican condiciones desfavorables para la distribución potencial del coyote para Honduras.

DISCUSIÓN

La distribución potencial del coyote estimada en este análisis es pertinente según los requerimientos de hábitat de la especie, ya que según Bekoff y Gese (2003) los coyotes son depredadores oportunistas y generalistas que pueden habitar en ambientes naturales diversos. Estos hábitats y ecosistemas se encuentran en los departamentos de la zona occidente, centro y sur de Honduras, en una franja del departamento de Olancho en la parte este del país y otras áreas en el departamento de Yoro. La zona norte central del país es parte del área de ocupación con condiciones óptimas o intermedias para que la especie pueda conservarse y aumentar su rango. Según lo encontrado en los sitios con las condiciones para que la especie prospere se encuentran cerca en la zona de amortiguamiento de áreas protegidas, en las cuales el ecosistema pre-

sente es el bosque de pino en todas sus categorías; esto incluye asentamientos poblacionales continuos o discontinuos como son aldeas, caseríos, municipios y departamentos. Los sitios que revela el estudio para su distribución están precisamente en la ruta de expansión hacia el sur (los departamentos de Valle y Choluteca) y coincide con lo encontrado por Hidalgo-Mihart *et al.* (2004). El modelo descarta en cuanto a distribución potencial a los departamentos de Atlántida, Cortés, Gracias a Dios e Islas de la Bahía, aunque en algunos de ellos se encuentra el ecosistema de pino. En el departamento de Colón se presenta como área de posible distribución, que, al extrapolarlo con el mapa del uso del suelo, presenta las condiciones para la ocupación de la especie, aun cuando no se tiene registros comprobados de su presencia en la zona (Figura 3). No se cuenta con datos de ocurrencia de coyotes en zonas núcleo de las áreas protegidas y esto se debe

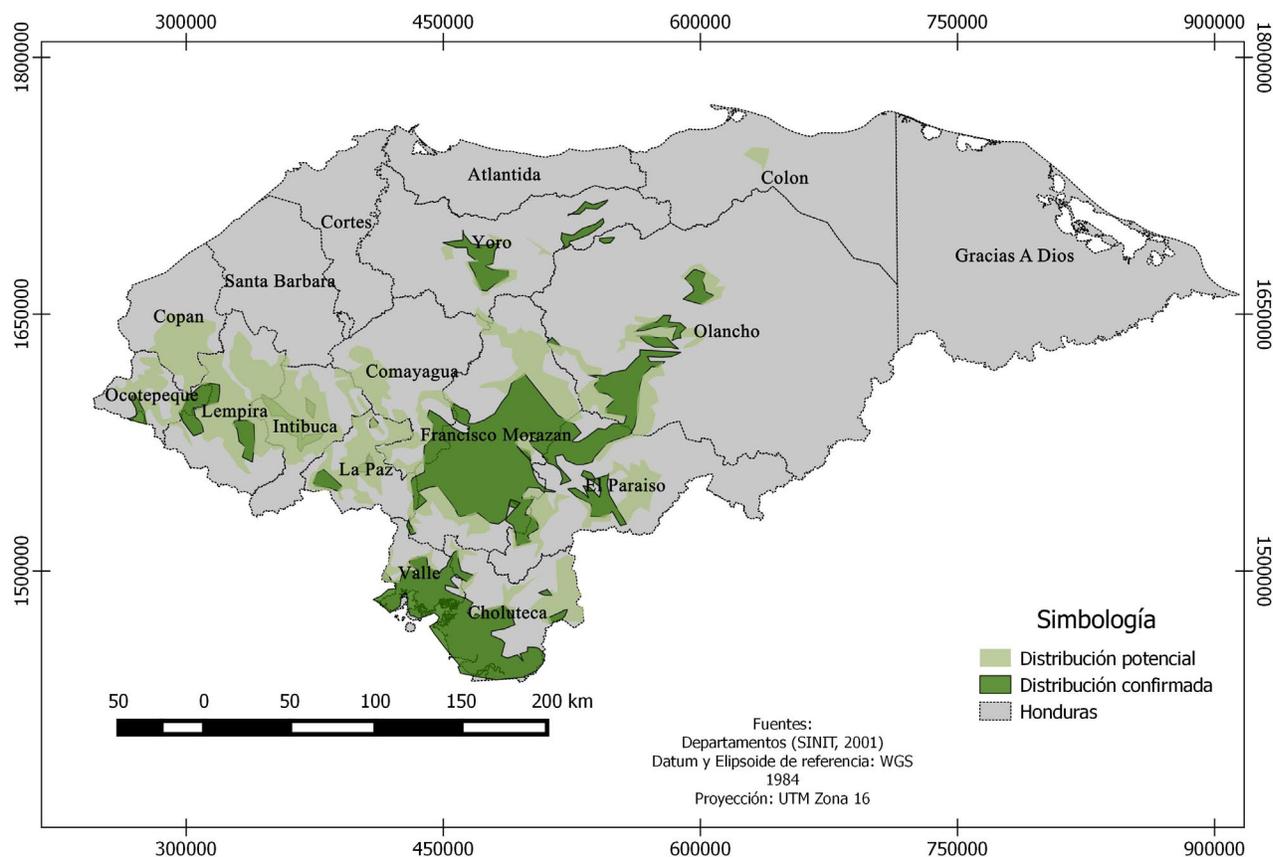


Figura 3. Interpolación entre la distribución potencial y registral para el coyote (*Canis latrans*) en Honduras. Ambas áreas de acuerdo al mapa del uso de suelo, representan los bosques de pino (*Pinus* sp.) y roble (*Quercus* sp.), sistemas productivos y pastizales entrelazados con bosques secos subtropicales.

a que en esa zona se reportan felinos a los cuales el *C. latrans* supuestamente evita por competencia de territorio. En Costa Rica, Hidalgo-Mihart *et al.* (2004) encontraron que, la expansión de las plantaciones de piña, las fincas ganaderas y la extirpación local de depredadores grandes en la región facilitaron la expansión del área de distribución del coyote. Según Andelt (1985) los coyotes son animales sociales que se desplazan en grupos o manadas; sin embargo, en Honduras los registros fotográficos o videos, solo han documentado a esta especie en parejas y grupos de tres individuos como máximo.

Así mismo, no se reportan casos de ataque o encuentros violentos con humanos, aunque sí se sabe que gracias a su gran capacidad de adaptación y elasticidad, los coyotes aprovechan la crianza de especies domésticas o de producción como oportunidad de alimento; Hernández-Lara (2010) afirma que los coyotes causan importantes pérdidas en la producción ovina. Se sabe que en general y a lo largo de su distribución, el coyote se alimenta de una gran variedad de presas, incluyendo mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces, crustáceos, artrópodos, carroña, frutas y semillas (Andelt, 1985; Hernández *et al.* 1993; Servín y Huxley, 1991). El coyote expandió su distribución geográfica como consecuencia directa del hombre, ya que gran parte de sus actividades modifican o crean hábitats favorables para los coyotes de tal manera que pueden encontrar su alimento con mayor facilidad (DeGraaf y Miller, 1996; Hidalgo *et al.*, 2001). Se asume que la creciente tasa de deforestación de los bosques y áreas naturales protegidas y no protegidas, producido por el avance de la frontera agrícola, parece favorecer la expansión de los coyotes en el país por su alta capacidad de resiliencia.

El análisis también revela que un ecosistema bastante favorable para su permanencia y reproducción es el bosque seco. Este ecosistema no es considerado en las capas oficiales del mapa de uso de suelo del país, a este ecosistema donde se le asigna la categoría de "Pastos y Cultivos" según Instituto de Conservación Forestal (ICF, 2014). El área de distribución se da en 11 departamentos y 88 municipios, con un departamento más de potencial ocupación y 60 municipios. En cuanto a la percepción de la especie por la población, el coyote sigue siendo considerado un animal mítico al que se le tiene cierto temor, aunque también parece ser que se han acostumbrado a su presencia. Las fotografías capturadas con cámaras trampa en algunos sitios del país revelan animales grandes y robustos

con la excepción de algunos individuos menos robustos en los manglares de la zona sur. El papel de los coyotes como controladores de roedores silvestres se puede evidenciar en varios estudios realizados con cámaras trampa dentro del país, ya que en los sitios de registro de *C. latrans* no se reportan roedores (Portillo *et al.*, 2018).

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a Hermes Vega, Jonathan Hernández y David Mejía por su valiosa colaboración con los autores y en especial a los coyotes por distinguirnos con su presencia en el país.

LITERATURA CITADA

- Andelt, W. 1985. Behavioral ecology of coyotes in south Texas. *Wildlife Monographs*, 9:145.
- Bekoff, M. 1977. *Canis latrans*. *Mammalian Species*, 79:1-9.
- Bekoff, M. y E.M. Gese. 2003. Coyote (*Canis latrans*). Pp. 467-481, en: *Wild mammals of North America: biology, management and conservation*. (Feldhamer, G.A., B.C. Thompson y J.A. Chapman, eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore MD.
- Bekoff, M. y M. Wells. 1986. Social Ecology and Behaviour of Coyotes. *Advances in the Study of Behavior*, 16:251-338.
- Carr, A.F., Jr. 1950. Outline for a classification of animal habitats in Honduras. *Bulletin American Museum Natural History*, 94:563-594.
- Cove, M., L. Pardo, M. Spínola, V. Jackson y J. Saenz. 2012. Coyote *Canis latrans* (Carnívora: Canidae) Range Extension in Northeastern Costa Rica: Possible Explanations and Consequences. *Revista Latinoamericana De Conservación*, 2:82-86.
- DeGraaf, R.M. y R.I., Miller. 1996. The importance and disturbance and land-use history in new england: Implications for forested landscapes and wildlife conservation. Pp. 3-35, en: *Conservation of Faunal Diversity in Forested Landscapes*. (DeGraaf, R.M. y R.I. Miller, eds.), Chapman and Hall, London, New York, .

- Elith, J., C. Graham, R. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. Hijmans, F. Huettmann, J. Leathwick y A. Lehmann, *et al.* 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29:129-151.
- Elith, J. y J. R. Leathwick. 2009. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 40:677-697.
- Goodwin, G. 1942. Mammals of Honduras. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 79:107-195.
- Hernández, L. y M. Delibes. 1993. Seasonal food habits of coyotes, *Canis latrans*, in the Bolsón de Mapimí, Southern Chihuahuan Desert, Mexico. *Z. Säugetier*, 59:82-86.
- Hernández, P., I. Franqueé, S. Herzog, V. Pacheco, L. Paniagua, H. Quintana, A. Soto, J. Swenson, C. Tovar, T. Valqui, *et al.* 2008. Predicting species distributions in poorly-studied landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 17:1353-1366.
- Hernández-Lara, C. 2010. *Cambio de uso de suelo y expansión de una especie potencialmente conflictiva: el caso del coyote en el sureste de México*. Tesis, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco., Villahermosa.
- Hidalgo-Mihart, M., L. Cantú-Salazar, A. González-Romero y C. López González. 2004. Historical and Present Distribution of Coyote (*Canis latrans*) in México and Central America. *Journal of Biogeography*, 2004:2025-2038.
- Hidalgo, M., L., Cantú, C. López, E. Martínez, y A. González. 2001. Coyote (*Canis latrans*) food habits in a tropical deciduous forest of Western Mexico. *American Midland Naturalist*, 146:210-216.
- Hijmans, R.J., S. Cameron, J. Parra. 2005. *WorldClim*, Version 1.3. <http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>. University of California, Berkeley.
- Kearney, M. y W. Porter. 2009. Mechanistic niche modelling: combining physiological and spatial data to predict species' ranges. *Ecology Letters*, 12:334-350.
- Lobo, J.M., A. Jiménez-Valverde y J. Hortal. 2010. The uncertain nature of absences and their importance in species distribution modelling. *Ecography*, 33:103-114.
- Mackenzie, D.I. y J.A. Royle. 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating Survey effort. *Journal of Applied Ecology*, 42:1105-1114.
- Marineros, L. y F. Elvir. 2015. *Informe Monitoreo de Mamíferos*. Proyecto Eólico Propuesto Chinchayote. ESA Consultores. Tegucigalpa, Honduras.
- Marineros, L y I. Girón. 2014. *Informe de Mamíferos*. Proyecto Eólico Propuesto El Tablón. ESA Consultores. Tegucigalpa, Honduras 16p.
- Marineros, L. y F. Martínez. 1998. *Guía de Campo de los Mamíferos de Honduras*. Instituto Nacional de Ambiente y Desarrollo INADES. Tegucigalpa.
- McCranie, J.R. y F.E. Castañeda. 2007. *Guía de Campo de los Anfibios de Honduras*. Bibliomanía. P.O.Box 58355, Salt Lake City, UT 84158, USA.
- Messier, F. y C. Barret. 1982. The social system of the coyote (*Canis latrans*) In a Forested habitat. *Canadian Journal Zoology*, 60:1743-1753.
- 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.
- Morales, N. 2012. Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en conservación. *Revista Conservación Ambiental*, 2:1-5.
- Phillips, S.J., R.P. Anderson y R.E. Schapire. 2006a. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190:231-259.
- Phillips, S.J., R.P. Anderson, y R.E., Schapire. 2006b. Modelling Distribution and Abundance with Presence Only-Data. *Journal of Applied Ecology*, 43:405-412.

- Phillips, S. y M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31:161-175.
- Portillo, H., D. Mejía, F. Elvir, M. Flores y W. Gómez. 2018. *Informe Final Sobre el Monitoreo Biológico de Mamíferos Terrestres Medianos, Grandes y Murciélagos*. Japanese International Agency Cooperation JICA. Tegucigalpa, MDC.
- Portillo, H. 2014. La Moskitia Hondureña, el Límite más al Norte de la Distribución Potencial del Oso Hormiguero Gigante (*Myrmecophaga tridactyla*). *Revista Mexicana de Mastozoología Mexicana Nueva Época*, 4:33-44.
- Portillo, H. y F. Elvir. 2016. Predicción de la Distribución Potencial del Gorgojo Descortezador del Pino (*Dendroctonus frontalis*) en Cuatro Escenarios Climáticos para Honduras Usando el Programa MaxEnt. *Scientia hondurensis*, 1:75-88.
- Rodríguez, A. 2011. *Distribución y Abundancia del Coyote (Canis latrans) en el Centro del Desierto Chihuahuense en México*. Tesis. Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales. México.
- Servín, J.C. y C. Huxley. 1991. La dieta del coyote en un bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 44:1-26.
- Vaughan, C. y M. Rodríguez. 1986. Comparación de los hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en dos localidades de Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical*, 1:6-11.
- Zúniga, E. 1990. *Las Modalidades de la Lluvia en Honduras*. Editorial Guaymuras, S.A. Tegucigalpa.

Apéndice. Localidades y tipo de registro con sus evidencias y fuente de información de los coyotes para Honduras.

TIPO DE REGISTRO	DEPARTAMENTO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE
Huellas	Choluteca	Proyecto Camaronero BIOMAR Playón Cercano a Nicaragua	498458	1440391	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Choluteca	Periferia de la Ciudad de Choluteca, Carretera a Guasaule	486196	1471373	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Choluteca	Refugio Las Iguanas	454596	1452245	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Choluteca	Laguna El Jicarito	466532	1451116	Marineros y Martínez, 1998
Foto Trampa Cámara	Choluteca	Cerro Chinchayote	504823	1481109	Marineros y Elvir, 2015
Foto Trampa Cámara	Choluteca	Cerro Mancha de Roble	521927	1478644	Marineros y Elvir, 2015
Avistamiento	Valle	Estero La Brea	438700	1488477	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Valle	Alrededores de la Ciudad de Alianza	419840	1484227	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Valle	El Tular	444834	1488945	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Valle	Cercanías a Langué	429318	1505297	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Valle	Guatales	423344	1483429	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Lempira	Parte Baja Parque Nacional Celaque	306241	1609447	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	La Paz	Altamira	410277	1559485	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	La Paz	Recibimiento de Guajiquiro	411957	1560313	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	La Paz	La Crucita de Opatoro	404108	1558327	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	La Cueva de Archaga	476129	1564118	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	Cerro El Jiñote	482508	1544209	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	Cerro La Mesas, El Zamorano	505016	1550643	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	El Hatillo	482519	1561868	Marineros y Martínez, 1998

Apéndice. Localidades y tipo de registro con sus evidencias y fuente de información de los coyotes para Honduras.

TIPO DE REGISTRO	DEPARTAMENTO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE
Avistamiento	Francisco Morazán	Támara	462090	1565820	Marineros y Martínez, 1998
Aullidos	Francisco Morazán	Cercano a la Ciudad de Talanga	490219	1591605	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	Cercano a la Ciudad de Valle de Ángeles	495960	1564725	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	Alrededores de la Ciudad de Nueva Armenia	482279	1529759	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	Cerro Cercano a Guaimaca	518771	1607039	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	La Calera	462304	1554640	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	Alrededores de Cedros	484030	1604128	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Olancho	2 km. Al Este de la Ciudad de San Esteban	644375	1684860	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Olancho	San José de La Montaña	670871	1668790	Marineros y Martínez, 1998
Foto Trampa Cámara	Francisco Morazán	Azucarera Tres Valles	502418	1629675	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Olancho	Cercano a la Ciudad de Gualaco	600249	1660948	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Yoro	Arenales	518275	1699086	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Comayagua	5 Km. Al Sur de la Ciudad de Siguatepeque	407470	1612288	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Comayagua	5 Km. Al Este de la Ciudad de Siguatepeque	413257	1607408	Marineros y Martínez, 1998
Heces con Huesos	El Paraíso	Cerro Santa Rosa 2 Km. Al Este de la Ciudad de San Lucas	505787	1524202	Marineros y Martínez, 1998
Video	Francisco Morazán	5 Km. Carretera hacia Tegucigalpa	476855	1626831	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Francisco Morazán	La Estancia	502430	1573156	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Lempira	Lamcande	318195	1600349	Marineros y Martínez, 1998

Apéndice. Localidades y tipo de registro con sus evidencias y fuente de información de los coyotes para Honduras.

TIPO DE REGISTRO	DEPARTAMENTO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE
Avistamiento	Lempira	Catulaca Cerca del Río Arcilaquita	325626	1606789	Marineros y Martínez, 1998
Avistamiento	Santa Bárbara	Nuevo Jalapa, Nueva Celilac, Cerro El Hato	360758	165281	Marineros y Martínez, 1998
Foto Trampa Cámara	Francisco Morazán	Güerisne	461620	1540858	Marineros y Girón, 2014
Foto Trampa Cámara	Francisco Morazán	Llano de Juan García	459630	1543047	Marineros y Girón, 2014
Avistamiento	Choluteca	San Juan de Duyusupo	523044	1476209	Marineros y Elvir, 2015
Avistamiento	Choluteca	San Juan de Duyusupo	523067	1472060	Marineros y Elvir, 2015
Avistamiento	Choluteca	San Juan de Duyusupo	523033	1476156	Marineros y Elvir, 2015
Avistamiento	Choluteca	San Juan de Duyusupo	523008	1476179	Marineros y Elvir, 2015
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Sector de Los Laínez	520108	1545893	Portillo <i>et al.</i> , 2018
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Sector de Los Laínez	520890	1545774	Portillo <i>et al.</i> , 2018
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Sector de Los Laínez	520499	1545490	Portillo <i>et al.</i> , 2018
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Sector de Los Laínez	520747	1545389	Portillo <i>et al.</i> , 2018
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Sector de Los Laínez	521048	1545199	Portillo <i>et al.</i> , 2018
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Sector de Los Laínez	521135	1544928	Portillo <i>et al.</i> , 2018
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Propiedad Familia Mendoza	521008	1523267	Portillo <i>et al.</i> , 2018
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Propiedad Familia Mendoza	520950	1523401	Portillo <i>et al.</i> , 2018
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Propiedad Familia Mendoza	520417	1523417	Portillo <i>et al.</i> , 2018
Foto Trampa Cámara	El Paraíso	Cerro Silisgualagua	511364	1535306	Portillo <i>et al.</i> , 2018

ALIMENTACIÓN DEL CACOMIXTLE (*Bassariscus astutus*) EN UN AMBIENTE URBANO Y UNO AGRÍCOLA EN LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA

CÉSAR CISNEROS-MORENO¹ | MATÍAS MARTÍNEZ-CORONEL¹

¹ Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina. Iztapalapa. 09340. Ciudad de México, México.

RESUMEN

En este estudio se determinó la dieta de una población urbana y una rural de *Bassariscus astutus* en los valles centrales de Oaxaca, con base en el examen de 139 excretas recolectadas durante el 2018. En él se identificaron 48 elementos, que representan ocho categorías alimentarias, de las cuales frutos y artrópodos conforman la dieta básica de la población urbana (58.18%) y rural (88.49%). Las aves fueron más consumidas en la población urbana (19.23%) que en la rural (5.31%). Asimismo, se encontró que la población urbana consumió dulces y chocolates (9.13%) y huevos de aves (1.92%), categorías que no estuvieron representadas en la población rural. Por su parte, los mamíferos, pastos y productos antropogénicos complementaron la dieta de ambas poblaciones. La amplitud del nicho trófico fue menor en la población urbana ($B_s = 0.30$) en comparación con la población rural ($B_s = 0.35$), así como las dietas resultaron ser significativamente diferente entre ambas poblaciones ($X^2 = 19.92$, g.l. = 5, $p = 0.001$). La sobreposición del nicho trófico entre las dos poblaciones fue $O = 0.72$. Tanto en la población urbana como en la población rural se encontraron diferencias estacionales en la dieta, debido al consumo diferencial de algunas categorías alimentarias. *Bassariscus astutus* es un carnívoro oportunista y generalista que aprovecha otros recursos alimenticios diferentes a los de su medio

RELEVANCIA

Se da a conocer la dieta del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) por medio de un análisis de excretas, para dos poblaciones que se ubican en el sur de su distribución; una urbana y una de un ambiente agrícola. Se determinó que en ambas zonas se comportó como una especie omnívora y oportunista; en el ambiente urbano consumió productos de origen antropogénico.

natural, por lo que puede persistir en el ambiente urbano.

Palabras clave: análisis de excretas, *Bassariscus astutus*, carnívoros urbanos, dieta, oportunista, valles centrales de Oaxaca.

ABSTRACT

We present here an analysis of an urban and a rural population of the ring-tailed cat, *Bassariscus astutus*, from the Central Valleys of Oaxaca. From an analysis of 139 fecal pellets, 48 prey types, representing eight food categories, were identified. Fruits and arthropods part of the basic diet of the urban (58.18%) and rural (88.49%) ring-tailed cat populations. Birds were more consumed in the urban population (19.23%) than in the rural (5.13%) population. Likewise, the urban ring-tailed population consumed candies (9.13%) and bird eggs (1.92%); food categories not represented in the rural population. Mammals, grasses and other anthropogenic products complement the diet of both populations. The amplitude of the trophic niche was lower in the urban population ($B_s = 0.30$) compared to the rural population ($B_s = 0.35$). The differences in diet between both populations were significantly different ($X^2 = 19.92$, g.l. = 5, $p = 0.001$), and the trophic niche overlap between the two populations was $O =$

Revisado: 25 de mayo de 2019; **aceptado:** 29 de junio de 2019; **publicado:** 15 de julio de 2019. **Autor de correspondencia:** César Cisneros-Moreno, eguerrero790@gmail.com

Cita: Cisneros-Moreno, C. y M. Martínez-Coronel. 2019. Alimentación del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en un ambiente urbano y uno agrícola en los valles centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 9(1):31-43. ISSN: 2007-4484. www.revmexmastozoologia.unam.mx

0.72. In both populations there were differences in the diet between some seasons of the year, due to the differential consumption of some food categories. The ring-tailed cat is an opportunistic and generalist carnivore, that can take advantage of food resources different from those of its natural environment, by which it can persist in the urban environment.

Key words: *Bassariscus astutus*, central valleys of Oaxaca, diet, fecal analysis, opportunism, urban carnivores.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico a escala mundial tiene como consecuencias efectos graves sobre los ecosistemas. Por ejemplo, en México la población urbana ha crecido hasta representar 81% en 2018 (ONU, 2019). Por lo general la nueva población se asienta en los márgenes de las ciudades ya establecidas o bien en nuevos centros urbanos. En consecuencia, las nuevas construcciones habitacionales, vías de comunicación y obras de infraestructura que demanda esta nueva población, afectan negativamente al ambiente, lo que pronuncia la pérdida de la cobertura vegetal, la fragmentación de hábitat y la desaparición y desplazamiento de la flora y fauna de los ecosistemas circundantes (McKinney, 2002). No obstante, existen especies de fauna (como el oso negro, tlacuache, zorra gris, mapaches, etc.) que llegan a invadir ambientes urbanos, posiblemente porque estos ofrecen alimento continuo y abundante, espacios para instalar sus madrigueras y una menor presión de sus depredadores naturales (Bateman y Fleming, 2012; McKinney, 2002).

Algunos mamíferos carnívoros de hábitos generalistas, con una masa promedio de 4.60+ 4.56 kg (1-30 kg), han sido exitosos en su invasión a las ciudades (Bateman y Fleming, 2012). Un ejemplo de ellos son el zorro rojo (*Vulpes vulpes*), que vive en ciudades de Australia, Europa y Estados Unidos de América; y el mapache (*Procyon lotor*) y el coyote (*Canis latrans*), que habitan en ciudades de Estados Unidos de América, donde aprovechan diferentes productos antropogénicos para alimentarse, incluyendo comida de mascotas, basura y carroña (Contesse *et al.*, 2004; Schulte-Holstede *et al.*, 2018; Theimer *et al.*, 2015). En cambio, los carnívoros de dieta especialistas no han tenido

éxito para vivir en una ciudad, por las limitantes de sus requerimientos, como es el caso de la comadreja (*Mustela frenata*), los félidos (con excepción del gato doméstico) y el tlalcoyote (*Taxidea taxus*; Bateman y Fleming, 2012). En México se sabe que el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) es una especie que puede habitar en zonas urbanas, donde llega a incluir en su dieta residuos de origen antropogénico (Castellanos-Morales *et al.*, 2009).

En Zaachila, núcleo urbano de los valles centrales de Oaxaca, el cacomixtle, localmente llamado cola pinta, siempre ha estado asociado a la población humana. De acuerdo con los pobladores, en la actualidad, es más común encontrar a esta especie en el ambiente urbano que en el área rural. Por ende, en el presente estudio se planteó determinar si la dieta de esta especie en un núcleo urbano es la razón de su permanencia en este ambiente modificado, en comparación con una población de un ambiente agrícola.

Los cacomixtles son carnívoros de talla mediana, con grandes ojos que están rodeados por anillos de color negro o pardo, con cola anillada que es más larga que su cuerpo y con garras semirretráctiles que le permiten trepar y moverse entre los árboles (Glatston, 1994). En México hay dos especies de cacomixtles: *B. astutus*, conocido como cacomixtle común o norteño, que se distingue por tener siete anillos oscuros en su cola, hocico y patas negruzcas y orejas largas, y *B. sumichrasti*, cacomixtle tropical que tiene nueve anillos oscuros en su cola y es de talla mayor (Nava-Vargas, 2005a; Nava-Vargas, 2005b).

El cacomixtle, *B. astutus* se distribuye desde el sur de Oregon y California hasta Texas en los Estados Unidos de América (Hall, 1981; Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988). En México se encuentra desde la península de Baja California hasta Oaxaca, incluyendo las islas Tiburón, Espíritu Santo y San José en el golfo de California (Lawlor, 2002). En el país la especie no se encuentra en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT, excepto las subespecies, *B. astutus insulicola* y *B. astutus saxicola* (SEMARNAT, 2010).

Por su parte en la UICN (2016) el cacomixtle está catalogado como de preocupación menor (LC) y en CITES (Convenio sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) no forma parte de sus apéndices.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la región fisiográfica de los valles centrales de Oaxaca (Ortíz-Pérez *et al.*, 2004), en los municipios de Zaachila y Zimatlán de Álvarez. La recolecta de excretas se llevó a cabo en tres sitios urbanos dentro del pueblo de Zaachila, en dos sitios agrícolas del municipio de Zimatlán y uno en el municipio de Zaachila (Figura 1). Zaachila es un núcleo urbano con más de 14,000 habitantes, con una densidad poblacional promedio de 3,590 hab/ km² (SEDESOL, 2015). Los pueblos de Zaachila y Zimatlán están rodeados por campos de cultivo de temporal y riego.

El clima de la zona de estudio es un BS1hw(w) ig, que corresponde al tipo semiárido semicálido, con temperatura media anual de 20.5°C y precipitación promedio de 651.3 mm al año (Trejo, 2004). Dentro de la comunidad de Zaachila la mayoría de las casas poseen áreas verdes con árboles nativos, introducidos y plantas de ornato como guamúchil (*Pithecellobium dulce*), zompantles (*Erythrina co-*

ralloides), fresnos (*Fraxinus sp.*), nogales (*Carya illinoensis*), mezquites (*Prosopis laevigata*), higos (*Ficus sp.*), papaya (*Carica papaya*), guayaba (*Psidium guajava*), tomatillo (*Solanum sp.*), ciruelo (*Spondias purpurea*), nanche amarillo (*Byrsonima crassifolia*), nanche rojo (*Malpighia mexicana*), mango (*Mangifera indica*), chicozapote (*Manilkara zapota*), zapote negro (*Diospyros nigra*), nísperos (*Eriobotrya japonica*), granada roja (*Punica granatum*), maracuyá (*Passiflora edulis*), entre otros. La vegetación original en la zona agrícola fue sustituida en su mayor parte por campos de cultivo de temporal y riego, así como pastizales inducidos. Las tres localidades de colecta de la zona agrícola están ubicadas en los bordes de arroyos perennes y de una presa, donde crecen algunos elementos arbóreos de la poca vegetación original como, guamúchil (*P. dulce*), sauce (*Salix sp.*), copal (*Bursera sp.*), mezquite (*P. laevigata*), huizache (*Acacia sp.*), guayaba (*P. guajava*), higos (*Ficus sp.*) y anona (*Anona sp.*). Asimismo, hay un estrato arbustivo dominado por el chamizo (*Baccharis glutinosa*) y un herbáceo dominado por el carrizo (*Arundo donax*,

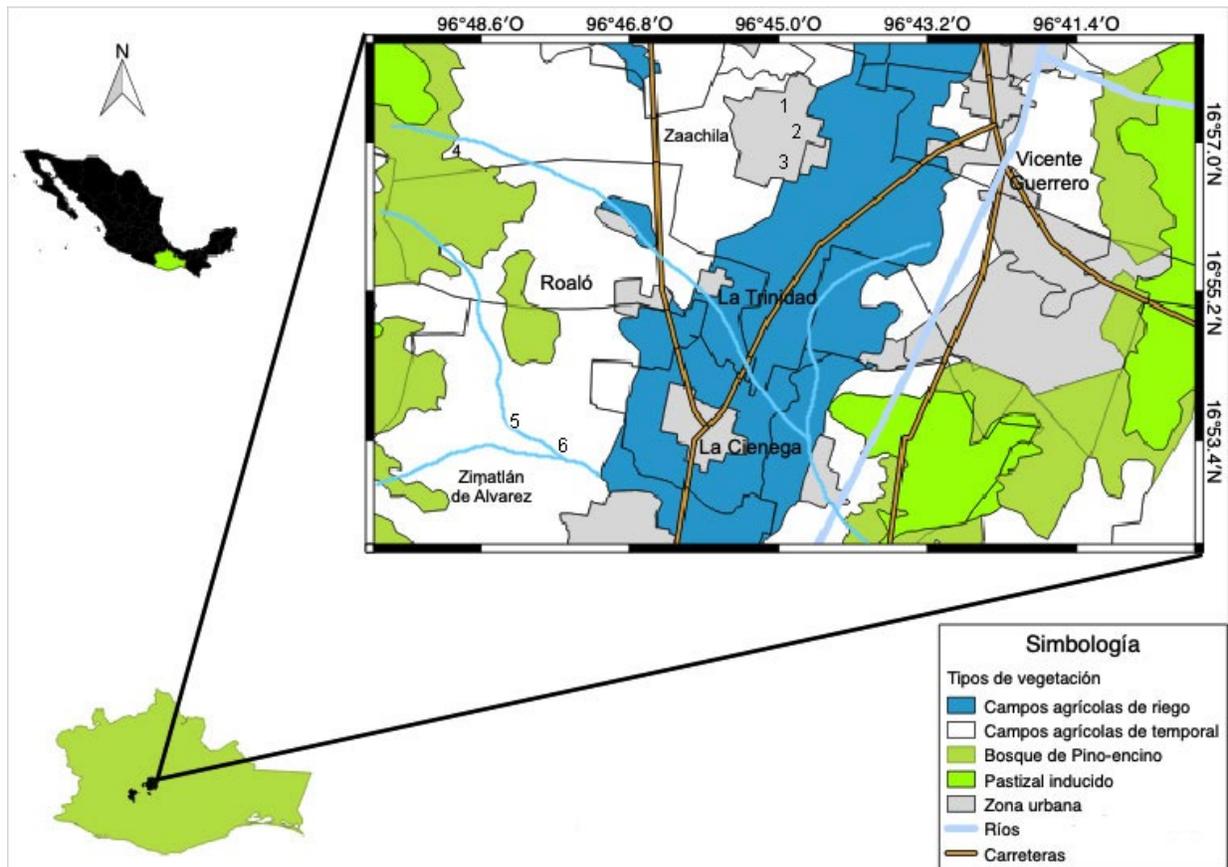


Figura 1. Área de estudio en el municipio de Zaachila, Oaxaca. Los números representan los sitios de colecta de las excretas.

así como diferentes pastos y otras herbáceas. También a menos de 500 m de los sitios de muestreo existen huertos de árboles frutales cultivados.

En Zaachila se eligió un área del centro del pueblo, donde la actividad comercial es elevada y las áreas verdes son pequeñas y ocupan menos del 10% del espacio construido (valor estimado usando la imagen de un cuadrante de 100 x 100 m en Google Earth, en el cual se usó como punto central el sitio de colecta), ubicado sobre la calle Ocañaña, Barrio de Lexio (739669.00 m E, 875480.00 m N, 1,520 msnm); ahí se visitaron las azoteas de dos casas. El segundo sitio se ubica en la zona norte del pueblo, a 500 m de distancia del centro y a 500 m aproximadamente de la periferia del pueblo, sobre la Calle Copabitoo, Barrio del Niño (739427.00 m E, 1875996.00 m N, 1,522 msnm), donde las áreas verdes ocupan espacios del 50% de los terrenos: aquí se visitaron tres casas. El tercer sitio se ubicó al sur de la población a 1 km de distancia del centro y a 250 m del límite del pueblo, sobre la calle Petela, Barrio de la Soledad (739100.00 m E, 1874702.00 m N, 1,517 msnm), donde los espacios verdes representan alrededor del 60% de los terrenos; y donde se visitaron tres casas. En el área agrícola, las muestras proceden de tres localidades cercanas a cuerpos de agua permanentes: arroyo La Lobera, ubicado a la altura del km 6 de la carretera Zaachila-San Miguel Peras (733317.95 m; 1875072.37 m N, 1,617 msnm), municipio de Zaachila; Puente Arroyo Matadero (733597.15 m E; 1870225.04 m N, 1,559 msnm), y Presa Matadero (733666.82 m E; 1869733.00 m N, 1,555 msnm), municipio de Zimatlán de Álvarez.

La recolecta de las excretas se llevó a cabo mensualmente de febrero a diciembre de 2018 y se determinaron por su tamaño, forma, color, huellas asociadas y lugar de depósito (letrinas), de acuerdo con Aranda (2000). En la zona urbana el cacomixtle fue el único carnívoro que dejaba letrinas, ya que, no se encontraron restos de tlacuache (*Didelphis virginiana*) ni de otros mamíferos, mientras que en el área agrícola la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) también suele depositar las excretas en los mismos sitios, pero éstas son más grandes y tienen un olor intenso y característico (Aranda, 2012). Solo fueron analizadas excretas completas y frescas procedentes de las mismas letrinas; aquellas que se encontraban rotas o dispersas por el agua, viento u otro factor, no se utilizaron para el estudio. Todas las letrinas se consideran de individuos adultos (de más de cuatro meses de vida), ya que las

crías no salen a buscar su propio alimento antes de ese tiempo (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988).

Las muestras obtenidas se dejaron secar a temperatura ambiente. En el laboratorio se lavaron con una solución a base de agua y detergente hasta remover todo el material soluble, que en promedio representó el 70% de la excreta y el 30% restante fue de restos alimenticios. La determinación de los contenidos se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico y se llevó al nivel taxonómico más bajo posible (Cuadro 1).

Como apoyo para la determinación taxonómica de los elementos encontrados en las excretas, se recolectaron frutos de la zona. A su vez, en el ambiente urbano se elaboró un listado de especies de aves que pernoctan en los árboles (Howell y Webb, 1995). Los roedores y lagomorfos se determinaron por sus dientes molares (Hall, 1981) y características del pelo, del cual se hicieron laminillas (escama y médula) mediante el método propuesto por Arita y Aranda (1987). Los restos de cascarón fueron comparados con huevos de diferentes especies de aves y reptiles de la zona. Finalmente, para la identificación de los invertebrados se utilizaron los trabajos de Fontana *et al.*, (2008), Robertson (2008) y Triplehorn y Johnson (2005).

En el estudio se determinaron ocho categorías de alimento que fueron: frutos, pastos, artrópodos, aves, huevos de ave, mamíferos, dulces y otros (Cuadro 2). De los residuos de origen antropogénico, se determinó que eran dulces y chocolates, debido a que las envolturas plásticas o de papel permanecían en las excretas como evidencia del consumo de estos productos. Además, se encontraron otros residuos como trozos de carbón, cera, cordones, madera y unice, cuyo consumo consideramos que es accidental o de difícil asignación a un determinado producto antropogénico.

En cada muestra se consideró la ocurrencia del tipo de presa sin considerar el número de individuos que hubiera (Castellanos-Morales *et al.*, 2009). Se calculó la frecuencia de ocurrencia (F_O), que se obtuvo al dividir el número de excretas que contenían una categoría sobre el número total de excretas y multiplicado por cien. Asimismo, se obtuvo la frecuencia relativa (F_R), que se obtuvo dividiendo la frecuencia total de una categoría entre la suma de todas las categorías y multiplicado por cien (Castellanos-Morales *et al.*, 2009). Una prueba de chi cuadrada fue usada para evaluar la significancia es-

Cuadro 1. Elementos determinados en las excretas de *Bassariscus astutus* en una zona urbana y una agrícola de los Valles centrales de Oaxaca, México, durante el año 2018. F, frecuencia; FR, Frecuencia relativa; y FO, frecuencia de ocurrencia.

Clase	Orden/Familia	Género/especie	Población urbana			Población agrícola		
			F	Fr	FO	F	Fr	FO
			n=208	n = 77		n=113	n = 62	
Magnoliopsida	Anacardiaceae	<i>Spondias</i> p. L. (1762).				1	0.88	1.61
	Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L. (1753).	1	0.48	1.30			
	Fabaceae	<i>Pithecellobium</i> d. (Roxb.) Benth. 1844				3	2.65	4.84
	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	5	2.40	6.49	10	8.85	16.13
	Myrtaceae	<i>Psidium</i> g. L. (1753).	36	17.31	46.75	30	26.55	48.39
	Rosaceae	<i>Eriobrya</i> j. (Thunb.) Lindl.	1	0.48	1.30	2	1.77	3.23
		<i>Prunus</i> s. subsp. capulí (cav.) McVaugh (1951).	1	0.48	1.30			
	Passifloraceae	<i>Pasiflora</i> e. Sims	2	0.96	2.60	4	3.54	6.45
	Pedaliaceae	<i>Sesamum indicum</i> L.	2	0.96	2.60			
	Sapotaceae	<i>Manilkara</i> z. (L.) P. Royen (1953).	14	6.73	18.18	5	4.42	8.06
	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	23	11.06	29.87	16	14.16	25.81
	ND	ND	2	0.96	2.60			
		Total	87	41.83		71	62.83	
Liliopsida	Poaceae	ND	2	0.96	2.60	1	0.88	1.61
		Total	2	0.96		1	0.88	1.61
Aves	Psittaciformes	<i>Melopsittacus undulatus</i>	1	0.48	1.30			
	Galliformes	<i>Gallus gallus</i>	1	0.48	1.30			
	Passeriformes	<i>Molothrus aeneus</i>	3	1.44	3.90			
		<i>Dendroica nigrescens</i>				1	0.88	1.61
		<i>Tiranidae</i>	1	0.48	1.30			
		<i>Melozona fusca</i>	1	0.48	1.30	1	0.88	1.61
		<i>Haemorus mexicanus</i>	2	0.96	2.60			
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	0.96	2.60			
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	1	0.48	1.30			
		<i>Dendroica</i> sp.	1	0.48	1.30			
		<i>Tyranus vociferans</i>				1	0.88	1.61
	ND	ND	27	12.98	35.06	3	2.65	4.84
			Total	40	19.23		6	5.31
	Galliformes (Huevos)	<i>Gallus gallus</i>	4	1.92	5.19			
		Total		1.92				

Cuadro 1. Continuación...

Clase	Orden/Familia	Género/especie	Población urbana			Población agrícola		
			F n=208	Fr n = 77	FO	F n=113	Fr n = 62	FO
Arachnida	Araneae	ND				1	0.88	1.61
		Total				1	0.88	
Insecta	Blattodea/ Blattidae	<i>Periplaneta americana</i>	11	5.29	14.29	4	3.54	6.45
		ND	1	0.48	1.30	2	1.77	3.23
	Dermaptera	<i>Forficula sp.</i>	2	0.96	2.60			
		ND				1	0.88	1.61
	Coleoptera/ Carabidae	ND						
		ND						
	Scarabeidae	<i>Phyllophaga sp.</i>				1	0.88	1.61
		ND				1	0.88	1.61
	ND	ND	2	0.96	2.60	1	0.88	1.61
	Hemiptera/ Formicidae	<i>Atta cephalotes</i>	13	6.25	16.88	1	0.88	1.61
		ND						
	Odonata	ND				1	0.88	1.61
	Orthoptera/ Acrididae	<i>Schistocerca sp.</i>	2	0.96	2.60	12	10.62	19.35
		<i>Sphenarium sp.</i>				4	3.54	6.45
	Gryllidae	<i>Acheta domesticus</i>	1	0.48	1.30			
ND		1	0.48	1.30				
ND	ND	1	0.48	1.30				
Total			34	16.35		28	24.78	
Mammalia	Rodentia Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>				1	0.88	1.61
		<i>Rattus norvegicus</i>	1	0.48	1.30			
		<i>Peromyscus sp.</i>	1	0.48	1.30	2	1.77	3.23
		<i>Reithrodontomy sp.</i>				1	0.88	1.61
		Total			0.96		3.54	
	Lagomorpha Leporidae	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	1	0.48	1.30			
		Total	1	0.48				
	Dulces	Dulces y chocolates	19	9.13	24.68			
	Total		19	9.13				
	Otros	Otros	19	9.13	24.68	2	1.77	3.23
Total		19	9.13		2	1.77	3.23	

estadística entre categorías alimentarias de la población urbana y de la población de la zona agrícola, así como entre épocas del año (Zar, 1999). Para cada población de cacomixtle se estimó la amplitud del nicho trófico a través del índice de Levins estandarizado (Krebs, 1999), para lo cual se usó la frecuencia relativa de cada tipo de presa. Finalmente, se determinó la sobreposición de nicho trófico con la fórmula de Pianka (Krebs, 1999) entre las dos poblaciones estudiadas de cacomixtle.

RESULTADOS

En total se obtuvieron 139 excretas, 77 provienen de la zona urbana y 62 de la zona agrícola. Las excretas en la zona urbana tuvieron una longitud promedio de 69.78 mm (mínima 37.4 y máxima 100.28) y de ancho 9.11 mm (6.5-12.87), mientras que en la zona agrícola midieron en promedio 72.73 mm (34.03-100) y 8.96 mm (6.14-11.5) respectivamente. En la zona urbana todas las excretas se encontraron en letrinas ubicadas en el techo de las casas, debajo o cerca de tinacos, mientras que en la zona agrícola las letrinas se encontraban sobre árboles de guamúchil (*P. dulce*), rocas y puentes de concreto.

De las excretas del cacomixtle se determinaron 48 elementos, 35 en la población urbana y 28 en la población agrícola (Cuadro 1), que fueron agrupados en ocho categorías (Cuadro 2). La categoría con mayor frecuencia relativa fue la de los frutos tanto en la población urbana (41.83%), como la agrícola (62.83%). En la zona urbana las aves siguieron en orden de importancia (19.23%), seguidas

por los artrópodos (16.35%). Chocolates-dulces y otro material tuvieron la misma proporción (9.13%), huevos de ave (1.92%), mamíferos (0.96%) y pastos (0.96%). Mientras tanto que en la zona agrícola los artrópodos (24.78%) fueron más importantes que las aves (5.31%), seguidas por los mamíferos (3.54%), otros materiales (1.77%) y pastos (0.88%). Las diferencias dietéticas entre la población urbana y la de zona agrícola fueron significativas ($X^2 = 19.92$, g.l. = 5, $p = 0.001$). Asimismo, la amplitud de nicho trófico fue menor en la población urbana de cacomixtle ($B_s = 0.30$) en comparación con la población de la zona agrícola ($B_s = 0.35$). En la población urbana se consumieron de 1 a 6 elementos distintos, mediana y moda 3; mientras que en la población del ambiente agrícola fueron de 1 a 7 categorías, mediana y moda 1. La sobreposición de nicho entre ambas poblaciones fue de $O = 0.72$.

En ambas poblaciones de cacomixtle, la guayaba (*P. guajava*), el tomatillo silvestre (*Solanum* sp.), el chicozapote (*M. zapota*) y los higos (*Ficus* sp.) fueron los frutos más consumidos (Cuadro 1). De los artrópodos, los insectos fueron los elementos dominantes, de los que sobresalieron en la zona urbana la hormiga arriera (*A. cephalotes*) y blatodeos, mientras que en la población del área agrícola fueron los ortópteros (*Schistocerca* sp. y *Sphenarium* sp.). Entre los vertebrados, las aves fueron más consumidas en la población urbana que en la zona agrícola. También encontramos que solo la población urbana consumió dulces-chocolates y huevos de ave. En ambas poblaciones encontramos material antropogénico, como carbón, cera, cordones, madera y unicel.

Cuadro 2. Frecuencia relativa estacional de ocho categorías alimentarias determinadas en la dieta del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en los Valles Centrales de Oaxaca, durante el año 2018.

Categoría	Ambiente urbano				Ambiente agrícola			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Frutos	38.46	59.46	37.04	37.88	69.23	54.29	66.67	63.64
Pastos	1.28		3.70				3.33	
Artrópodos	19.23	13.51	18.52	13.64	15.38	25.71	26.19	36.36
Aves	17.95	18.92	33.33	15.15	7.69	11.43		
Huevos	1.28		3.70	3.03			6.67	
Mamíferos	1.28	2.70		1.52	3.85	2.86		
Dulces	12.82		3.70	12.12				
Otros	7.69	5.41		16.67	3.85	2.86		

A lo largo del año se encontraron diferencias significativas entre lo consumido en verano y el otoño en la población urbana ($X^2 = 9.92$, g.l. = 2, $p = 0.006$), así como entre el otoño y el invierno ($X^2 = 11.01$, g. l. = 4, $p = 0.02$; Cuadro 2, Figura 2). Las diferencias se debieron principalmente al mayor consumo de frutos en verano (59.46%) en comparación con otoño (37.04%) o invierno (37.88%); así como el mayor consumo de aves en otoño (33.33%) en comparación con el verano (18.92%) o invierno

(15.15%). Las diferencias de dieta entre el invierno y la primavera ($X^2 = 5.24$, g.l. = 6, $p = 0.72$) y entre la primavera y el verano ($X^2 = 5.18$, g.l. = 4, $p = 0.26$) no fueron significativas en el ambiente urbano. En la población del área agrícola solo hubo diferencias significativas entre la dieta del invierno y la primavera ($X^2 = 7.15$, g.l. = 1, $p = 0.006$), debido principalmente al mayor consumo de artrópodos en invierno (36.36%) en comparación con la primavera (15.38%).

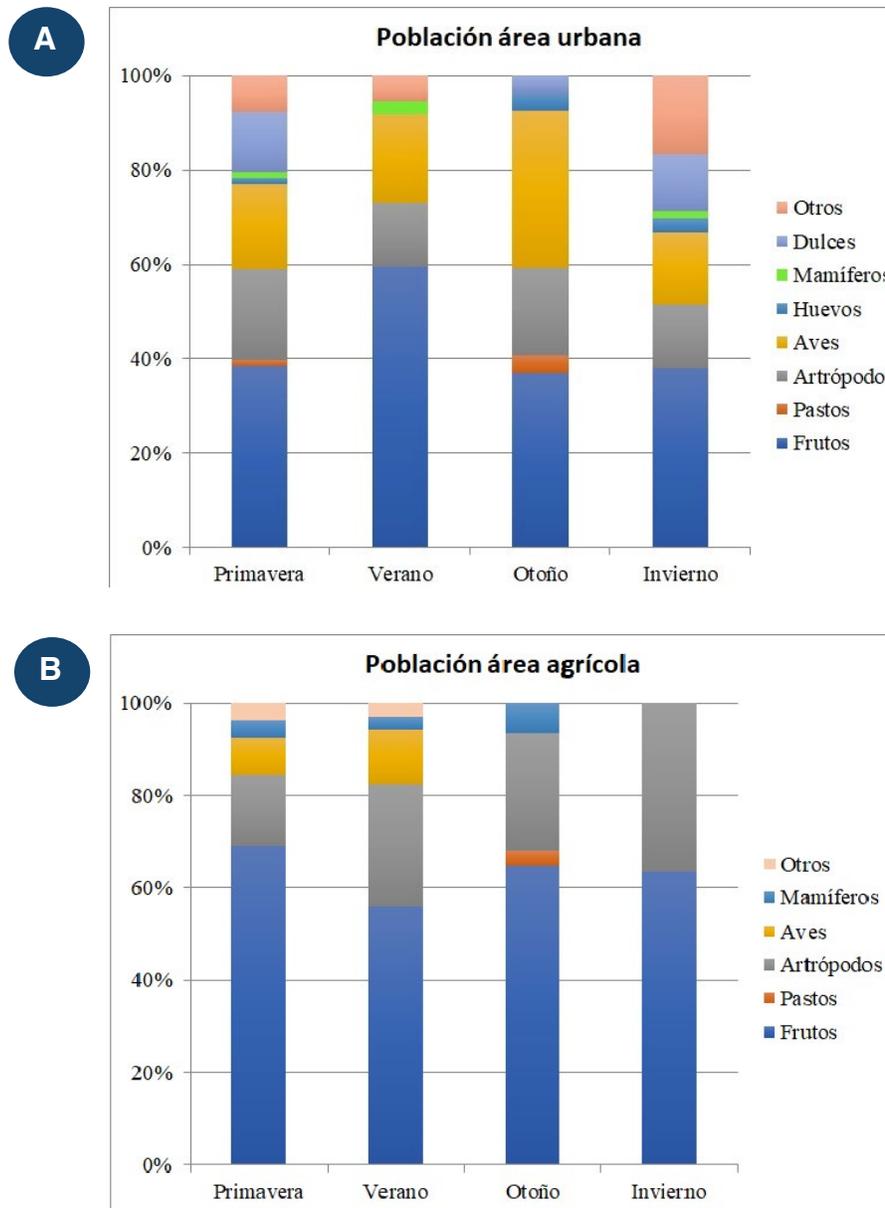


Figura 2. Frecuencia relativa estacional de ocho categorías alimentarias determinadas en excretas del cola pinta (*Bassariscus astutus*) en una población urbana (A) y una rural (B) en los valles ventrales de Oaxaca durante 2018.

DISCUSIÓN

Al igual que en otras poblaciones de *B. astutus* de México y Estados Unidos de América, la dieta del cacomixtle en las comunidades de los valles centrales de Oaxaca estuvo integrada por categorías vegetales, animales y antropogénicas, por lo cual su hábito alimentario es omnívoro (Castellanos-Morales *et al.*, 2009; Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019; Nava-Vargas *et al.*, 1999; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000; Sansores-Sánchez, 2016; Taylor, 1954). Las diferencias entre estos estudios se deben principalmente al orden de importancia de las categorías alimentarias, fenómeno que debe responder a la disponibilidad, así como al distinto contenido nutricional y energético de sus presas en cada ambiente estudiado (Kohl *et al.*, 2015). En los estudios revisados, las plantas y artrópodos fueron las dos categorías más importantes en la dieta de este carnívoro, tanto en ambientes con matorral xerófilo como de bosques de encino. Por ejemplo, las plantas y artrópodos representaron el 51% y 29% de frecuencia relativa (FR) respectivamente en Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo (Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019); el 39.51% y 22.22% en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), Ciudad de México (Castellanos-Morales *et al.*, 2009); el 29.78% y 30.58% en la isla Espíritu Santo en Baja California Sur (Sansores-Sánchez, 2016) y el 47% y 32% en un bosque de encino de Tepozotlán, Estado de México (Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019). En Texas los valores fueron de 18.05% y 44.7% (Taylor, 1954). Resultados similares se encontraron en la población del área agrícola de Oaxaca, en donde las plantas (frutos y pastos) tuvieron una frecuencia relativa de 63.71% y los artrópodos el 25.66%, mientras que en la población urbana fueron de 42.79% y 16.35%. Los datos anteriores muestran que ambas categorías alimentarias representan entre el 59% y 89% de la FR de las presas consumidas y conforman la base de la dieta de esta especie.

Ambas poblaciones del cacomixtle estudiadas en Oaxaca usaron recursos vegetales que están disponibles todo el año, como la guayaba (*P. guajava*) y el tomatillo (*Solanum* sp.; CONABIO, 2018; Rodríguez, 2004). Los higos y los chicozapotes, solo fueron aprovechados de enero a abril, a pesar que durante todo el año hay fructificación de los higos, mientras que otros frutos (capulín, ciruela, maracuyá y nísperos) solo son consumidos ocasionalmente durante su disponibilidad y proceden de árboles cultivados. Al igual que otros carnívoros como la zorra gris (*U. cinereoargenteus*), *B. astutus* consu-

me un porcentaje elevado de frutos (Escalante *et al.*, 2014), por lo tanto, es un importante dispersor de semillas de estas y otras especies (Koike *et al.*, 2008), sobre todo en la zona agrícola, ya que en la zona urbana las excretas son depositadas en sitios de difícil germinación o bien son eliminadas con frecuencia por la limpieza que hacen las personas en estos sitios.

En la dieta del cacomixtle, los artrópodos estuvieron mejor representados en la población de la zona agrícola (24.78%) en comparación con la población urbana (16.35%); estas diferencias deben ser resultado de la mayor disponibilidad de este recurso en este ambiente. En la población del cacomixtle de la zona agrícola se encontraron ortópteros con una FR de 12.39%, blatodeos con un 5.31% y coleópteros con un 3.52%, mientras que en el ambiente urbano fueron más importantes los formícidos con 6.25%, los blatodeos con 5.29% y coleópteros con 0.96%. Estos órdenes de insectos son también los más consumidos por cacomixtles en otras poblaciones estudiadas (Castellanos-Morales *et al.*, 2009; Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019; Nava-Vargas *et al.*, 1999; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000; Sansores-Sánchez, 2016; Taylor, 1954).

Las aves han estado poco representadas en la dieta de las poblaciones de *B. astutus* del centro y norte de México. Por ejemplo, en Tepeji del Río las aves representaron un 5% (Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019), en la REPSA un 7.41% (Castellanos-Morales *et al.*, 2009), en la isla Espíritu Santo un 6.04% (Sansores-Sánchez, 2016), en Atotonilco el Grande un 4.6% (Nava-Vargas *et al.*, 1999), en Isla San José un 4.8% (Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000) y en Texas un 11.72% (Taylor, 1954). En la población de la zona agrícola de Oaxaca las aves también fueron poco consumidas (5.61%), en cambio en la población urbana fueron la segunda categoría en importancia (23.35%), por arriba de los artrópodos; en otoño fueron las más importantes (33.33%). Es posible que el mayor consumo de aves en la población urbana de Oaxaca se deba a que este carnívoro no solo depreda sobre aves silvestres, sino también sobre aves de corral y mascotas, de acuerdo con información dada por los habitantes. En el caso de las gallinas (*Gallus gallus*), los lugareños comentan que el cacomixtle solo les extrae el cerebro, y dejan el cuerpo sin aprovechar. Asimismo, en el presente estudio se encontraron el pico y plumas de un periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*) que fue extraído de una jaula.

En la zona urbana el cacomixtle también consumió huevos de aves, incluyendo a las de corral, hecho que fue corroborado por los habitantes, quienes afirman que el animal los extrae del nido de las gallinas o bien de la cocina. También Sansores-Sánchez (2016) encontró evidencia del consumo de huevos de aves silvestres en la isla Espíritu Santo, BCS. Es posible que el consumo de huevos sea más frecuente de lo que las evidencias indican, debido a que en Oaxaca se proporcionaron huevos de gallina a un cacomixtle que fue capturado, quien, para abrirlos hizo una incisión circular subterminal en uno de los extremos, quitó la tapa sin romperla, ingirió el contenido y dejó el resto del cascarón también intacto. Cuando se revisaron las excretas de este animal no se encontraron restos de cascarón.

Los mamíferos pequeños son una categoría importante en la dieta de *B. astutus*, con FR que van del 9% en la población de Tepetzotlán al 24.22% en Texas (Taylor, 1954). En cambio, en Oaxaca, esta categoría alimentaria tuvo una FR de 1.44% en la población urbana y 3.54% en la de la zona agrícola, lo que indica un consumo bajo del recurso. Suponemos que se puede deber a que las poblaciones de roedores son bajas en estos ambientes. El bajo consumo de mamíferos por la población urbana, tal vez se compensó con el elevado consumo de aves y huevos, como se menciona anteriormente. Aunque en la población del cacomixtle del ambiente agrícola no ocurrió el mismo fenómeno y el consumo de animales provino principalmente de una mayor ingesta de artrópodos en comparación con la población urbana (Kohl *et al.*, 2015).

En las dos poblaciones de cacomixtle estudiadas en Oaxaca, encontramos productos antropogénicos representados por empaques de dulces y chocolates, así como otro tipo de material no digerible. Estos hallazgos fueron corroborados por los propietarios de las casas del pueblo (nueve personas adultas), quienes nos informaron que este carnívoro extrae principalmente bolsas de dulces y chocolates de sus casas. Estas categorías han sido ya previamente reportadas en poblaciones que habitan en sitios turísticos o con influencia humana, como la REPSA (Castellanos-Morales *et al.*, 2009), Tepetzotlán (Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019) y la isla Espíritu Santo (Sansores-Sánchez, 2016). Aunque en estas otras localidades el material encontrado incluye además material no digerible como servilletas, papel aluminio y plástico, suponemos que estos productos son buscados e ingeridos por *B. astutus*

debido a que poseen restos de alimentos. El consumo de estos productos representa un riesgo para la salud del cacomixtle, ya que pueden ocasionar desde lesiones en el tracto digestivo o saciedad, hasta situaciones graves como son la obstrucción del tubo digestivo, intoxicación y la muerte (Castellanos-Morales *et al.*, 2009; Sansores-Sánchez, 2016; Schulte-Hostedde *et al.*, 2018). Un efecto del consumo de productos antropogénicos con altos contenidos calóricos (p.e. pan, chocolates y dulces) puede ser la hiperglucemia, alteración que ha sido detectada en poblaciones urbanas del mapache, *Procyon lotor* (Schulte-Hostedde *et al.*, 2018). El consumo de estos productos refleja sin duda la plasticidad alimenticia de esta especie y a la vez es un indicador del grado de perturbación del ambiente donde vive cada población. De manera que de acuerdo a lo expresado por Sansores-Sánchez (2016), en los sitios turísticos naturales se deben establecer programas de manejo de residuos alimenticios y basura más eficientes, para evitar daños a la fauna.

La población de cacomixtle de la zona agrícola de Oaxaca consumió hojas de pastos en otoño (4.16%) y la población urbana en primavera (1.66%) y otoño (4.34%). De los estudios consultados, solo se reportó el consumo de pastos en Tepeji del Río y Tepetzotlán (Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019), así como hojas de encinos en ésta última localidad. En Atotonilco el Grande, Hidalgo, se reportó el consumo de hojas, además de flores de varias especies de plantas (Nava-Vargas *et al.*, 1999). El consumo de pastos puede ser accidental cuando el animal atrapa a sus presas, pero en caso de ser una ingesta intencionada, éstos deben tener un beneficio laxante, como ocurre en los perros (*Canis lupus familiaris*; Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019). Además de *B. astutus*, en otros carnívoros como *Leopardus pardalis*, *Leopardus tigrinus*, *Puma concolor*, *Herpailurus yagouaroundi* y *Nasua narica* se han encontrado en las excretas pequeñas cantidades de pastos, de lo cual los autores concluyen que se trata de ingestas accidentales (Rocha-Mendes *et al.*, 2010). Sin embargo, Bjone *et al.* (2007) observaron en experimentos con perros el consumo intencionado de pastos y concluyen que su consumo no debe verse como una conducta anómala o indicativa de una enfermedad, sino que representan un recurso alimenticio más. Asimismo, estos autores comentan que si la ingesta de pastos es intencional, estos deben aportar la demanda de algún nutriente y por lo tanto sugieren que es necesario evaluar el aspecto nutricional de este alimento.

Otras categorías alimentarias encontradas en algunas poblaciones de *B. astutus* del centro y norte del país y de Texas, EUA, fueron los peces, anfibios y reptiles. Los peces solo fueron consumidos en baja frecuencia (0.4%) en la isla Espíritu Santo (Sansores-Sánchez, 2016) al igual que los anfibios (0.02%) en Texas (Taylor, 1954). En cambio, los reptiles estuvieron representados en la dieta de la población de la isla San José (12.3%; Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000), isla Espíritu Santo (17.71%; Sansores-Sánchez, 2016), en Tepetzotlán (2%; Castillo-Picazo y García-Collazo, 2019) y en Texas (1.28%; Taylor 1954). En Oaxaca ninguna de estas categorías estuvo presente en las excretas del cacomixtle. La ausencia de peces es entendible debido a que en la zona no existe este recurso, pero los anfibios y reptiles son abundantes en los cuerpos de agua y áreas aledañas de donde proceden las muestras de la población del área agrícola, y en el caso de la población urbana existe una población abundante de la cuija (*Hemidactylus frenatus*), especie invasora de hábitos nocturnos (López-Hernández, 2011; Mata-Silva *et al.*, 2015). Posiblemente, el mayor consumo de reptiles sea una característica propia de las poblaciones isleñas de *B. astutus* (Rodríguez-Estrella *et al.*, 2000; Sansores-Sánchez, 2016), como una respuesta para satisfacer sus demandas nutricionales, que no necesitan las poblaciones más sureñas, posiblemente a consecuencia de la diferente composición química de los alimentos que consumen (Kohl *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

Los resultados anteriores muestran que el cacomixtle se comportó como un omnívoro oportunista, tanto en el ambiente agrícola como en el urbano, con una dieta básica de frutos y artrópodos (> 59%), que complementó con pastos, aves, huevos de aves, mamíferos pequeños y productos antropogénicos. Este carnívoro posee una alta plasticidad ecológica, que le ha permitido subsistir en hábitat perturbados y urbanizados, donde aprovecha diferentes recursos de acuerdo a su disponibilidad, entre los que destacan productos antropogénicos que no existen en su medio natural. El alto consumo de productos hechos por el humano puede tener como consecuencia daño severo al tracto digestivo, enfermedades causadas por el alto consumo de azúcares e incluso la muerte. A pesar de que el crecimiento urbano afecta la continuidad de los ecosistemas, existen algunas especies de flora y fauna que invaden las ciudades y en algunos casos

se adaptan a éste nuevo sistema. En el caso de la fauna generalista, las ciudades ofrecen alimento abundante, continuo y concentrado en parches, proveniente de los desperdicios vegetales y animales, alimento de mascotas y productos elaborados que el hombre no aprovecha. Asimismo, el espacio entre construcciones, bajo puentes, casas abandonadas o con áreas verdes grandes puede ser usado para construir madrigueras, a la vez que la presencia de depredadores, con excepción de los perros y gatos, es menor en comparación con su ambiente natural (Bateman y Fleming, 2012; Contesse *et al.*, 2004). No obstante, algunos productos antropogénicos pueden tener consecuencias negativas para la salud de estos organismos, debido al elevado contenido energético que poseen, puede afectar el metabolismo de éstos.

La presencia del cacomixtle en Zaachila, así como en otros centros urbanos cercanos a la ciudad de Oaxaca debe promoverse, ya que desde la última década del siglo pasado el crecimiento demográfico alrededor de la capital del estado se ha incrementado y no existe en la zona un sistema de áreas naturales urbanas donde esta especie y algunas otras puedan encontrar refugio ante el avance de la urbanización.

AGRADECIMIENTOS

A los revisores Juan Cruzado Cortés y Jonathan J.M. por sus observaciones que permitieron precisar algunos aspectos del manuscrito. A Sadira I. Mota Hidalgo, Luis F. Nieto Toscano, Cinthia N. Hernández Ramos por su apoyo durante el trabajo de campo, así como por los comentarios a las versiones preliminares del manuscrito. A la Universidad Autónoma Metropolitana que, a través del Departamento de Biología, facilitó todo el apoyo logístico para llevar a cabo el presente estudio en Oaxaca. Al Comisariado Ejidal de Zimatlán de Álvarez, Sr. Israel Amaya, por facilitarnos las visitas a la zona de estudio para obtener las excretas del cacomixtle.

LITERATURA CITADA

- Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- Aranda, M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional

- para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- Arita, H.T. y M. Aranda. 1987. *Técnicas para el estudio y clasificación de los pelos*. Cuadernos de Divulgación INIREB No. 32, INIREB, Xalapa, Veracruz.
- Bateman, P.W. y P.A. Fleming. 2012. Big city life: carnivores in urban environments. *Journal of Zoology*, 287:1-23.
- Bjone, S.J., W.Y. Brown y I.R. Price. 2007. Grass eating patterns in the domestic dog, *Canis familiaris*. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 16:45-49.
- Castellanos-Morales, G., N. García-Peña y R. List. 2009. Ecología del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Pp. 371-381 en: *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. (Lot, A. y Z. Cano-Santana, eds.). UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México.
- Castillo-Picazo, G.E.R. y R. García-Collazo. 2019. Comparación de la dieta del cacomixtle norteño, *Bassariscus astutus* de un bosque templado y un matorral xerófilo, del centro de México. *Biología, Ciencia y Tecnología*, 12:834-845.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2018. *Psidium guajava*. [Internet]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/52-myrtta3m.pdf> [Consultado el 12 de junio de 2019].
- Contesse, P., D. Hegglin, S. Gloor, F. Bontadina y P. Deplazes. 2004. The diet of urban foxes (*Vulpes vulpes*) and the availability of anthropogenic food in the city of Zurich, Switzerland. *Mammalian Biology*, 69:81-95. [<https://doi.org/10.1078/1616-5047-00123>]
- Escalante, A., A. Buenrostro-Silva y G. Sánchez-De la Vega. 2014. Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therya*, 5:355-363. [<http://dx.doi.org/10.12933/therya-14-143>].
- Fontana, P., F.M. Buzzetti y R. Mariño-Pérez. 2008. *Chapulines, Langostas, Grillos y esperanzas de México. Guía fotográfica*. WBA, Handbooks 1, Editorial Board. Verona, Italia.
- Glatston, A.R. (Comp.). 1994. *El panda rojo, los olingos, los coatis, los mapaches y sus especies emparentadas*. Vol. 20. International Union for Conservation of Nature Resources, USA.
- Hall, E.R. 1981. *The mammals of North America*. Vol. II. Ed. John Wiley, New York.
- Howell, N.G. y S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. New York: Oxford University Press.
- IUCN. 2016. *IUCN Red List of Threatened Species* [Internet], Versión 2016-1. Disponible en: <www.iucn-redlist.org>. [Consultado el 16 diciembre 2018].
- Kohl, K.D., S.C.P. Coogan y D. Raubenheimer. 2015. Do wild carnivores forage for prey or for nutrients? *BioEssays*, 37:701-709. [<https://doi.org/10.1002/bies.201400171>].
- Koike, S., H. Morimoto, Y. Goto, C. Kozakai y K. Yamazaki. 2008. Frugivory of carnivores and seed dispersal of fleshy fruits in cool-temperates deciduous forests. *Journal of Forest Research*, 13:215-222. [<https://doi.org/10.1007/s10310-008-0069-5>].
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological methodology*. Addison Wesley Longman, Inc., CA., USA.
- Lawlor, T. 2002. The mammals. Pp. 326-380, en: *A New Island Biogeography of The Sea of Cortés*. (Cade, T.J. y M.L. Cody, eds.). University of California Press, Berkeley, California, EE.UU.
- López-Hernández, I.D. 2011. *Anfibios y réptiles del distrito de Zaachila, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Mata-Silva, V., J.D. Johnson, L.D. Wilson y E. García-Padilla. 2015. The herpetofauna of Oaxaca, Mexico: composition, physiographic distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology*, 2:272-329.
- McKinney, M.L. 2002. Urbanization, Biodiversity, and Conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *BioScience*, 52:883-890. [[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBA-C\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBA-C]2.0.CO;2)].

- Nava-Vargas, V. 2005a. *Bassariscus astutus* (Lichstein, 1830). Pp. 408-409. *en: Los mamíferos silvestres de México*. (Ceballos, G. y G. Oliva, coords.). Fondo de Cultura Económica. CONABIO. México, D. F.
- Nava-Vargas, V. 2005b. *Bassariscus sumichrasti* (Saussure, 1860). Pp. 409-410. *en: Los mamíferos silvestres de México*. (Ceballos, G. y G. Oliva, coords.). Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, D.F.
- Nava-Vargas, V., J.D. Tejero, y C. Chávez. 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en un matorral xerófilo de Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zología*, 70:51-63.
- ONU. 2019. *Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo*. [Internet] Disponible en: <<https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>>. [Consultado el 12 de junio de 2019].
- Ortiz-Pérez, M.A., J.R. Hernández-Santana y J.M. Figueroa. 2004. Reconocimiento Fisiográfico y Geomorfológico. Pp. 43-54, *en: Biodiversidad de Oaxaca*. (García-Mendoza, A.J., M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Poglayen-Neuwall, I. y D.E. Toweill. 1998. *Bassariscus astutus*. *Mammalian Species*, 327:1-8.
- Robertson, M. 2008. Insectos y arañas. National Geographic. 2a. ed., RBA Molino.
- Rocha-Mendes, F., S.B. Mikich, J. Quadros y W.A. Pedros. 2010. Feeding ecology of carnivores (Mammalia, Carnivora) in Atlantic Forest remnants, Southern Brazil. *Biota Neotropica*, 10:21-30. [<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032010000400001>].
- Rodríguez, A. 2004. Solanáceas. Pp. 297-303, *en: Biodiversidad de Oaxaca*. (García-Mendoza, A.J., M.J. Ordoñez y M.A. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM-Fondo de Oaxaqueño para la conservación de la Biodiversidad-World Wildlife Fund, México.
- Rodríguez-Estrella, R., A. Rodríguez-Moreno y K. Grajales-Tam. 2000. Spring diet of the endemic ring-tailed cat (*Bassariscus astutus insulicola*) population on an Island in the Gulf of California, Mexico. *Journal of Arid Environment*, 44:241-246. [<https://doi.org/10.1006/jare.1999.0579>].
- Sansores-Sánchez, R.E. 2016. *Influencia de los recursos antropogénicos en la abundancia y dieta del babisuri (Bassariscus astutus saxicola Merriam, 1897) en el complejo insular Espíritu Santo, B.C.S. México*. Tesis de Maestría, CIBNOR, S.C.
- Schulte-Hostedde, A.I., Z. Mazal, C.M. Jardine y J. Gagnon. 2018. Enhanced access to anthropogenic food waste is related to hiperglicemia in raccons (*Procyon lotor*). *Conservation Physiology*, 6:1-6. [<https://doi.org/10.1093/conphys/coy026>].
- SEDESOL. 2015. *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2017* [Internet], Oaxaca, Villa de Zaachila. Disponible en: <http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Oaxaca_565.pdf>. [Consultado el 12 de junio de 2019].
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 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*, 30 de diciembre de 2010.
- Taylor, P.W. 1954. Food habits and notes on life history of ring-tailed cat in Texas. *Journal of Mammalogy*, 35:55-63. [<https://doi.org/10.2307/1376073>].
- Theimer, T.C., A.C. Clayton, A. Martinez, D.L. Peterson y D.L. Bergman. 2015. Visitation rate and behavior of urban mesocarnivores differs in the presence of two common anthropogenic food sources. *Urban Ecosystems*, 18:895-906. [<https://doi.org/10.1007/s11252-015-0436-x>].
- Trejo, I. 2004. Clima. Pp. 67-85, *en: Biodiversidad de Oaxaca*. (García-Mendoza, A.J., M.J. Ordoñez y M.A. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM-Fondo de Oaxaqueño para la conservación de la Biodiversidad-World Wildlife Fund, México.
- Triplehorn, C. y N. Johnson. 2005. *Borrór and De-long's. Introduction to the study of insects*. 7a. ed., Publisher Thomson Brooks/Cole.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, USA.



PRIMER REGISTRO DEL TLALCOYOTE (*Taxidea taxus*) EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA GORDA, GUANAJUATO

J. Manuel Rangel-Rojas¹ | Juan F. Charre-Medellín^{1,2} | Tiberio C. Monterrubio-Rico¹ | Gloria Magaña-Cota³

¹Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria. Francisco J. Mújica S/N, Michoacán, 58030, México.

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua carretera a Pátzcuaro No. 8701, Morelia, Michoacán, 58190, México.

³Museo de Historia Natural Alfredo Dugès. Departamento de Manejo Ambiental y Sustentabilidad, Universidad de Guanajuato. Calzada de Guadalupe s/n, Guanajuato, 36000, México.

RESUMEN

En el estado de Guanajuato se confirmó la presencia de tlalcoyote (*Taxidea taxus*) mediante fototrampeo. Estos registros se localizan en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (RBSGG) y complementan el listado de mamíferos reportados en la reserva. Los registros más cercanos de tlalcoyote se localizan a 90 km al noroeste en el estado de San Luis Potosí y a 105 km al suroeste del registro colectado en Silao, Guanajuato por Alfredo Dugès en 1874. Es fundamental incluir al tlalcoyote dentro del plan de manejo de la RBSGG con el fin de implementar acciones para su monitoreo y conservación a largo plazo, así como confirmar si en la región puede existir una población establecida y que no se trate de individuos errantes.

RELEVANCIA

Se confirma la presencia de tlalcoyote (*Taxidea taxus*) para el estado de Guanajuato después de más de 140 años. Este registro complementa la lista de mamíferos de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato.

Palabras clave: cámaras trampa, matorral xerófilo, mustelidae, Sierra Gorda, tejón norteamericano.

ABSTRACT

In Guanajuato state is confirmed the presence of tlalcoyote (*Taxidea taxus*) by camera trapping. These records are located in the influence area of the Sierra Gorda of Guanajuato Biosphere Reserve (RBSGG) and complement the list of mammals reported for the reserve. The nearest tlalcoyote records are located 90 km at northwest in San Luis Potosí state and 105 km at southwest from the record collected in Silao, Guanajuato by Alfredo Dugès in 1874. It is essential to include the tlalcoyote within the management plan of the RBSGG to implement actions of monitoring and conservation and confirm that in the region there may be an established population and it's are not of errant individuals.

Key words: American Badger, camera trap, mustelidae, Sierra Gorda, xerophytic scrub.

Revisado: 07 de marzo de 2019; **aceptado:** 02 de mayo de 2019; **publicado:** 15 de julio de 2019. **Autor de correspondencia:** Juan F. Charre-Medellín, jfcharre@yahoo.com.mx

Cita: Rangel-Rojas, J.M., J.F. Charre-Medellín, T.C. Monterrubio-Rico, G. Magaña-Cota. 2019. Primer registro del tlalcoyote (*Taxidea taxus*) en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Guanajuato. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 9(1):44-50. ISSN: 2007-4484. www.revmexmastozoologia.unam.mx

La Familia Mustelidae es el grupo más numeroso de carnívoros del mundo con 64 especies (Burgin *et al.*, 2018), de las cuales seis habitan en México (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014). El tlalcoyote o tejón norteamericano (*Taxidea taxus*) se caracteriza por ser el único mustélido en el continente americano con hábitos fosoriales, por lo que su morfología consta de un cuerpo robusto y fuerte, una cabeza aplanada con orejas cortas y redondas, ojos pequeños, patas poderosas, extremidades posteriores cortas pero fuertes con forma de pala y equipadas con grandes garras especializadas para cavar. Presenta una cola corta y un pelaje color café grisáceo del dorso, blanquecino en la parte superior de las patas y abdomen, negro tanto en las extremidades anteriores como posteriores y tonos negruzcos en las mejillas y en el centro del rostro (Aranda, 2012; Jiménez-Guzmán y List, 2005; Leopold, 1959; Lindzey, 1994). Su alimentación está constituida principalmente por vertebrados de talla menor como roedores, lagomorfos, peces, aves, reptiles y algunos invertebrados (Aranda, 2012; Goodrich y Buskirk, 1998; Jiménez-Guzmán y List, 2005).

La distribución de esta especie se extiende desde los pastizales y praderas alpinas del centro de Canadá, hasta las zonas abiertas y semi-áridas del centro de México (Aranda, 2012; Frehner *et al.*, 2017; Long, 1973; Masés-García *et al.*, 2017). En México, los registros más sureños de esta especie se encuentran al norte del estado de Oaxaca y en el centro del estado de Puebla asociados a ambientes semi-áridos o templados con elevaciones por encima de los 2,000 msnm (González-Christen *et al.*, 2006; Masés-García *et al.*, 2017; Ramírez-Albores *et al.*, 2014; Ramírez-Bravo y Hernández-Santin, 2016). A pesar de que el tlalcoyote se ha reportado en ambientes perturbados por actividades humanas como potreros y áreas agrícolas, se considera como una especie Amenazada de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT, 2010), debido a que sus registros son escasos y no se han realizado estimaciones poblacionales a lo largo de su distribución en México (Helgen y Reid, 2016; Jiménez-Guzmán y List, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2014; Sánchez *et al.*, 2016).

En el estado de Guanajuato, el tlalcoyote fue registrado por primera y única ocasión en 1874 a partir de un ejemplar colectado por el naturalista francés Alfredo Dugès, sin proporcionar la localidad de colecta o procedencia (Sánchez, 2014). Sin embargo, se piensa que proviene de una zona de ecotono entre llanuras de pastizal y encinares del municipio de

Silao, zona actualmente transformada por el cambio en el uso del suelo a zonas agrícolas e industriales. Este ejemplar se encuentra depositado en el Museo de Historia Natural Alfredo Dugès de la Universidad de Guanajuato (MADUG-MA 60) y constituía hasta el momento la única evidencia de su presencia en el estado de Guanajuato (Sánchez *et al.*, 2016). En este estudio, proporcionamos evidencia fotográfica del tlalcoyote en el estado de Guanajuato y confirmamos su presencia después de 140 años. Este es el primer registro para la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (RBSGG).

La RBSGG se sitúa al noreste del estado de Guanajuato y cuenta con 236,882 ha de extensión, conformadas principalmente por matorrales submontanos, matorrales xerófilos y en menor medida por bosques de pino-encino y bosques tropicales secos. La RBSGG representa la región con mayor grado de conservación del estado de Guanajuato, ya que alberga hasta el 70% de la biodiversidad registrada en el estado (Cuevas-Carillo y Zorrilla, 2012; Sánchez *et al.*, 2016; Zamudio-Ruiz, 2012).

Entre mayo del 2016 y mayo del 2017 se efectuó en la RBSGG y zonas de influencia, un programa de monitoreo de fauna silvestre. Este programa estaba enfocado en registrar la presencia, abundancia y actividad de mamíferos medianos y grandes en una zona de condiciones semi-áridas con asociaciones de matorral xerófilo. El estudio se desarrolló en la localidad "El Tabaco", municipio de San Luis de La Paz, Guanajuato donde se desarrolla una actividad ganadera extensiva de libre pastoreo (Zamudio-Ruiz, 2012). Durante el estudio se establecieron siete estaciones de fototrampeo, cada una con una cámara trampa (Ltl Acorn® 5210a, Stealthcam® STC-SK724 y Wildview® STC-TGL5M). Las cámaras fueron colocadas sobre veredas, caminos y a la orilla de cuerpos de agua, a una altura de 50 cm sobre el nivel del suelo y una separación de 400 m entre ellas. Fueron programadas para mantenerse activas las 24 horas del día y tomar tres fotografías por evento para aumentar la probabilidad de registrar a la fauna silvestre (Chávez *et al.*, 2013).

Con un esfuerzo de muestreo de 1,119 días-cámara, el 10 de diciembre de 2016 se obtuvo una serie de dos fotografías de tlalcoyote (Figura 1). El registro se obtuvo en un ambiente dominado por matorral xerófilo a una elevación de 2,076 msnm (21° 22' 43.80" N, 100° 26' 16.30" O). Este registro se localiza en la zona de influencia de la RBSGG y



Figura 1. Registros fotográficos de tlatoyote en el estado de Guanajuato, México. **A** y **B.** Secuencia fotográfica de los registros de tlatoyote con cuatro segundos de diferencia. Foto: Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios.

enriquece el listado de mamíferos reportados en la reserva. La cámara que registró los eventos fotográficos presentó fallas en el sistema, por lo que no se pudo precisar la hora de los eventos. Además del tlacoyote, el ensamble de especies registradas asociadas al área de estudio incluye presas potenciales como conejo (*Sylvilagus* sp.) y liebre (*Lepus callotis*), además de otros depredadores carnívoros como el coyote (*Canis latrans*), lince (*Lynx rufus*), mapache (*Procyon lotor*), zorrillo de espalda blanca (*Conepatus leuconotus*), zorrillo listado (*Mephitis macroura*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

Los registros más cercanos de tlacoyote se localizan a 90 km al noroeste, en la provincia fisiográfica del Altiplano Mexicano, dentro del estado colindante de San Luis Potosí, donde se presentan condiciones climáticas y altitudinales semejantes a

las observadas en el sitio de este nuevo registro (Figura 2; Martínez de la Vega *et al.*, 2016). El registro colectado en Silao, Guanajuato por Alfredo Dugès en 1874 se localiza a 105 km al suroeste (Figura 2; Sánchez, 2014).

A pesar del reciente establecimiento de la RBSGG en el 2007, en ella se han desarrollado los programas de monitoreo de fauna silvestre más importantes y sistemáticos del estado de Guanajuato (Charre-Medellín *et al.*, 2012; Charre-Medellín *et al.*, 2016; Iglesias *et al.*, 2008). El registro del tlacoyote enriquece el listado faunístico de la RBSGG y confirma su presencia en el estado de Guanajuato después de más de 140 años. El redescubrimiento del tlacoyote se suma a la obtención de registros notables de carnívoros del estado de Guanajuato en los últimos 10 años como el ocelote (*Leopardus*

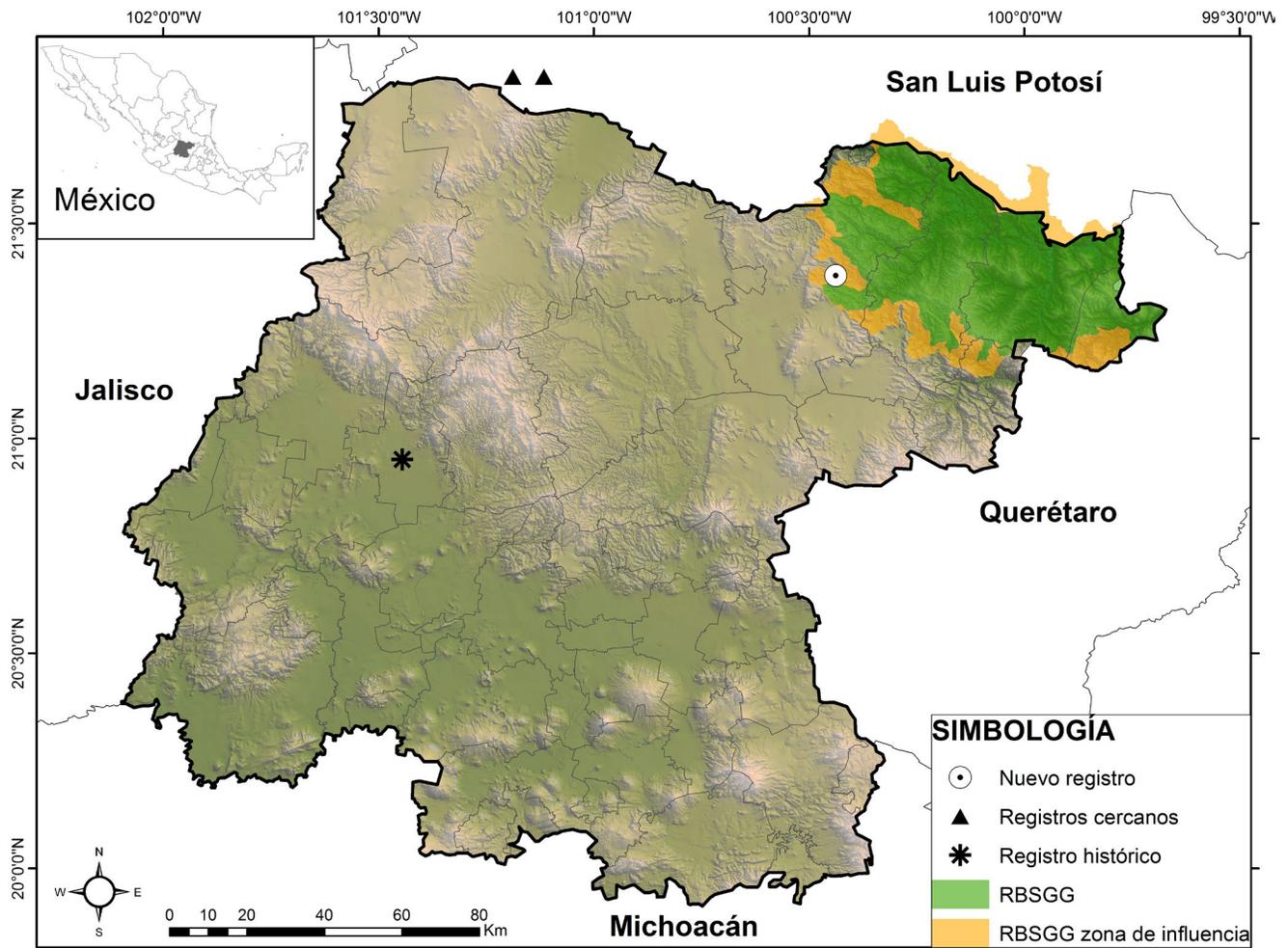


Figura 2. Ubicación del registro de tlacoyote en el estado de Guanajuato, México. De igual manera se presentan los registros cercanos y el histórico.

pardalis), tigrillo (*Leopardus wiedii*) y jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*; Charre-Medellín *et al.*, 2012; Charre-Medellín *et al.*, 2016; Iglesias *et al.*, 2008); especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción de acuerdo con la legislación mexicana (SEMARNAT, 2010).

Aún cuando el tlalcoyote es considerado como una especie común en los estados del norte del país y se le culpa por daños en los cultivos y depredación de animales de granja (Lindzey, 1994), el estatus de conservación de sus poblaciones al extremo sur de su distribución (estados del centro y sur de México) se desconoce (CONABIO, 2014; CONABIO e IEE, 2015; Martínez de la Vega *et al.*, 2016). En Guanajuato, a pesar de que el Instituto de Ecología del Estado incluía la presencia del tlalcoyote para 13 de las 23 áreas naturales protegidas de carácter estatal (Dirección de Recursos Naturales, 2014), no existía evidencia que sustentara su inclusión. En el respaldo para su inclusión solo se cita como fuente de información a Sánchez *et al.*, (2012) y Sánchez *et al.*, (2014) quienes no presentan información sobre registros de tlalcoyote en ninguna ANP del estado y solo comentan el registro histórico de Alfredo Dugès de 1874. Probablemente, la evidencia adicional del Instituto de Ecología de Guanajuato provino de entrevistas a la gente local quienes pudieron haber confundido al “tlalcoyote” con el “cacomixtle” (*Bassariscus astutus*), especie relativamente común y de extensa distribución en todo el estado de Guanajuato (Sánchez, 2014).

Las características ecológicas del sitio donde obtuvimos los registros fotográficos de tlalcoyote coinciden con las reportadas por algunos autores que describen sus hábitats en zonas desérticas o matorrales xerófilos con abundante disponibilidad de presas potenciales como los lagomorfos (Aranda, 2012; CONABIO, 2014; González-Christen, 2006).

Consideramos que el muestreo a partir de cámaras trampa debe complementarse con métodos indirectos (huellas, excretas, madrigueras) y ampliarse a lo largo de las zonas con características desérticas y xerófilas del estado de Guanajuato, a fin de incrementar el número de registros y el conocimiento acerca de los parámetros poblacionales de esta especie a nivel regional. Finalmente, es fundamental incluir al tlalcoyote dentro del plan de manejo de la RBSGG por su importancia en términos de conservación, ya que su subsistencia depende directamente de evitar la invasión de su hábitat por las actividades ganaderas, el aumento de caminos,

la caza furtiva y el envenenamiento indirecto derivado de programas de control de otras especies como el coyote y algunos roedores.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a S. Charre Otero por las facilidades otorgadas para llevar a cabo el trabajo de campo en su propiedad. Al Museo de Historia Natural Alfredo Dugès, el Departamento de Comunicación y Difusión Científica, a la Unidad de Responsabilidad Social Universitaria, al Departamento de Manejo Ambiental y Sustentabilidad de la Universidad de Guanajuato y a la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por el apoyo otorgado para la preparación del manuscrito. A la dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas por las facilidades y seguimiento otorgado para realizar el trabajo de campo. A los estudiantes del Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, que participaron en el trabajo de campo. Charre-Medellín agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca doctoral otorgada (239248) y a DGAPA-UNAM por la beca posdoctoral otorgada.

LITERATURA CITADA

- Aranda, J.M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Burgin, C., J. Colella, P. Kahn y N. Upham. 2018. How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99:1-14.
- Charre-Medellín, J., G. Magaña-Cota, T. Monterrubio-Rico, R. Tafolla-Muñoz, J. Charre-Luna y F. Botello. 2016. Mamíferos medianos y grandes del municipio de Victoria, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México. *Acta Universitaria*, 26:49-57.
- Charre-Medellín, J.F., V. Sánchez-Cordero, G. Magaña-Cota, M. Álvarez-Jara y F. Botello. 2012. Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) in Guanajuato, México. *The Southwestern Naturalist*, 57:117-118.

- Chávez C., A. De la Torre, H. Bárcenas, R.A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. 2013. *Manual de fototrampeo para el estudio de fauna silvestre*. Alianza WWF-Telcel. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2014. *La biodiversidad en Chihuahua: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad) e IEE (Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato). 2015. *Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Guanajuato*. CONABIO/IEE. México.
- Cuevas-Carrillo, J. y M. Zorrilla. 2012. Localización y Superficie. Pp. 28-37, en: *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado*. (CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad)/ IEE (Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, eds.). Ciudad de México y Guanajuato, México.
- Dirección de Recursos Naturales. 2014. *Inventario de fauna silvestre de las Áreas Naturales Protegidas en Guanajuato*. Gobierno del Estado de Guanajuato: Instituto de Ecología del Estado. Guanajuato, México.
- Frehner, E.H., E.R. Buechley, T. Christensen y Ç.H. Şekercioglu. 2017. Subterranean caching of domestic cow (*Bos taurus*) carcasses by American badgers (*Taxidea taxus*) in the Great Basin Desert, Utah. *Western North American Naturalist*, 77:124-129.
- González-Christen, A., A. González-Romero y J.S. Rodríguez-Colmenares. 2006. Primer registro de *Taxidea taxus berlandieri* Baird, 1858 (Mammalia: Carnivora: Mustelidae) para el estado de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22:153-156.
- Goodrich, J.M., y S.W. Buskirk. 1998. Spacing and ecology of North American badgers (*Taxidea taxus*) in a prairie-dog (*Cynomys leucurus*) complex. *Journal of Mammalogy*, 79:171-179.
- Helgen, K. y F. Reid. 2016. *Taxidea taxus*. [Internet], IUCN 2017. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2017.3. Disponible en: <www.iucnredlist.org> [Consultado el 13 de febrero 2018].
- Iglesias, J., V. Sánchez-Cordero, G. Magaña-Cota, R. Bolaños, M. Aranda, R. Hernández y F.J. Botello. 2008. Noteworthy records of margay, *Leopardus wiedii* and ocelot, *Leopardus pardalis* in the state of Guanajuato, México. *Mammalia*, 72:347-349.
- Jiménez-Guzmán, A. y R. List. 2005. *Taxidea taxus*. Pp. 384-385, en: *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G. y G. Oliva, eds.) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Leopold, A.S. 1959. *Fauna Silvestre de México. Aves y Mamíferos de caza*. Berkeley y Los Ángeles, California: Universidad de California. California, EE.UU.
- Lindzey, F. 1994. Badgers. Pp. C1-C4, en: *Prevention and Control of Wildlife Damage* (University of Nebraska Cooperative Extension/Institute of Agriculture and Natural Resources/University of Nebraska-Lincoln, eds.). Nebraska, EE.UU.
- Long, C.A. 1973. *Taxidea taxus*. *Mammalian Species*, 26:1-4.
- Martínez de la Vega, G., G. García-Marmolejo, J. Luévano-Esparza, R. García-Morales, C.E. Rangel-Rivera y J.A. Ascanio-Lárraga. 2016. La mastofauna en San Luis Potosí: conocimiento, diversidad y conservación. Pp. 367-404, en: *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal* (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J.E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología/Universidad Nacional Autónoma de México/Asociación Mexicana de Mastozoología A.C./Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Masés-García, C.A., A. López, R. Santiago, E. Morales, E. Martínez-Ramírez y E. Cruz-Arenas. 2017. Registros notables de *Panthera onca* y *Taxidea taxus* (Carnivora: Mammalia) en Oaxaca, México. *Mammalogy Notes*, 4:18-21.
- Ramírez-Albores J.E., L. León-Paniagua y A.G. Navarro-Sigüenza. 2014. Mamíferos silvestres del Parque Ecológico Piedra Canteada y alrededores, Tlaxcala, México; con notas sobre algunos registros notables para el área. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:48-61.

- Ramírez-Bravo, O.E. y L. Hernández-Santin. 2016. Carnívoros (Mammalia) from areas of Nearctic-Neotropical transition in Puebla, central Mexico: presence, distribution, and conservation. Check List: *The Journal of biodiversity data*, 12:1-17.
- Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruíz, A.L. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of Recent Land Mammals of Mexico. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University*, 63:1-76.
- Sánchez, O., C. Elizalde-Arellano, J.C. López-Vidal, G. Magaña-Cota, G. Téllez-Girón, F. Botello y V. Sánchez-Cordero. 2012. Mamíferos Silvestres. Pp. 263-282, en: *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado*. (CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]/ IEE [Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato], eds.). Ciudad de México y Guanajuato, México.
- Sánchez, O. 2014. Sinopsis de los mamíferos silvestres del estado de Guanajuato, México, y comentarios sobre su conservación. *Therya*, 5:369-422.
- Sánchez, O., G. Magaña-Cota, G. Téllez-Girón, W. López-Forment y G. Urbano-Vidales. 2014. Mamíferos no voladores de Guanajuato, México: revisión histórica y lista taxonómica actualizada. *Acta Universitaria*, 24:3-37.
- Sánchez O., J.F. Charre-Medellín, G. Téllez-Girón, O. Báez-Montes y G. Magaña-Cota. 2016. Mamíferos silvestres de Guanajuato: actualización taxonómica y diagnóstico de conservación. Pp. 243-280, en: *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal* (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J.E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México/Asociación Mexicana de Mastozoología A.C./Universidad de Guanajuato. Ciudad de México, México.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. *Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Ciudad de México, México.
- Zamudio-Ruiz, S. 2012. Diversidad de ecosistemas del estado de Guanajuato. Pp. 21-54, en: *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado*. (CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]/ IEE [Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato], eds.) Ciudad de México y Guanajuato, México.

PRIMER REGISTRO MUNICIPAL DE ZORRA GRIS (*Urocyon cinereoargenteus*) EN SANTIAGO IXCUINTLA, NAYARIT, MÉXICO

DIANA JATZIRI GUZMÁN-BÁEZ¹ | VÍCTOR H. LUJA²

¹ Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Puerto Vallarta-Tepic Compostela, km 9, 63780 Xalisco, Nayarit.

² Unidad Académica de Turismo, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura S/N. C.P., 63000 Tepic, Nayarit, México.

RESUMEN

En febrero de 2019 se fotografió con cámaras trampa un ejemplar de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) 2.4 kilómetros al sur de Los Corchos, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Este representa el primer registro de zorra gris en el municipio de Santiago Ixcuintla y el segundo en la llanura costera del Pacífico de Nayarit, lo que extiende su distribución 88 km al sur del registro de Tecuala y a 48 km al norte de San Blas, Nayarit.

Palabras clave: carnívora, fototrampeo, llanura costera del Pacífico, Nayarit, *Urocyon cinereoargenteus*.

ABSTRACT

In February 2019, a specimen of gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*) was photographed with camera traps 2.4 kilometers south of Los Corchos, Municipality of Santiago Ixcuintla, Nayarit, Mexico. This represents the first record of the gray fox for the Municipality of Santiago Ixcuintla and the second for the Pacific coastal plain of Nayarit, extending its distribution 88 km south of record from Tecuala and 48 km north of San Blas, Nayarit.

Revisado: 21 de mayo de 2019; **aceptado:** 14 de junio de 2019; **publicado:** 15 de julio de 2019. **Autor de correspondencia:** Víctor H. Luja, lujastro@yahoo.com

Cita: Guzmán-Báez, D.J. y V.H. Luja. 2019. Primer registro municipal de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 9(1):51-55. ISSN: 2007-4484. www.rev mex mastozoologia.unam.mx

RELEVANCIA

Se reporta la presencia de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en la planicie costera de Nayarit siendo apenas el segundo registro para esta ecoregión en los últimos 10 años. De igual manera es el primer registro para el municipio de Santiago Ixcuintla. En los últimos cinco años se ha realizado foto trampeo intensivo en una zona de 70km² siendo la única ocasión que se capta una fotografía de la especie.

Key words: camera trapping, carnívora, Nayarit, Pacific coastal plain, *Urocyon cinereoargenteus*.

En México existen cuatro especies de cánidos silvestres: el coyote (*Canis latrans*), el lobo (*Canis lupus*), la zorra del desierto (*Vulpes macrotis*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). La distribución de la zorra gris es muy amplia, abarca desde el sur de Canadá hasta Colombia y Venezuela; en México se encuentra potencialmente en todos los estados (Aranda, 2012). Este cánido pequeño es solitario, tiene hábitos diurnos y nocturnos. Habita en casi cualquier tipo de vegetación desde el nivel del mar hasta los 3,200 m de altitud (Aranda, 2012), entre los que destacan los bosques templados y tropicales, así como zonas áridas y semi-áridas (Arnaud y Acevedo, 1990); a pesar de ser terrestre, tiene la capacidad de subir árboles (Aranda, 2012). Actualmente no se encuentra en ninguna categoría de protección en México (SEMARNAT, 2010), y a nivel internacional se encuentra en preocupación menor (LC; IUCN, 2019).

El coyote y la zorra gris son las únicas especies de la familia Canidae reportadas en Nayarit (Arroyo-Cabrales *et al.*, 2015; Ramírez-Silva *et al.*, 2015). A pesar de ser especies comunes y genera-

listas, existe poca información sobre su distribución en el estado. Lo anterior se confirmó luego de realizar una búsqueda electrónica usando las palabras clave “*Urocyon*”, “*cinereoargenteus*”, “grey fox”, “zorra gris” y “Nayarit” en las siguientes bases de datos: Portal de Datos Abiertos de las Colecciones Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM, 2019), la Comunidad de Colecciones de Historia Natural de Vertebrados (VertNet, 2019), y el portal de ciencia ciudadana de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO; Naturalista, 2019). De dicha búsqueda se obtuvieron 17 registros, los cuales se detallan en el Cuadro 1 y en la Figura 1.

En este trabajo se reporta por primera vez la presencia de la zorra gris en el municipio de Santiago Ixcuintla, en la llanura costera del Pacífico de Nayarit.

Como parte del trabajo: *Ecología y conservación del jaguar (Panthera onca) y sus presas potenciales fuera de las Áreas Naturales Protegidas de Nayarit, México*, entre enero y marzo de 2019 se colocaron 21 estaciones de fototrampeo (7 estaciones dobles, es decir, con 2 cámaras, y 14 estaciones sencillas, es decir, con 1 cámara) a una distancia de 1-2 km entre cada una. En total se utilizaron 28 cámaras Cuddeback™ Color X-Change, que estuvieron acti-

Cuadro 1. Registros previos de zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* para Nayarit. UNAM: Portal de Datos Abiertos de las Colecciones Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México; VertNet: Comunidad de Colecciones de Historia Natural de Vertebrados; Naturalista: portal de ciencia ciudadana de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Fuente	Provincia biogeográfica Nayarit	Elevación (msnm)	Municipio	Tipo de colecta
UNAM	Eje Volcánico	160	Tepic	Objeto físico
UNAM	-	-	-	Objeto físico
UNAM	-	-	-	Objeto físico
VerNet	Eje Volcánico	-	Tepic	Objeto físico
VerNet	Eje Volcánico	-	Santa María del Oro	Objeto físico
VerNet	Eje Volcánico	-	Ixtlán de Río	Objeto físico
VerNet	Eje Volcánico	-	Santa María del Oro	Objeto físico
VerNet	Sierra Madre del Sur	-	Amatlán de Cañas	Objeto físico
VerNet	Eje Volcánico	61	Acaponeta	Objeto físico
VerNet	Eje Volcánico	914	Tepic	Objeto físico
VerNet	Eje Volcánico	61	Acaponeta	Objeto físico
VerNet	Sierra Madre Occidental	1494	Jala	Objeto físico
Naturalista	Eje Volcánico	764	Compostela	Fotografía de excretas
Naturalista	Eje Volcánico	490	San Blas	Fotografía de excretas
Naturalista	Eje Volcánico	248	San Blas	Fotografía de huella
Naturalista	Eje Volcánico	1590	Xalisco	Fotografía de animal silvestre
Naturalista	Planicie Costera	3	Tecuala	Fotografía con cámara trampa

El objeto físico obedece a la colecta del animal completo o a alguna de sus partes que sirven como referencia en la Colección.

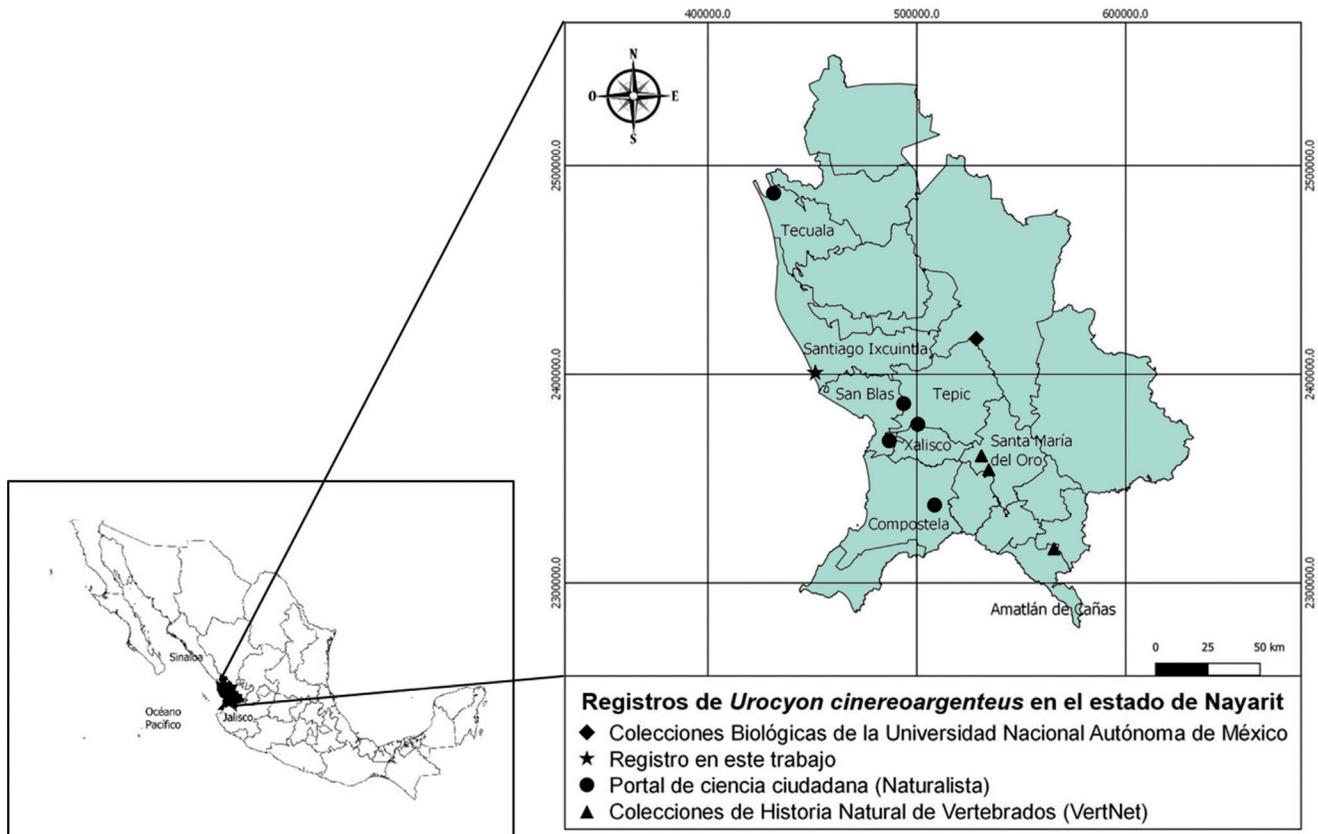


Figura 1. Registros de *Urocyon cinereoargenteus* en el estado de Nayarit. Considerando los registros de los tres portales de datos abiertos y el registro en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

vas por un periodo de 60 días en promedio. Se completó un esfuerzo de 1,260 días cámara en un área de 63 km² entre el sur de la Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales Nayarit (municipio de Santiago Ixcuintla) y el límite sur de la comunidad Boca del Asadero (San Blas). La vegetación predominante de la zona de estudio es el manglar (*Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*) con parches de selva baja caducifolia, vegetación secundaria, cultivos y tierras dedicadas para la ganadería (SEMARNAT-CONAFOR, 2015).

El 19 de febrero de 2019 a las 22:02 horas se fotografió un ejemplar de zorra gris (21.708514N y -105.469354O, 5 msnm; Figura 2) caminando en paralelo a un cerco que divide un fragmento de manglar y un cultivo de palma de coco de agua. En la fotografía se observa un ejemplar adulto en aparente buen estado de salud del cual no se puede conocer el sexo por el ángulo en el que fue fotografiado.

Este es el primer registro de zorra gris en el municipio de Santiago Ixcuintla, lo que extiende su distribución 88 km al sur del registro de Tecuala y 48 km al norte de San Blas (Naturalista, 2019). Es apenas el segundo registro de zorra gris en nueve años en la llanura costera del Pacífico de Nayarit, a pesar de que ha sido en esta provincia biogeográfica en donde se han realizado intensos esfuerzos de monitoreo principalmente de jaguar (*Panthera onca*) utilizando el método de fototrampeo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a P. Virgen, R. Virgen, I. Vallarta, M. Zamudio y demás personas que colaboraron en el trabajo de campo. Este trabajo fue posible gracias al financiamiento otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante el proyecto 3369 *Ecología y Conservación del jaguar*



Figura 2. Ejemplar adulto de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en un fragmento de manglar y un cultivo de palma de coco de agua. Foto: Victor H. Luja.

(*Panthera onca*) y sus presas potenciales fuera de las Áreas Naturales Protegidas de Nayarit, México. Al Doctor O. Nájera por el apoyo en la elaboración del mapa de registros.

LITERATURA CITADA

Aranda, M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) México.

Arnaud, G. y M. Acevedo. 1990. Hábitos alimenticios de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* (Carnivora: Canidae) en la región meridional de Baja California, México. *Revista de Biología Tropical*, 38:497-500.

Arroyo-Cabrales, J., L. León-Paniagua, C.A. Ríos-Muñoz, D.V. Espinosa-Martínez y L. Medrano-González. 2015. Mamíferos de Nayarit. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 1:34-62.

IBUNAM (Departamento de Zoología, Instituto de Biología). 2019. *Urocyon cinereoargenteus* (Schreber, 1775), ejemplar de: *Colección Nacional de Mamíferos* (CNMA). [Internet], México, Universidad

Nacional Autónoma de México. Disponible en: <<http://datosabiertos.unam.mx/ibunam:cnma:35156>>. [Consultado en 15 de abril 2019].

IUCN. 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. [Internet], Versión 2019-1. Disponible en: <<http://www.iucnredlist.org>>. [Consultado en 04 de abril 2019].

Naturalista. 2019. *Portal de ciencia ciudadana de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad* (CONABIO). [Internet]. Disponible en: <<http://www.naturalista.mx>>. [Consultado en 04 de abril 2019].

Ramírez-Silva, J.P., D. De la Rosa, F.J. Hernández-Cadena y G. Woolrich-Piña. 2015. Mamíferos de Nayarit, México. Pp. 270-288, en: *Riqueza y Conservación de los mamíferos en México a Nivel Estatal* (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J.E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. y Universidad de Guanajuato, Distrito Federal, México.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana

NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificación por su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT-CONAFOR. 2015. *Inventario estatal forestal y de suelos-Nayarit 2014*. México: SEMARNAT.

VertNet. 2019. *National Science Foundation. Where discoveries begin*. [Internet] Versión 2019-04-13. Disponible en <<http://portal.vertnet.org/search?q=Urocyon+cinereoargenteus+Nayarit>> [Consultado en 04 de abril 2019].



REGISTRO NOTABLE DE DOS MESOCARNÍVOROS EN EL BOSQUE NUBOSO DE BAJA VERAPAZ, GUATEMALA

ALEJANDRO MÁRMOL-KATTÁN¹ | GABRIELA PALOMO-MUÑOZ² | JUAN PABLO PINTO-MENESES¹ | ISABELLA ROSITO-PRADO¹

¹ Departamento de Biología, Universidad del Valle de Guatemala, 11 calle 15-79 Z. 15 V.H. III, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

² School of Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln, 1400 R St, Lincoln, NE 68588, EE.UU.

RESUMEN

El margay (*Leopardus wiedii*) y el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) son felinos medianos neotropicales de los cuales existen pocos estudios en Guatemala. Ambas especies se conocen principalmente por observaciones esporádicas y en rara ocasión son referenciadas geográficamente. En este trabajo reportamos la presencia de margay y yaguarundi en la Reserva Natural Ranchitos del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz. Nuestras observaciones se basan en registros de cámaras trampa colocadas en un parche de bosque nuboso entre 1,600 y 1,900 msnm durante 2017 y 2019. Registramos la presencia de yaguarundi a 31 km al sureste del sitio reportado más cercano, lo que extendió su área de distribución en Guatemala. Adicionalmente, confirmamos la presencia de margay a más de 1,500 msnm en bosque nuboso de Baja Verapaz, lo cual extendió su área de distribución 30 km al sureste del sitio reportado más cercano en Guatemala.

Palabras clave: cámaras trampa, distribución, Guatemala, mamíferos, margay, yaguarundi.

Revisado: 18 de junio de 2019; **aceptado:** 01 de julio de 2019; **publicado:** 15 de julio de 2019. **Autor de correspondencia:** Gabriela Palomo-Muñoz, gabriella.palomo@gmail.com

Cita: Mármol-Kattán, A., G. Palomo-Muñoz, J.P. Pinto-Meneses e I. Rosito-Prado. 2019. Registro notable de dos mesocarnívoros en el bosque nuboso de Baja Verapaz, Guatemala. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 9(1):56-61. ISSN: 2007-4484. www.revmexmastozoologia.unam.mx

RELEVANCIA

En este estudio se amplía la distribución geográfica y la información sobre la ecología del margay (*Leopardus wiedii*) y el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) en Guatemala. Se presentan datos sobre los ecosistemas y elevaciones en que se registraron las especies.

ABSTRACT

The margay (*Leopardus wiedii*) and jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) are medium-sized neotropical felines for which few studies have been conducted in Guatemala. Both species are mainly known from sporadic observations and are rarely geographically referenced. We report the presence of margay and jaguarundi in the Private Natural Reserve Ranchitos del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala. We base our records on observations using camera traps placed in a cloud forest between 1,600 and 1,900 mamsl during 2017 and 2019. We recorded the presence of jaguarundi 31 km SE of the closest registered site, increasing its reported distribution area in Guatemala. Additionally, we report the presence of margay over 1,500 mamsl in the cloud forest of Baja Verapaz, which increases its distribution by 30 km SE of the closest registered site in Guatemala up to date.

Key words: camera traps, distribution, Guatemala, jaguarundi, mammals, margay.

En Guatemala, el margay (*Leopardus wiedii*) y el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) son felinos solitarios y elusivos que por lo general se han documentado por medio de entrevistas a personas de comunidades locales en las áreas de interés y estudios enfocados en el uso de cámaras trampa (Hermes, 2004; Moreira *et al.*, 2009; Moreira-Ramírez *et al.*, 2016; Palomo-Muñoz *et al.*, 2014). Debido al comportamiento elusivo de estos mesocarnívoros, se recomienda el uso de cámaras trampa para estudiar su distribución, patrones demográficos y comportamiento (Giordano, 2016; Pérez-Irribeo y Santos-Moreno, 2014). El margay y el yaguarundi son consideradas especies simpátricas y ambas han sido poco estudiadas (Maffei *et al.*, 2007; Pérez-Irribeo y Santos-Moreno, 2014).

El yaguarundi se encuentra en la categoría de preocupación menor (LC) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2015a), aunque diferentes estudios reflejan que es una especie poco común

en muchas zonas de su distribución y que existe una tendencia poblacional a disminuir (Caso *et al.*, 2015). En el caso de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se encuentra en el Apéndice I (especies con mayor grado de peligro) en norte y centro América (Hunter, 2015; UNEP-WCMC, 2019). En Guatemala se encuentra en la categoría 2 del Listado de Especies Amenazadas (LEA), donde se incluyen las especies en grave peligro de extinción por pérdida de hábitat, comercio, o con poblaciones pequeñas (CONAP, 2009). La distribución del yaguarundi abarca desde las tierras bajas del este y oeste de México hasta el centro de Argentina (Figura 1A; Giordano, 2016). En Guatemala se encuentra distribuido en las tierras bajas y altas del sur del país, así como en el departamento de Petén y la zona del caribe (Novack *et al.*, 2005). Este felino ocurre en diferentes ecosistemas, que varían de bosque seco y nuboso hasta sabanas y pantanos (de Oliveira, 1998a; Giordano, 2016; Hunter, 2015; Reid, 2009). Por

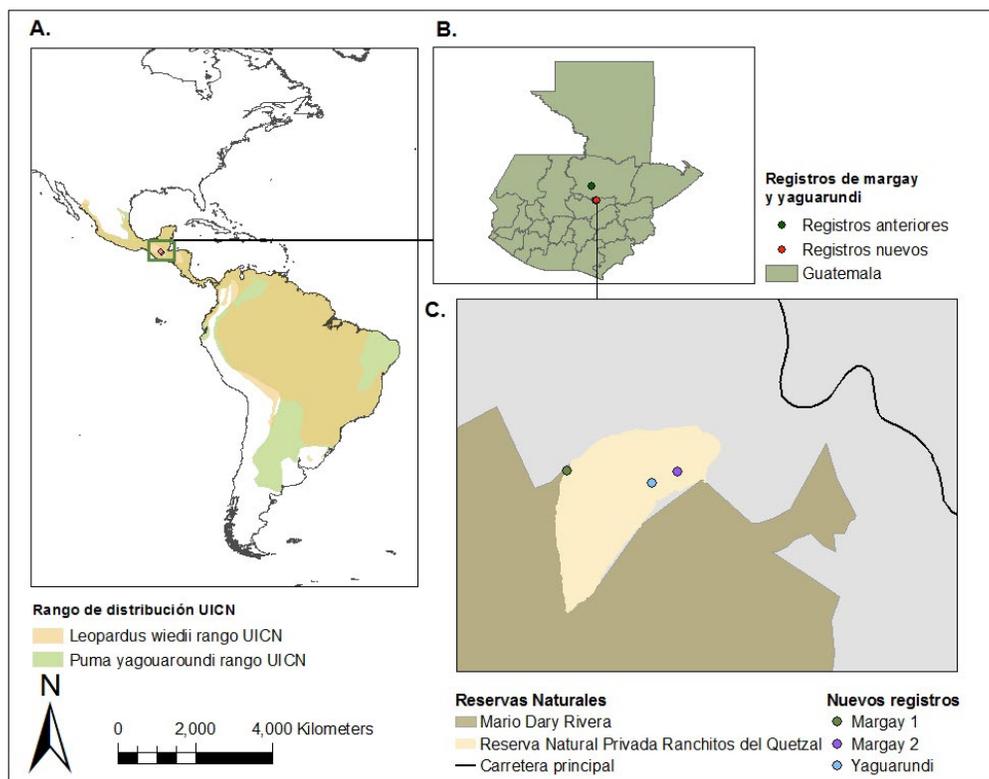


Figura 1. A. Mapa de la distribución potencial de margay (amarillo) y yaguarundi (verde) según la UICN (IUCN, 2019). B. Mapa de Guatemala donde se indican las localidades de los registros anteriores y nuevos de ambas especies. C. Mapa de la Reserva Natural Privada Ranchitos del Quetzal donde se localizan los dos nuevos registros de margay (verde y morado) y yaguarundi (celeste) en Baja Verapaz, Guatemala.

lo regular se encuentran activos durante el día y aunque se consideran principalmente terrestres, se han observado moviéndose ágilmente en los árboles (McCarthy, 1992), e incluso nadando en ríos o lagunas (obs. pers.).

El margay se encuentra en la categoría de casi amenazado en la Lista Roja de la UICN debido a factores como cacería, tráfico ilegal y cambio de uso de suelo, lo cual ha provocado una disminución en sus poblaciones, y ha hecho que esta especie sea poco común en muchas zonas (de Oliveira, 1998b; Hunter, 2015; IUCN, 2015b; UNEP-WCMC, 2019). En el caso de CITES, el margay se encuentra en el Apéndice I (especies con mayor grado de peligro; UNEP-WCMC, 2019). En Guatemala, también se encuentra en la categoría 2 del listado de especies amenazadas del país (CONAP, 2009). El margay se encuentra distribuido desde el este y oeste de México hasta el norte de Argentina (Figura 1A; de Oliveira, 1998b). En Guatemala se cuenta con registros geográficamente referenciados en los departamentos de Petén, Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz y Chimaltenango (FMNH, 2017; Muñoz y Ramos, 2017; NHM, 2018; UMMZ, 2015). Esta especie se encuentra

hasta los 1,500 msnm, a excepción de registros en los Andes que llegan hasta los 3,000 msnm (de Oliveira, 1998b; Hunter, 2015). El margay habita desde bosques tropicales de tierras bajas hasta bosques secos; se ha observado que es dependiente de los bosques, aunque existen algunos reportes de su presencia en zonas con bajo grado de perturbación (de Oliveira, 1998b; Hunter, 2015; Reid, 2009; Valenzuela-Galván *et al.*, 2013). Por lo general son activos durante la noche y son de hábitos arbóreos, aunque con frecuencia se observan cazando en el suelo (Bianchi *et al.*, 2011; de Oliveira, 1998b; de Oliveira *et al.*, 2015).

Entre el 2017 y 2019 se colocaron cámaras trampa (Bushnell® Trophy Cam HD y Browning® Strike Force Pro XD y 850 HD) en la Reserva Natural Ranchitos del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz (Figura 1). Las cámaras se ubicaron entre 30 y 50 cm sobre el suelo y se programaron para tomar fotografías 24 horas al día.

El primer registro del yaguarundi (Figura 2A) fue el primero de abril del 2019 a las 13:00 h en las coordenadas 15°12'55.08" N, 90°13'18.119" O,

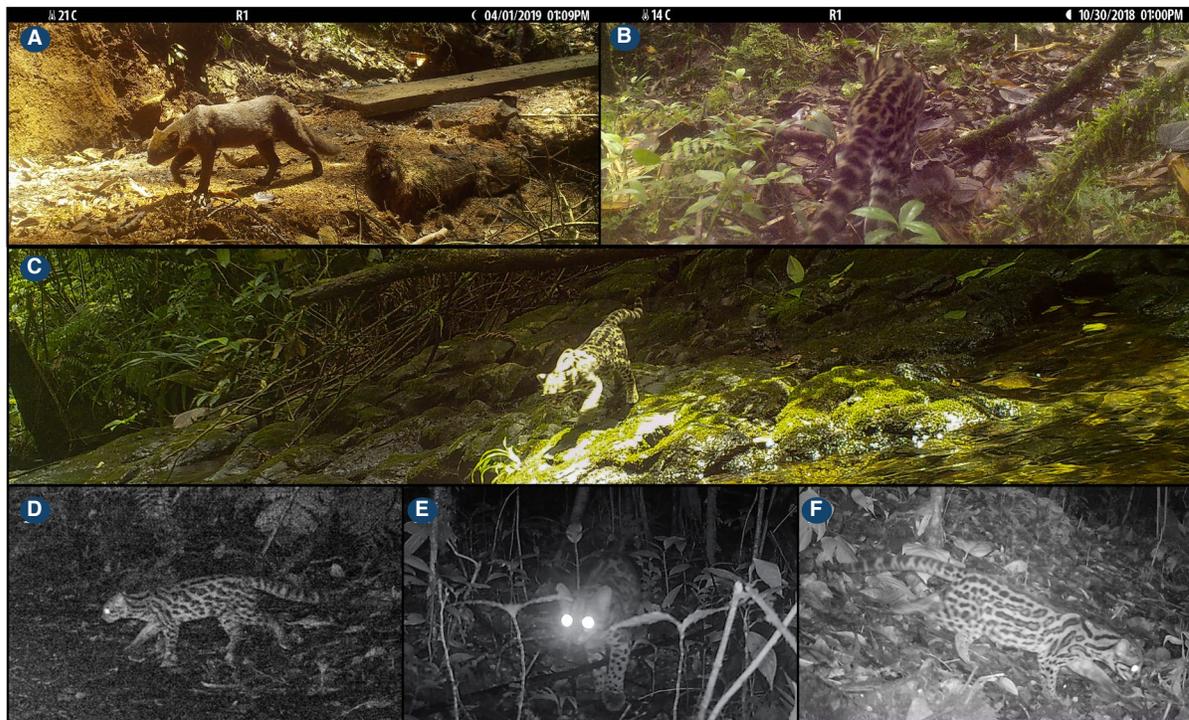


Figura 2. A. fotografía de yaguarundi en la que se observa su coloración rojiza. Registro realizado el primero de abril de 2019 a las 13:00 h. B-F. registros fotográficos de margay en la Reserva Natural Ranchitos del Quetzal.

a 1,711 msnm. Adicionalmente, registramos la presencia de margay en diferentes ocasiones desde el 22 de diciembre del 2017 hasta el 10 de abril del 2019 (Figura 2B-F). Los registros de margay ocurrieron principalmente en la noche (2000-2400 h), con excepción de seis registros entre las 0600 y las 1800 h. El registro a mayor altitud para margay fue en las coordenadas 15°12'57.258" N, 90°13'33.189" O, a 1,750 msnm y el registro a menor altitud en las coordenadas 15°12'56.923" N, 90°13'13.583" O, a 1,680 msnm (Figura 1F).

De igual forma, representa la observación a mayor altitud para Guatemala, donde previamente se tenía reportada hasta los 1,528 msnm (NHM, 2018). El registro del yaguarundi fue a las 13:00 h lo que coincide con lo reportado en otras regiones acerca de sus patrones diurnos. En Bolivia hay registros de yaguarundi entre las 5:00 h y 18:00 h, y en Misiones, Argentina entre las 6:00 h y 19:00 h (Di Bitetti *et al.*, 2010; Giordano, 2016; Maffei *et al.*, 2007). El individuo que fotocapturamos en este estudio posee una coloración rojiza, la cual ha sido observada con menor frecuencia a lo largo de su distribución (Figura 2A; Giordano, 2016). El margay fue detectado a las 6:33 h, 20:00 h y 24:00 h lo que coincide con los reportes de una especie con patrones de actividad más nocturnos (Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2014; Vanderhoff *et al.*, 2011).

La observación del yaguarundi se encuentra a 30 km del reporte más cercano, geográficamente referenciado, ubicado en Alta Verapaz: 15°28'58.8" N, 90°19'1.19" O (Muñoz y Ramos, 2017). Los registros de margay que reportamos en este estudio se encuentran a 30 km del registro geográficamente referenciado más cercano, ubicado en Alta Verapaz: 15°28'59.999" N, 90°19'0.001" O (Muñoz y Ramos, 2017). En este estudio reportamos más registros de margay en comparación con yaguarundi, el cual solo fotocapturamos en una ocasión. Sin embargo, por ser especies simpátricas que comúnmente comparten espacio (Giordano, 2016), sugerimos realizar más estudios en el bosque nuboso de esta área para determinar los patrones de ocupación espacio-temporales de ambas especies.

Estudios como este son importantes para la conservación de felinos tanto a nivel local como regional, particularmente de especies poco estudiadas como el margay y yaguarundi (Giordano, 2016). Estos reportes ayudan a científicos a construir mapas de distribución local y determinar los tipos de hábitat en el que se encuentran dichas

especies. Debido a que tanto el margay como el yaguarundi se encuentran en la categoría 2 de las especies amenazadas de Guatemala, recomendamos que se realicen estudios ecológicos de las poblaciones de estas especies en la zona, en especial, estudios de ocupación para estimar los tamaños poblacionales de cada especie incluyendo covariables ambientales y antropogénicas. Asimismo, recomendamos realizar los mapas de distribución nacional de ambas especies, ya que con esta información se podrán realizar planes de conservación y diseñar estrategias de protección que ayuden a la conservación del margay y yaguarundi en Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos en la Reserva Natural Ranchitos del Quetzal por permitir el ingreso al terreno, uso de las instalaciones y proporcionar parte del equipo utilizado durante el monitoreo. Al Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala y a la Lic. Gabriela Alfaro por proporcionar cámaras trampas durante el estudio. Al Dr. P. Ramírez Barajas, de El Colegio de la Frontera Sur en México, por su apoyo en la identificación de los registros iniciales de margay.

LITERATURA CITADA

- Bianchi, R., A. Rosa, A. Gatti y S. Mendes. 2011. Diet of margay, *Leopardus wiedii*, and jaguarundi, *Puma yagouaroundi*, (Carnivora: Felidae) in Atlantic Rainforest, Brazil. *Sociedade Brasileira de Zoologia*, 28:127-132.
- Caso, A., T. de Oliveira y S. Carvajal. 2015. *Herpailurus yagouaroundi* [Internet]. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015: e.T9948A50653167. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T9948A50653167.en>>. [Consultado el 20 de mayo 2019].
- CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas). 2009. Lista de Especies Amenazadas de Guatemala-LEA-. Segunda edición. Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP-Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID. Guatemala.
- de Oliveira, T. 1998a. *Herpailurus yagouaroundi*. *Mammalian Species*, 578:1-6.

- de Oliveira, T. 1998b. *Leopardus wiedii*. *Mammalian Species*, 579:1-6.
- de Oliveira, T., A. Paviolo, J. Schipper, R. Bianchi, E. Payan, y S. Carvajal. 2015. *Leopardus wiedii* [Internet]. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015: e.T11511A50654216. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T11511A50654216.en>>. [Consultado el 20 de mayo 2019].
- Di Bitetti, M.S., C.D. De Angelo, Y.E. Di Blanco y A. Paviolo. 2010. Niche Partitioning and Species Coexistence in a Neotropical Felid Assemblage. *Acta Oecologica*, 36:403-12.
- FMNH (Field Museum of Natural History). 2017. Field Museum of Natural History (Zoology) Mammal Collection. Record ID: d9fdbb99-67fa-45b5-963d-24be1ae6ccd5. Disponible en: <http://fmipn.fieldmuseum.org:8080/ipt/resource.do?r=fmnh_mammals>. [Consultado el 20 de mayo 2019].
- Giordano, A.J. 2016. Ecology and Status of the Jaguarundi *Puma yagouaroundi*: A Synthesis of Existing Knowledge. *Mammal Review*, 46:30-43.
- Hermes, M.S. 2004. *Abundancia relativa de jaguar (Panthera onca), puma (Puma concolor) y ocelote (Leopardus pardalis) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz*. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Hunter, L. 2015. *Wild cats of the world*. Bloomsbury Publishing Plc. London, UK.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2015a. *Herpailurus yagouaroundi*. *The IUCN Red List of Threatened Species* [Internet]. Version 2019-1. Disponible en: <<https://www.iucnredlist.org>>. [Consultado el 29 de mayo del 2019].
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2015b. *Leopardus wiedii*. *The IUCN Red List of Threatened Species* [Internet]. Version 2019-1. Disponible en: <<https://www.iucnredlist.org>>. [Consultado el 29 de mayo del 2019].
- Maffei, L., A. Noss y C. Fiorello. 2007. The Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) In the Kaa Iya Del Gran Chaco National Park, Santa Cruz, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 14:263-266.
- McCarthy, T. 1992. Notes concerning the jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) in Caribbean lowlands of Belize and Guatemala. *Mammalia*, 56:302-306.
- Moreira, J., R. García, R. McNab, G. Ponce-Santizo, M. Mérida, y G. Ruano. 2009. *Abundancia de Jaguares y Evaluación de Presas Asociadas Al Fototrampeo En Las Concesiones Comunitarias Del Bloque de Melchor de Mencos, Reserva de La Biosfera Maya, Petén, Guatemala*. Informe Final. Wildlife Conservation Society, Programa Para Guatemala. Guatemala.
- Moreira-Ramírez, J. F., R. Reyna-Hurtado, M. Hidalgo-Mihart, E. Naranjo, M. Ribeiro, R. García-Anleu, M. Mérida, y G. Ponce-Santizo. 2016. Importancia de Las Aguadas Para El Pecarí de Labios Blancos (*Tayassu Pecari*) En La Selva Maya, Guatemala. *Therya*, 7:51-64.
- Muñoz, L. y P. Ramos. 2017. *Actualización y enriquecimiento de las bases de datos del proyecto de evaluación y análisis geográfico de la diversidad faunística de Chiapas* [Internet]. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/kndvje>. Disponible en: <<https://www.gbif.org/occurrence/371441163>>. [Consultado el 20 de mayo 2019].
- NHM (Natural History Museum of Los Angeles County). 2018. *LACM Vertebrate Collection*. [Internet]. Record ID: 294048ef-a2c2-499b-a9b8-718cde8b0435. Disponible en: <http://ipt.vertnet.org:8080/ipt/resource.do?r=lacm_verts>. [Consultado el 20 de mayo 2019].
- Novack, A.J., M.B. Main, M.E. Sunquist y R.F. Labisky. 2005. Foraging Ecology of Jaguar (*Panthera onca*) and Puma (*Puma concolor*) in Hunted and Non-Hunted Sites within the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. *Journal of Zoology*, 267:67-178.
- Palomo-Muñoz, G., R. García-Anleu, G. Ponce-Santizo y J.F. Moreira-Ramírez. 2014. Abundancia, densidad y patrones de actividad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) utilizando trampas cámara en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Petén, Guatemala. *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, 29:39-46.
- Pérez-Irinea, G. y A. Santos-Moreno. 2014. Density, Distribution, and Activity of the Ocelot *Leopardus*

pardalis (Carnivora: Felidae) in Southeast Mexican Rainforests. *Revista de Biología Tropical*, 62:1421.

Reid, F. 2009. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Segunda edición. Oxford University Press. New York, E.U.

UMMZ (University of Michigan Museum of Zoology). 2015. *UMMZ Mammal Collection* [internet]. Record ID: urn:catalog:UMMZ:Mammals:63484. Disponible en: <http://ipt.vertnet.org:8080/ipt/resource.do?r=ummz_mammals>. [Consultado el 20 de mayo 2019].

UNEP-WCMC (Comps.). 2019. *The Checklist of CITES Species Website*. [Internet]. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Disponible en: <<http://checklist.cites.org>>. [Consultado el 20 de mayo 2019].

Valenzuela-Galván, D., A. de León-Ibarra, A. Lavalle-Sánchez, L. Orozco-Lugo y C. Chávez. 2013. The margay *Leopardus wiedii* and bobcat *Lynx rufus* from the dry forest of Southern Morelos, Mexico. *The southwestern naturalist*, 58:118-120.

Vanderhoff, E., H. Anne-Marie, B.S. Arbogast, J. Nilsson y T.W. Knowles. 2011. Abundance and Activity Patterns of the Margay (*Leopardus wiedii*) at a Mid-Elevation Site in the Eastern Andes of Ecuador. *Mastozoología Neotropical*, 18:271-279.



NUEVO REGISTRO DE MARGAY (*Leopardus wiedii*) EN NAYARIT, MÉXICO

VÍCTOR H. LUJA¹ | MARÍA G. ZAMUDIO²

¹ Unidad Académica de Turismo, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura S/N., 63000 Tepic, Nayarit, México.

² Maestría en Ciencias para el Desarrollo, Sustentabilidad y Turismo. Unidad Académica de Turismo, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura S/N. C.P. 63000 Tepic, Nayarit, México.

RESUMEN

De las seis especies de felinos silvestres que habitan en México, es del margay o tigrillo (*Leopardus wiedii*) una de las que menos información se tiene. En Nayarit no se cuenta con información detallada de su distribución a nivel estatal, encontrando únicamente dos registros para esta especie. Como parte de un muestreo piloto utilizando cámaras trampa en el parque natural La Montaña Encantada, Municipio de Xalisco, Nayarit, se obtuvieron cuatro registros de margay. Una fotografía se tomó en un arroyo en una selva mediana subcaducifolia, mientras que los tres restantes se obtuvieron en un camino de terracería de un bosque de latifoliadas, camino que también fue utilizado por personas a pie y en vehículo. Tres de las cuatro imágenes corresponden al mismo individuo, mientras que la cuarta no pudo ser identificada por ser del costado izquierdo del organismo. Además por la pérdida del hábitat natural, se detectaron gatos y perros ferales, lo que representa un peligro para la permanencia de esta especie en la zona. Los registros del presente trabajo confirman la presencia del margay en el estado y constituye el primer registro para el municipio de Xalisco, ampliando su distribución conocida 83.7 km suroeste y 43.7 km sureste de los registros previos.

Palabras clave: carnívoros, felinos, Nayarit, margay.

Revisado: 12 de junio de 2019; **aceptado:** 04 de julio de 2019; **publicado:** 15 de julio de 2019. **Autor de correspondencia:** Víctor H. Luja, lujastro@yahoo.com

Cita: Luja, V.H. y M.G. Zamudio. 2019. Nuevo registro de margay (*Leopardus wiedii*) en Nayarit, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época, 9(1):62-65. ISSN: 2007-4484. www.revmexmastozoologia.unam.mx

RELEVANCIA

Se reporta por primera vez la presencia en vida libre de margay (*Leopardus wiedii*) para el municipio de Xalisco, Nayarit, es el el tercer registro de la especie, para el estado. El área en donde se documentó la presencia de margay es un pequeño parche de vegetación nativa inmerso en una matriz de cultivos, altamente modificada por actividades humanas.

ABSTRACT

Of the six species of wild cats that inhabit Mexico, it is the margay or tigrillo (*Leopardus wiedii*) one of the least information available. In Nayarit, there is no information on its distribution at the state level with only two records for this species. As part of a pilot study in La Montaña Encantada natural park, municipality of Xalisco, Nayarit, four records of margay were obtained. One photograph was obtained in a dry stream surrounded by tropical deciduous forest, while the other three were taken on a dirt road from an oak forest. This road was also used by people on foot and by vehicle. Three of the four images corresponded to the same individual, while the fourth could not be identified because the picture shows the left side of the organism. In addition to the loss of natural habitat, feral cats and dogs were detected, which represents a danger for the permanence of this species in the area. The records of this work confirm the presence of the margay in the state, represents the first record for the Municipality of Xalisco, and extend its known distribution 83.7 km to the southwest and 43.7 km to the southeast of the previous records.

Key words: carnivores, felines, Nayarit, margay.

El margay o tigrillo (*Leopardus wiedii*), es una de las seis especies de felinos silvestres que se encuentran en México (Ceballos y Oliva, 2005). Su distribución abarca desde México hasta el noreste de Argentina; en México se encuentra principalmente en zonas tropicales y subtropicales de la vertiente del Pacífico desde Sonora hasta Chiapas y en la del Golfo desde Nuevo León y Tamaulipas hasta la Península de Yucatán (Ceballos y Oliva, 2005). Aparentemente, es una de las especies más susceptibles a los efectos de la deforestación (Tewes y Schmidly, 1987) ya que se le ha registrado principalmente en sitios con vegetación densa y bien conservada (Aranda, 2005; Bisbal 1989; Oliveira, 1998). En México es considerada como una especie en peligro de extinción, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Sus amenazas principales son la caza furtiva y la destrucción de hábitat (Aranda, 2005).

Los registros de margay para la costa del Pacífico son muy escasos (Domínguez-Castellanos y Ceballos, 2005). En Nayarit existen únicamente dos registros que provienen de animales muertos: la piel curtida de un individuo cazado en 2009 en el municipio de Ruiz, Nayarit (22°6'43.5"N, 104°53'55.4"O, 652 msnm; Tapia-Ramírez *et al.*, 2013), y un ejem-

plar atropellado el 21 de enero de 2016 en el municipio de San Blas (21°33'20.14"N, 105°10'10.84"O, 348 msnm; Naturalista, 2019). Aquí reportamos las primeras fotografías de *L. wiedii* en estado silvestre en Nayarit.

El parque natural La Montaña Encantada es una pequeña propiedad privada ubicada al sur del municipio de Xalisco, Nayarit (21°21'12.83"N, 104°48'30.16"O, 1,030 msnm). Tiene una extensión de 30 hectáreas y está ubicado en el complejo de volcanes y lagunas de la región central del estado. La vegetación nativa predominante en el parque es bosque de latifoliadas (*Quercus*, *Pinus*, *Arbutus*, *Acacia* y *Agonandra*), algunas cañadas están cubiertas por selva mediana subcaducifolia (*Guazuma*, *Bursera*, *Brosimum*, *Lysiloma* y *Quercus*) y vegetación secundaria (SEMARNAT, 2015). El parque se encuentra aislado en una matriz de cultivos de caña de azúcar (Figura 1).

Como parte de un muestreo piloto para determinar la presencia de jaguar (*Panthera onca*) fuera de las Áreas Naturales Protegidas de Nayarit, se colocaron cuatro cámaras-trampa de la marca *Cuddback Color C1* las cuales cubrieron diferentes tipos de vegetación: bosque de encino, bosque de

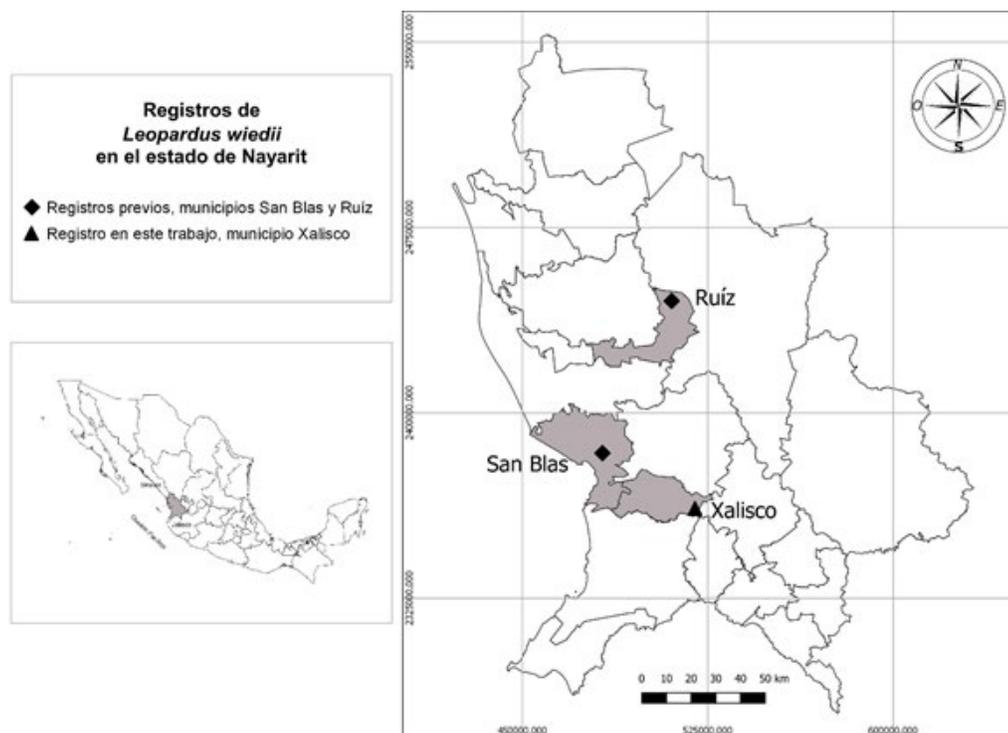


Figura 1. Registros de *Leopardus wiedii* en el estado de Nayarit.

encino-pastizal inducido, selva baja caducifolia y cafetal. Cada cámara se colocó perpendicular a un camino de terracería, sujeta a un árbol a 40 centímetros del suelo. Se programaron para tomar fotografías con tanta frecuencia como fuera posible (1 segundo entre fotografías de acuerdo con el fabricante). Las cámaras se colocaron el 23 de agosto de 2018 y se retiraron el 10 de marzo de 2019, con un esfuerzo de muestreo de 796 días-cámara.

Se obtuvieron cuatro registros independientes mediante fotografías de *L. wiedii* en dos de las cuatro cámaras colocadas (Figura 2). La primera fotografía se registró el 31 de enero de 2019 mientras el animal cruzaba el caudal de un arroyo seco con vegetación de selva mediana subcaducifolia (990 msnm; Figura 2 A). Tres imágenes más fueron obtenidas el 5, 22 y 27 de febrero de 2019 en un camino de terracería de un bosque de latifoliadas (1,024 msnm; Figura 2 B, C, D) altamente transitado por personas a pie y auto-

móviles. Tres de las cuatro imágenes corresponden a un mismo individuo (identificado por el patrón de manchas en su piel del costado derecho; Figura 2 A, B, C). La cuarta no pudo ser asignada a este individuo debido a que se fotografió el costado izquierdo del organismo (Figura 2 D).

Los felinos de Nayarit han sido pobremente estudiados. Su presencia ha sido reportada para algunas regiones del estado a partir de literatura y ejemplares de museo (Ramírez-Silva *et al.*, 2016; Tapia-Ramírez *et al.*, 2013). Como se mencionó anteriormente los únicos dos reportes previos sobre la presencia de margay en el estado corresponden a ejemplares muertos: una piel en el municipio de Ruíz (Tapia-Ramírez *et al.*, 2013) y un registro de atropellamiento en el municipio de San Blas (Naturalista, 2019). Por lo tanto, este es el primer reporte de *L. wiedii* vivo en Nayarit y constituye el primer registro para el municipio de Xalisco.



Figura 2. Registros fotográficos de margay (*Leopardus wiedii*) en el parque natural La Montaña Encantada, municipio de Xalisco, Nayarit. **A.** En un arroyo dentro de selva mediana subcaducifolia a una elevación de 990 msnm; **B, C y D.** En un camino de terracería de un bosque de latifoliado a una elevación de 1,024 msnm.

Debido al reducido número de registros obtenidos en seis meses y medio de muestreo, es probable que la población de margay en las 30 hectáreas del parque sea muy baja; constituida por ejemplares aislados en este parche inmerso en una matriz de cultivos de caña. Sin embargo, no se cuenta con datos sobre el estado de su población. Con base en estos registros, actualmente se está implementando un estudio específico para explorar la biología y ecología del margay en el sitio. Se espera que esta información pueda ser útil para futuros planes de gestión y conservación de su hábitat.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las atenciones y facilidades brindadas para la realización de este trabajo a todo el equipo del parque natural La Montaña Encantada, en especial a la familia Herrera Salas. Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a través del proyecto #3369 *Ecología y conservación del jaguar (Panthera onca) y sus presas potenciales fuera de las Áreas Naturales Protegidas de Nayarit, México* por el financiamiento otorgado. A la Biól. Diana J. Guzmán-Báez por la elaboración del mapa.

LITERATURA CITADA

- Aranda, M. 2005. *Leopardus wiedii*. Pp.361-362, en: *Los mamíferos silvestres de México* (Ceballos, G. y G. Oliva, eds.). Fondo de Cultura Económica, México.
- Bisbal, F.J. 1989. Distribution and habitat association of the carnivores in Venezuela. Pp. 339-362, en: *Advance in Neotropical Mammalogy* (Redford, K.H y J.F. Eisenberg, eds.). Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida, USA.
- Ceballos, G. y G. Oliva (coords.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- Domínguez-Castellanos, Y. y G. Ceballos. 2005. Un registro notable del tigrillo (*Leopardus wiedii*) en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9:146-149.

Naturalista. 2019. Tigrillo (*Leopardus wiedii*) [Internet], *Naturalista*, CONABIO. Disponible en: <<https://www.naturalista.mx/observations/2610047>>. [Consultado el 11 de junio de 2019].

Oliveira, T.G. 1998. *Leopardus wiedii*. *Mammalian Species*, 579:1-6.

Ramírez-Silva, J.P., D. De La Rosa, F.J. Hernández-Cadena, y G.A. Woolrich-Piña. 2016. Mamíferos de Nayarit, México. Pp. 269-288, en: *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal* (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J.E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. y Universidad de Guanajuato, México D.F.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-2010. Protección ambiental, especies nativas de flora y fauna silvestres de México, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, y lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. Ciudad de México, México. 30 de diciembre de 2010.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2015. *Inventario estatal forestal y de suelos-Nayarit, 2014*. SEMARNAT. México.

Tapia-Ramírez, G., C. López-González, D.F. García-Mendoza, J.F. Charre-Medellín y T. Monterrubio-Rico. 2013. Registros notables de mamíferos (Mammalia) para los estados de Durango y Nayarit, México. *Acta zoológica mexicana*, 29:423-427.

Tewes, M.E. y D.J. Schmidly. 1987. The neotropical felids: jaguar, ocelot, margay, and jaguarundi. Pp. 697-712, en: *Wild furbearer management and conservation in North America* (Novak, M., J.A. Baker, M.E. Obbard y B. Malloch, eds.). Ontario Trappers Association, North Bay, Ontario, Canadá.



DIETA DE LA ZORRA GRIS (*Urocyon cinereoargenteus*) Y SU POSIBLE IMPORTANCIA EN LA DISPERSIÓN DE SEMILLAS DE CIPRÉS (*Juniperus comitana*) EN HUEHUETENANGO, GUATEMALA

MARTÍN VITERI-PASCH¹ | ALEJANDRO MÁRMOL-KATTÁN¹

¹ Universidad del Valle de Guatemala, 18 Av. 11-95 zona 15 Vista Hermosa III, Guatemala

RESUMEN

Se realizó un estudio en el bosque mixto de la finca Chaculá en Nentón, Huehuetenango, Guatemala, para caracterizar la dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) por medio de análisis de contenido fecal. Se colectaron muestras de heces en las que se encontraron semillas de *Juniperus comitana*, el cual es un ciprés considerado amenazado y endémico de la región. De igual forma, se encontró la presencia de restos de pequeños mamíferos (*Peromyscus mexicanus*, *P. aztecus*, Soricidae y Didelphidae), aves e insectos (Coleoptera, Carabidae y Orthoptera), con una frecuencia relativa de 0.35, 0.14 y 0.35 respectivamente. En el estudio se obtuvo un promedio de 72 semillas de *J. comitana* por muestra, lo que resalta la importancia de realizar investigaciones orientadas a evaluar la legitimidad y efectividad de la zorra gris como dispersor potencial de semillas de este árbol en peligro de extinción.

Palabras clave: bosque mixto, ciprés endémico, contenido fecal, Huehuetenango, regional, zorra gris.

Revisado: 14 de junio de 2019; **aceptado:** 13 de julio de 2019; **publicado:** 15 de julio de 2019. **Autor de correspondencia:** Alejandro Mármol-Kattán, gamarmol92@gmail.com

Cita: Viteri-Pasch, M. y A. Mármol-Kattán. 2019. Dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y su posible importancia en la dispersión de semillas de ciprés (*Juniperus comitana*) en Huehuetenango, Guatemala. *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época*, 9(1):66-71. ISSN:2007-4484. www.rev mex mastozoologia.unam.mx

RELEVANCIA

La dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) incluyó semillas del ciprés Comitán (*Juniperus comitana*), el cual es una especie endémica de la Región Norte de Guatemala y se encuentra categorizado como “En Peligro” (acorde la UICN). La alta presencia de semillas en buen estado sugieren la importancia de la zorra gris en la dispersión de semillas, mantenimiento, regeneración y conectividad del ciprés en el área.

ABSTRACT

We conducted a study on food habits of grey fox (*Urocyon cinereoargenteus*) in the mixed forest of Finca Chaculá in Nentón, Huehuetenango, Guatemala, through the quantification of food items in scats. We collected samples, all of which contained seeds of *Juniperus comitana*, an endangered cypress endemic to the region. We also detected remains of small mammals (*Peromyscus mexicanus*, *P. aztecus*, Soricidae and Didelphidae), birds and insects (Coleoptera, Carabidae and Orthoptera), with a relative frequency of 0.35, 0.14 and 0.35 respectively. An average of 72 seeds per feces sample were obtained; this shows the importance of researching the legitimacy and effectiveness of the grey fox as a *J. comitana* seed dispersal agent.

Key words: endangered cypress, food habits, grey fox, Huehuetenango, mixed forest.

El ciprés *Juniperus comitana* es una especie endémica de la región norte de Guatemala, donde se encuentra en tres localidades y en Chiapas, donde se ha registrado en cuatro (Adams, 2014; Farjon, 2013). Dicho árbol está categorizado con En Peligro (EN) según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), principalmente por la deforestación y la sobreexplotación, debido al aumento de la población humana que ha modificado y fragmentado severamente la distribución de las poblaciones de esta especie arbórea y por tener un área de ocupación menor a 275 km² (Farjon, 2013; Vivero *et al.*, 2006). El ciprés Comitán se distribuye principalmente en pendientes secas y rocosas con suelos poco profundos, así como en cañadas con arbustos o zonas boscosas abiertas, en alturas de 1,300 a 1,800 msnm (Farjon, 2010; Standley y Steyermark, 1958). Sus conos maduros son ovoides de aproximadamente 4.5 x 3.75mm, de color morado con superficie lisa y lustrosa y presentan un tejido interior pulposo y resinoso con una sola semilla (Farjon, 2010; Zaroni y Adams, 1979).

Uno de los depredadores de los frutos y semillas de *J. comitana* es la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), mamífero del Orden Carnívora y de la Familia Canidae, que se encuentra distribuido desde el sur de Canadá hasta el norte de Venezuela y Colombia. Regularmente está presente en ambientes boscosos y rocosos, aunque también se registra en sitios perturbados (Fritzell y Haroldson, 1982; Reid, 2009). Esta especie hace mayor uso de las zonas boscosas que de sitios de agricultura, aunque el primero se incluye dentro de su área de actividad (Fuller, 1978; Roemer *et al.*, 2016). Estos mamíferos presentan una dieta omnívora, ya que se alimentan de una gran variedad de opciones alimentarias como los mamíferos pequeños, aves, invertebrados y plantas (Reid, 2009). En un estudio realizado en Belice se determinó que durante la estación seca las frutas se encontraban presentes en el 95% de las heces colectadas, los artrópodos en el 66% y los vertebrados únicamente en el 48% (Novaro *et al.*, 1995). Villalobos *et al.* (2014) reportaron que la zorra gris es un dispersor legítimo de siete especies de semillas que consume en la zona de Oaxaca, México.

El análisis de la dieta de la zorra gris puede aumentar el conocimiento acerca de las especies vegetales que consume y de las especies de animales que depreda. Los componentes contenidos en las muestras fecales se lograron identificar aún después de ser digeridos, ya que, en el caso de las

plantas, es posible preservar cierta cantidad por su alta cantidad de celulosa. Los restos de animales, como los pelos, huesos y dientes, no sufren alteraciones sustanciales en su morfología (Juárez *et al.*, 2010). El estudio se enfocó en determinar los componentes principales de la dieta de la zorra gris mediante el análisis del contenido fecal.

El estudio se llevó a cabo en La Finca Chaculá, ubicada en el municipio de Nentón, Huehuetenango, departamento que limita con México. La finca se encuentra a 425 kilómetros de la Ciudad de Guatemala y presenta un terreno montañoso, con rocas calizas y una altitud entre 1,300 y 2,300 msnm. Posee un periodo marcado de sequía entre los meses de diciembre a marzo. La finca se encuentra en dos zonas de vida: bosque húmedo subtropical frío y húmedo subtropical templado. El bosque predominante es mixto (pino-encino) donde las especies más abundantes son *Pinus maximinoi*, *Quercus peduncularis*, *Liquidambar styraciflua* y *J. comitana* (López, 1995).

Durante junio de 2013 se recolectaron heces fecales de zorra gris en tres transectos de dos kilómetros cada uno, en los cuales se encontraban presentes ejemplares de *J. comitana* con presencia de frutos maduros en el suelo. Las heces de la zorra gris se lograron identificar por su forma cilíndrica o semi-cilíndrica alargada, color y textura (Figura 2C; Aranda, 2012). Previo a la colecta, las heces fueron fotografiadas y medidas (largo y diámetro) y para la preservación en campo y su posterior análisis de laboratorio, se colectaron dentro de una bolsa plástica de cierre hermético con gel de sílice.

Para determinar el contenido fecal se diluyeron las heces con agua caliente y alcohol al 70%. Los componentes animales y vegetales se identificaron taxonómicamente, mediante la comparación con ejemplares colectados durante el viaje de campo y ejemplares en la colección de referencias de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), así como por guías de identificación (Castner, 2001; Juárez *et al.*, 2010) y asesoría de especialistas.

Para el análisis de los componentes se determinó la frecuencia relativa (FR) de forma individual por categoría alimenticia de todas las muestras colectadas. Esto permitió conocer la representatividad de cada componente respecto al total de muestras. Los valores obtenidos van de cero a uno, y se categorizaron como: 0.00 - 0.25 = esporádico; 0.26 - 0.50 = poco frecuente; 0.51 - 0.75 = frecuente y



Figura 1. Ubicación de La Finca Chaculá en el municipio de Nentón, Huehuetenango, Guatemala. Fuente: Elaboración propia con imágenes de Esri y Google Earth.



Figura 2. A. y B. Heces de zorra gris con alto contenido de semillas (*Juniperis comitana*) Foto: Alejandro Mármol. C. Dimensiones de las excretas de zorra gris. Ilustración: Aranda (2012).

0.76 - 1.00 = muy frecuente (Altamirano *et al.*, 2009; Núñez-Garduño, 1989). En el estudio se obtuvieron un total de 14 muestra de heces fecales (Figura 2A, B) integradas por cuatro categorías vegetales y ocho categorías animales. En el análisis de las muestras (Cuadro 1) se observa que el componente predominante, muy frecuente, fue *J. comitana*, ($FR = 1$), mientras que el resto de los componentes fueron poco frecuentes o esporádicos. En estudios previos de los hábitos alimenticios de la zorra gris, las especies vegetales (*Ficus sp.*, *Acacia cornigera*, *Guazuma ulmifolia*, *Brosimum alicastrum*) se han identificado como componentes importantes. (Novaro *et al.*, 1995; Villalobos *et al.*, 2014).

Asimismo, se determinaron 12 diferentes categorías alimenticias entre las cuales se encontraron componentes vegetales de las familias Poaceae ($FR = 0.14$), Asteraceae (0.14), una no identificada y la especie *J. comitana*, la cual fue el alimento de preferencia de la zorra gris. El ciprés Comitán se encontró presente en todas las muestras, con un promedio de 72 semillas. Las semillas fueron encontradas completas y sin daños aparentes, lo cual es una característica importante para evaluar la legitimidad como dispersor (Herrera, 1989). Asimismo, gracias a que las heces juegan un papel importante

en la comunicación de individuos de la zorra gris, las semillas son transportadas del sitio de origen a múltiples puntos dentro del área de actividad de la especie (Grinnell *et al.*, 1937).

Entre los restos animales se determinó la presencia de mamíferos, insectos y aves como alimento secundario, donde el Orden Coleóptera tuvo el mayor índice de frecuencia ocurrencial (0.28); aun así, se encuentran en la categoría de poco frecuente. A estos les siguen *Peromyscus mexicanus* (0.14) y aves (0.14). Se determinó la presencia de mamíferos a partir de restos de huesos, dientes y pelos. Durante la identificación de pelos, no se determinó de qué tipo eran, aunque es probable que fueran de guardia, ya que a diferencia de los de vibrisa y de lana, estos mantuvieron características principales sin daños significativos al pasar por el sistema digestivo de la zorra (Pech-Canche *et al.*, 2009). Los mamíferos fueron representados principalmente por los ratones del género *Peromyscus* y las familias Soricidae (0.07) y Didelphidae (0.07). Por otro lado, los Carabidae (0.07) y Orthoptera (0.07) se consideraron elementos esporádicos. Novaro *et al.* (1995) reportaron una mayor presencia de artrópodos que de mamíferos, aves, reptiles y anfibios. Por su parte, Villalobos *et al.* (2014) identificaron una

Cuadro 1. Contenido alimenticio en heces fecales de zorra gris en Finca Chaculá, Huehuetenango, Guatemala.

Tipo de alimento		Frecuencia relativa*	Representatividad
	<i>Juniperus comitana</i>	1	Muy frecuente
Vegetal	Poaceae	0.14	Esporádico
	Asteraceae	0.14	Esporádico
	No identificadas	0.07	Esporádico
	Mammalia	0.35	
Animal	<i>Peromyscus mexicanus</i>	0.14	Esporádico
	<i>Peromyscus aztecus</i>	0.07	Esporádico
	Soricidae	0.07	Esporádico
	Didelphidae	0.07	Esporádico
Aves		0.14	Esporádico
Insecta		0.35	
	Coleoptera	0.28	Poco frecuente
	Carabidae	0.07	Esporádico
	Orthoptera	0.07	Esporádico

mayor cantidad de vertebrados (mamíferos, reptiles y aves) que de invertebrados (ortópteros, coleópteros, dípteros, himenópteros y crustáceos) en la dieta de la zorra gris *U. cinereoargenteus*.

En estudios anteriores se ha reportado una variación estacional en la alimentación de esta especie, dependiendo de la disponibilidad de comida, sitio de estudio y coexistencia con otros mamíferos (Fritzell y Haroldson, 1982; Neale y Sacks, 2001; Pils y Klimstra, 1975). Fitzell y Haroldson (1982) reportaron que, en general, los vertebrados se encuentran en gran abundancia durante el invierno, los insectos (Ortópteros y Coleópteros) en verano y primavera, y las plantas en otoño e invierno.

En este estudio se logró determinar al ciprés Comitán (*Juniperus comitana*), especie arbórea que se encuentra considerado en la categoría en peligro de extinción, como parte predominante de la dieta de la zorra gris durante junio de 2013 en el área de Huehuetenango, Guatemala. Esto resalta la importancia de estudiar la composición de la dieta de este mamífero en el área, debido a que la información obtenida no permite evaluar el impacto de *U. cinereoargenteus* en la dispersión de semillas en las poblaciones de esta y otras especies vegetales a lo largo de todo el año y conocer las posibles variaciones de dietas de la zorra gris entre diferentes áreas de su distribución. Evaluar la función de mamíferos como agentes dispersores de frutos y semillas, provee información necesaria sobre ciclos ecológicos como la recolonización, flujo de tendencias poblacionales y conectividad de meta poblaciones de especies vegetales, especialmente de aquellas en peligro de extinción, con relación a la ecología de estos animales (González-Varo *et al.*, 2015).

En este caso, la zorra gris es una especie que puede ocupar zonas con perturbación humana (Novaro *et al.*, 1995) y por lo tanto podría tener un impacto positivo en el mantenimiento, regeneración y conectividad de la población del ciprés en el área. La información obtenida se debe ampliar realizando colectas a lo largo del año que determinen posibles variaciones estacionales en la dieta de la zorra gris en relación a factores como la disponibilidad de alimento y fructificación del ciprés.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la comunidad de Nueva Esperanza Chaculá por proporcionar toda la ayuda

necesaria para llevar a cabo esta investigación, especialmente al señor Isaías Andrés por la información proporcionada como apoyo al trabajo de campo. También queremos agradecer al M.Sc. Arnoldo Font Nájera por organizar el viaje de campo y ayudar en la identificación de roedores. A la Lic. Anaisa García y Lic. Marissa Sactic por la colaborar con la identificación de semillas. Finalmente, queremos agradecer a la Colección de Referencia de la Universidad del Valle de Guatemala por poner a disposición las muestras utilizadas para la identificación de pelos.

LITERATURA CITADA

- Adams, R. 2014. *Junipers of the World: the genus Juniperus*. Cuarta edición. Editorial Trafford Publishing Co. Estados Unidos.
- Altamirano, T., M. Soriano, A. García-Bernal, N. Miranda-González y B. Jiménez-Gutiérrez. 2009. Mamíferos medianos y grandes de la comunidad El Paredón, Miacatlán, Morelos, México. *Revista de Zoología*, 20:17-19.
- Aranda, J. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Primera edición. Editorial CONABIO. México.
- Castner, J. 2001. *Photographic atlas of entomology and guide to insect identification*. Feline Press. Estados Unidos.
- Farjon, A. 2010. *A Handbook of the Worlds Conifers*. 2a edición. Editorial Brill. Estados Unidos.
- Farjon, A. 2013. *Juniperus comitana*. [Internet]. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T32500A2820912. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32500A2820912.en>>. [Consultado el 16 de mayo 2019].
- Fritzell, E. y K. Haroldson. 1982. *Urocyon cinereoargenteus*. *Mammalian Species*, 189:1-8.
- Fuller, T. 1978. Variable home-range sizes of female gray foxes. *Journal of Mammalogy*, 59:446-449.
- González-Varo, J., J. Fedriani, J. López-Bao, J. Guitián y A. Suárez-Esteban. 2015. Frugivoría y dispersión de semillas por mamíferos carnívoros: rasgos funcionales. *Ecosistemas*, 24:43-50.

- Grinnell, C., J. Dixon y J. Linsdale. 1937. *Fur-bearing mammals of California*. Segunda edición. University of California Press. Estados Unidos.
- Herrera, C. 1989. Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals, and associated fruit characteristics, in undisturbed Mediterranean habitats. *Oikos*, 55:250-262.
- Juárez, D., C. Estrada, M. Bustamante, Y. Quintana, J. Moreira y J. López. 2010. *Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos medianos y mayores de Guatemala*. Segunda edición. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- López, E. 1995. *Estudio florístico y de uso de los estratos arbustivo y arbóreo del bosque de coníferas de la finca Chaculá, Nentón, Huehuetenango*. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Neale, J.C.C. y B.N. Sacks. 2001. Food habits and space use of gray foxes in relation to sympatric coyotes and bobcats. *Canadian Journal of Zoology*, 79:1794-1800.
- Novaro, A., R. Walker y M. Suárez. 1995. Dry-season food habits of the gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*) in the Belizean Peten. *Mammalia*, 59:19-29.
- Núñez-Garduño, A. 1989. Los mamíferos silvestres de Michoacán. *Boletín Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo*, 12:22-26.
- Pils, C. y W. Klimstra. 1975. Late fall foods of the gray fox in Southern Illinois. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*, 68:255-262.
- Pech-Canché, J., J. Sosa-Escalante y M. Koyoc. 2009. Guía para la identificación de pelos de guardia de mamíferos no voladores del estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 13:7-33.
- Reid, F. 2009. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Segunda edición. Oxford University Press. New York, E.U.
- Roemer, G., B. Cypher, y R. List. 2016. *Urocyon cinereoargenteus*. [Internet]. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22780A46178068. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN>.UK.2016-1.RLTS.T22780A46178068.en>. [Consultado el 16 de mayo 2019].
- Standley, P. y J. Steyermark. 1958. Flora of Guatemala. Volúmen 24, parte I. Fieldiana: Botany. Guatemala, Guatemala.
- Villalobos, A., A. Buenrostro-Silva y G. Sánchez-de la Vega. 2014. Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therapsida*, 5:355-363.
- Vivero, J., M. Szejner, J. Gordon y G. Magin. 2006. *The Red List of Trees of Guatemala*. Fauna and Flora International. Cambridge.
- Zanoni, T. y R. Adams. 1979. The genus *Juniperus* (Cupressaceae) in Mexico and Guatemala: synonymy, key and distributions of the taxa. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 38:83-121.



GAMETE CRYOPRESERVATION IN THE RECOVERY PROGRAM OF MEXICAN GRAY WOLF (*Canis lupus baileyi*): RESULTS OF REPRODUCTIVE SEASON OF 2018 IN MEXICO

RAÚL EDUARDO PIÑA-AGUILAR¹ | PATRICIA ZÚÑIGA-SÁNCHEZ¹ | ROSA MARÍA DÍAZ-SALAZAR¹ | CLAUDIA GONZÁLEZ-ORTEGA¹ | BEATRIZ SANTAMARÍA-JIMÉNEZ¹ | LAURA ELENA GÓMEZ-MONTES² | HERBE MONRROY-JACOBO³ | JOSÉ DE JESÚS BARROSO-PADILLA⁴ | ALVAR ALONSO CRUZ-TAMAYO⁵ | ANTONIO MARTÍN GUTIÉRREZ-GUTIÉRREZ¹

¹ Instituto de Ciencias en Reproducción Humana (Instituto “Vida”), León, México

² Dirección Técnica y de Investigación de la Dirección General de Zoológicos y Vida Silvestre, Secretaría de Medio Ambiente Gobierno Ciudad de México, Ciudad de México, México

³ Área de investigación y Conservación de Fauna, Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF), Secretaría de Medio Ambiente Gobierno del Estado de México, Toluca, México

⁴ Parque Zoológico de León, León, México

⁵ Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Campeche, Escárcega, Campeche

ABSTRACT

The Mexican gray wolf (*Canis lupus baileyi*) is a subspecies of gray wolf with unique morphologic, genetic and historical features. The Mexican gray wolf faced near-extinction during the 70s after decades of predator eradication actions. A binational *ex situ* management program between the United States and Mexico, relying primarily on zoos has enabled the slow recovery of the population. According to the 2017 census, the population included approximately two hundred fifty animals in captivity and more than a hundred that have been returned to the wild. One of the components of the reco-

RELEVANCIA

El desarrollo de tecnologías reproductivas ha permitido la criopreservación de gametos como parte de las acciones de conservación de los animales en cautiverio. El *Species Survival Plan* (SSP) del lobo mexicano es único entre los programas de manejo en zoológicos en hacer recomendaciones anuales sobre animales en quienes se criopreservará espermatozoides, ovocitos y tejido ovárico en la época reproductiva. En este reporte detallamos nuestros resultados y abordaje con la criopreservación de gametos en México durante 2018.

Revisado: 18 de julio de 2019; **aceptado:** 12 de agosto de 2019; **publicado:** 15 de agosto de 2019. **Autor de correspondencia:** Raúl E. Piña-Aguilar, rpina.a@hotmail.com

Cita: Piña-Aguilar, R.E., P. Zúñiga-Sánchez, R.M. Díaz-Salazar, C. González-Ortega, B. Santamaría-Jiménez, L.E. Gómez-Montes, H. Monrroy-Jacobo, J.J. Barroso-Padilla, A.A. Cruz-Tamayo, A.M. Gutiérrez-Gutiérrez. 2019. Gamete cryopreservation in the recovery program of Mexican gray wolf (*Canis lupus baileyi*): Results of reproductive season of 2018 in Mexico. *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época*, 9(1):72-85. ISSN:2007-4484. www.revmexmastozoologia.unam.mx

very program is cryobanking gonadal tissue: initially sperm, and more recently, ovaries and oocytes. During the reproductive season of 2018 our team cryopreserved sperm obtained by electroejaculation from five males maintained in three facilities (Zoológico San Juan de Aragón, Parque Zoológico de León and Zoológico El Ocotal) and vitrified oocytes and cryopreserved ovarian tissue obtained by ovariectomy from a female maintained at Zoológico de Zacango. Improved methods were introduced, such as the use of a commercial dog sperm extender that enabled superior post-thaw survival and motility rates, the measurement of testosterone

and the use of ovary and oocyte cryopreservation techniques based on human procedures. In conclusion, we report the successful cryopreservation of Mexican gray wolf gametes based only in local resources and expertise. Our results will impact the long-standing efforts of the population management program to recover a flagship species of Mexican natural richness, the gray wolf.

Key words: Biobank, Oocyte vitrification, ovary cryopreservation, sperm freezing.

RESUMEN

El lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) es una subespecie del lobo gris con características morfológicas, genéticas e históricas únicas. El lobo gris mexicano estuvo cerca de la extinción durante los años 70 después de décadas de acciones para la erradicación de depredadores. El programa binacional Estados Unidos-México de manejo *ex situ*, dependiente principalmente de los zoológicos, ha permitido una recuperación lenta. La población al censo de 2017 incluía aproximadamente doscientos cincuenta animales en cautiverio y más de una centena de regreso a la vida libre. Uno de los componentes del programa de recuperación es la criopreservación de tejido gonadal, inicialmente espermatozoides y más recientemente ovario y ovocitos. Durante la temporada reproductiva del 2018 nuestro equipo criopreservó espermatozoides obtenidos por electroeyaculación de cinco machos en tres instituciones (Zoológico San Juan de Aragón, Parque Zoológico de León y Zoológico El Ocotil), vitrificó ovocitos y criopreservó tejido ovárico después de una ovariectomía en una hembra mantenida en el Zoológico de Zacango. Métodos mejorados fueron introducidos, como el uso de un diluyente comercial para perros con mejores resultados en las tasas de viabilidad y motilidad postcongelación, y el uso de técnicas de criopreservación para ovarios y ovocitos basadas en procedimientos para humanos. En conclusión, reportamos la criopreservación exitosa de gametos basados solamente en recursos y conocimiento local. Estos resultados impactarán los esfuerzos de larga duración que se han realizado en el programa de manejo de la población en la recuperación de una especie emblemática de la riqueza natural mexicana como el lobo gris mexicano.

Palabras clave: Biobanco, congelación de esperma, criopreservación de ovario, vitrificación de ovocitos.

INTRODUCTION

The Mexican gray wolf (*Canis lupus baileyi*) is one of five subspecies of gray wolves in North America. Historically, this subspecies was distributed across northern and central Mexico and southern United States (US). (Heffelfinger *et al.*, 2017). After facing extinction from hunting and poisoning, the last members of the Mexican gray wolf population were captured in Chihuahua and Durango, Mexico, from 1976 to 1980, and these individuals became the initial founders of an *ex situ* recovery program (U.S. Fish and Wildlife Service, 2017). The subspecies was included in the United States Endangered Species Act in 1976 and is currently listed as endangered; in Mexico it is listed as extinct by NOM-059-SEMARNAT-2010. The existing population of Mexican gray wolves today is descended from seven original founders comprising three different lineages: McBride, Ghost Ranch and the Aragon lineage has been genetically validated and incorporated more recently into the recovery program (Siminski, 2017). Interbreeding among the three lineages started in 1995 (U.S. Fish and Wildlife Service, 2017).

The *ex-situ* population management in facilities of Mexico and the US has sought to increase the number of individuals and eventually reintroduce animals to the wild. Reintroductions started in Arizona and New Mexico in 1998 with the establishment of the Mexican Wolf Experimental Population Area (Blue Free) of Arizona and New Mexico, and animals have been living stably in the wild since the initial introductions (Siminski, 2017). Reintroductions in Mexico started in 2011 and the first Mexican gray wolf pup was born in the wild in 2014 (Lara-Díaz *et al.*, 2015). A small population currently lives in northern Mexico at Sierra Madre Occidental in the states of Sonora and Chihuahua. In 2017, at the time of publication of the breeding plan (July, 2017), the total number of wolves in the US and Mexico was 281: 138 males, 141 females and 2 unsexed individuals. 245 wolves were included in the management program and were distributed among 55 institutions, 19 of which were located in Mexico (Siminski and Spevak, 2017). The size of the population in management is lower than the goal of 300 individuals recommended by American Zoological Association (AZA) Canid Taxon Advisory Group. The main limiting resource in captive breeding is space in the participating institutions; as a result, during the 2018 reproductive season only 31 breeding pairs were recommended (Siminski and Spevak, 2017). As of the 2016 end-of-year census, it was estimated that

there are approximately 113 wolves in the wild in the US and 31 in Mexico (Siminski, 2017; U.S. Fish and Wildlife Service, 2017).

Assisted reproduction techniques are well-established for treatment of infertility and fertility preservation in humans and for intensive breeding in domestic animals. Some of these techniques have also been used effectively as part of conservation programs to maintain genetic diversity in wild populations. Maintaining genetic diversity is important because reproductive fitness is associated with the genetic health of a wild population. In the Mexican gray wolf, sperm quality has been reported to negatively correlate with level of inbreeding (Asa *et al.*, 2007). Sperm cryopreservation is one of the most accessible assisted reproduction techniques and sperm cryobanking and artificial insemination have been used successfully to maintain genetic diversity in highly endangered species, such as the panda (*Ailuropoda melanoleuca*), black-footed ferret (*Mustela nigripes*) and scimitar oryx (*Oryx dammah*; Comizoli *et al.*, 2018). In the case of black-footed ferret, a carnivore with original distribution in Mexico and US, that was reintroduced to the wild after being at the brink of extinction, cryopreserved semen and insemination has been crucial for the recovery of this species and are the part of the specific Special Survival Plan of the Association of Zoos and Aquariums (Howard *et al.*, 2016).

In females, vitrification of Mexican gray wolf oocytes has been reported to maintain oocyte viability with a success rate greater than 50% (Boutelle *et al.*, 2011). Crucially, the Mexican gray wolf recovery program has benefited from collaborations with human infertility clinics, especially in the case of female preservation, since the technique of oocyte vitrification is firmly established in human assisted reproduction (Silber *et al.*, 2013). In this report, we detail the results of the application of assisted reproductive techniques for cryopreservation of gametes in the Mexican gray wolf by collaborating mexican institutions as part of the breeding and management plan for 2018.

MATERIAL AND METHODS

Animals

The 2018 gamete cryopreservation program was performed after a commission of the General Direction of Zoos and Wildlife, (Dirección General de Zoo-

lógicos y Vida Silvestre) of the Environment Ministry of Mexico City (SEDEMA, Secretaría Medio Ambiente Ciudad de México) and was approved and endorsed by the General Directorate for Wildlife (Dirección General de Vida Silvestre) of the Federal Ministry of Environment and Natural Resources (SEMARNAT, Secretaria Medio Ambiente y Recursos Naturales) by the "Oficio SGPA/DGVS/08333/17". Five males were selected for sperm cryopreservation: two males M982 (born 19/May/2005) and M1324 (born 26/April/2013) located at Zoológico San Juan de Aragón (SEDEMA, 2019) in Mexico City, two brothers: M1534 (born 30/April/2016) and M1535 (born 30/April/2016) in Parque Zoológico de León (Parque Zoológico de León, 2018) in León, Guanajuato and one male: M1379 (born 11/May/2014) in Zoológico El Ocotal (CEPANAF, 2018a) in Santiago Maxdá, State of Mexico. One female: F844 (29/April/2003), located at Parque Ecológico de Zacango (CEPANAF, 2018b), Toluca, State of Mexico was selected for the female gamete preservation procedure. Anesthesia was performed by a combination of physical restraint and administration of ketamine/xylazine under local protocols with induction maintained with isoflurane. Reproductive and cryopreservation procedures not performed in the field occurred at the Sciences in Human Reproduction Institute (RENIECYT, Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas del CONACYT, 1702363), León, Guanajuato.

Testosterone measurement

Blood samples were obtained by venipuncture of cephalic or saphenous veins and collected in serum tubes (BD, Vacutainer). Tubes were centrifuged and serum separated and maintained at -20°C until processing. Total testosterone was measured using a solid phase enzymatic competitive human assay (Total testosterone for Immulite 1000) with analytical sensitivity for human testosterone of 15 ng/dl. Samples were processed in a chemiluminescence immunoanalyzer (Immulite 1000, Siemens).

Sperm retrieval, evaluation and cryopreservation

Before starting sperm collection, urine was removed by introducing a human neonatal feeding tube (5F) into the bladder. Next, sodium chloride solution 0.9% (w/v), approximately 100 ml, was instilled until bladder was completely clear. Electroejaculation was performed using an electroejaculation rectal probe of 2.5 cm of diameter and 16 cm long with 3 elec-

trodes (Model AC1, Beltron Instruments) using an ascending protocol delivering 4 seconds of stimuli and 4 seconds of rest in series of 3 stimuli up to 18V. Collection vessels were changed at first emission to keep fractions of ejaculate separate in case of urine contamination. Aliquots of samples were taken for vitality assessment by eosin/nigrosine staining and morphological assessment by Papanicolaou staining (WHO, 2010).

Ejaculate was centrifugated to remove seminal plasma and resuspended in CaniPlus Freeze® one-step (Minitube) with 10% (v/v) egg yolk or CaniPro ApX2 Freeze® (MOFA Global) two step extender with 20% (v/v) of egg yolk. Sperm was diluted when possible to a concentration of $20 \times 10^6/\text{ml}$ to $50 \times 10^6/\text{ml}$ and loaded in 0.25ml straws. Straws were equilibrated at 4°C for 4 hours, then were transferred to liquid nitrogen vapors for 20 min and finally plunged into liquid nitrogen. After evaluation, straws were transferred to cryostorage tanks at Zoológico de Chapultepec, which maintains guardianship of gametes for the Mexican gray wolf recovery program in Mexico.

Oocyte retrieval and vitrification

Ovariohysterectomy involving a ventral technique with midline incision was used to retrieve the ovaries (Fossum, 2013). Ovaries were transported at room temperature in 25 mM HEPES-TCM199-Earle's salts medium (Gibco) containing 10% (v/v) fetal bovine serum (FBS; Gibco), 40 IU/ml heparin (Pisa), 100U-1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ penicillin-streptomycin (Sigma). Ovaries were processed by slicing (puncture of ovarian surfaces with an 11-blade) in a beaker containing HEPES-TCM199 +10% (v/v) FBS + heparin + penicillin/streptomycin medium. After processing both ovaries, medium containing cumulus-oocytes-complexes (COCs) was filtered through a 70 μM nylon mesh strainer (Fisher Scientific). Then the strainer was washed with medium to transfer COCs to a Petri dish. Vitrification of oocytes was performed using Kuwayama's method (Kuwayama, 2007) in a Cryotop® device (Kitazato). Three solutions were used: washing solution [HEPES-TCM199 (Gibco) with 20% (v/v) serum substitute supplement (SS; Irvine Scientific)], then equilibration solution [HEPES-TCM199 (Gibco), 20%(v/v) SS, 7.5% (v/v) dimethyl sulfoxide (DMSO) and 7.5% (v/v) ethylene-glycol] and finally vitrification solution [HEPES-TCM199 (Gibco), 20% (v/v) SS, 7.5% (v/v) dimethyl sulfoxide (DMSO), 7.5% (v/v) ethylene-glycol, 0.5 M sucrose]. COCs were transferred to

washing solution for 3 minutes, then to equilibration solution for 3 minutes, then to a second well containing equilibration solution for 3 minutes, next to a third well containing equilibration solution by 10 minutes and finally vitrification solution for one minute, COCs in vitrification solution were loaded to a Cryotop®, plunged in liquid nitrogen and the Cryotop covered with its sheet.

Ovary tissue slow-freezing

After processing ovaries for oocyte retrieval, ovaries were cut in small cubes of 2x1x1 mm, and the fragments were transferred to HEPES-TCM199 medium with 10% (v/v) FBS, 1.5 M DMSO and 0.1 M sucrose in cryovials for slow freezing using a controlled CL2200 cryobath (Freeze Control®, Cryologic). The initial cooling rate was 0.5 °C/min until -7 °C, then cryovials were seeded manually with frozen forceps and cooling continued at 0.5 °C/min up to -32 °C (Oktay *et al.*, 2000). Finally, cryovials were transferred to liquid nitrogen for long-term storage.

Statistical analysis

Sperm parameters are described using percentages and central tendency measurements.

RESULTS

Sperm freezing

To optimize cryopreservation protocol of Mexican gray wolf sperm, we performed a preliminary experiment to test which of two commercial dog sperm extenders: CaniPlus Freeze® and CaniPro ApX2 Freeze® would result in superior post-thaw survival rates. We cryopreserved sperm samples from domestic dogs obtained by manual collection and electroejaculation with each of the two sperm extenders. Post-thaw sperm survival rates exceeded 30% in both conditions but was superior when using CaniPlus Freeze® (data not shown). Therefore, we decided to use this product as the main extender for sperm collections in the Mexican gray wolf.

Electroejaculation procedures for sperm collection were performed on March 14th, 2018 at Zoológico San Juan de Aragón, on March 15th, 2018 at Zoológico El Ocotil and March 20th at Parque Zoológico de León.

Results of hormone and sperm analysis in the five animals that underwent electroejaculation are shown in Tables 1 and 2. The levels of testosterone (Table 1) showed a positive tendency with sperm concentration, but more animals and species-specific validation of measurement kits are required to build a regression analysis and calculate statistical significance. Viability assessments by eosin-nigrosin staining of fresh and post-thaw sperm are shown in Figure 1A and 1B, respectively. Morphology evaluations by Papanicolau staining are shown in Figures 1C and 1D. Animal M1324 was found to have the highest quality sperm in terms of morphology and motility; sperm from the second fraction of ejaculate from this animal exhibited 63% progressive motility and 63% normal morphology. The two animals from Parque Zoológico de León M1534 and M1535 were one year and 10-month-old and they exhibited a low concentration of serum testosterone and smaller

testicles (Table 1). These findings could potentially be explained by their juvenile age, or by inhibition of their testicular activity by the other higher rank males in the pack maintained at Parque Zoológico de León. These are also probable explanations of the lower sperm concentration and post-thaw survival in males M1534 and M1535 (Table 2).

The highest post-thaw sperm survival rate (Table 3) was obtained in third fraction of ejaculate from animal M1379, which exhibited 70% viability and 39% progressive motility, and in the second fraction of ejaculate from M1324, which exhibited 64% viability and 42% progressive motility. It was possible to compare the results of both semen extenders only in M1379 (Table 3). Viability (70% vs 48%) and progressive motility (39% vs 5%) were superior when using CaniPlus Freeze[®] compared with CaniPro ApX2 Freeze[®]. Inseminations in Mexican gray wol-

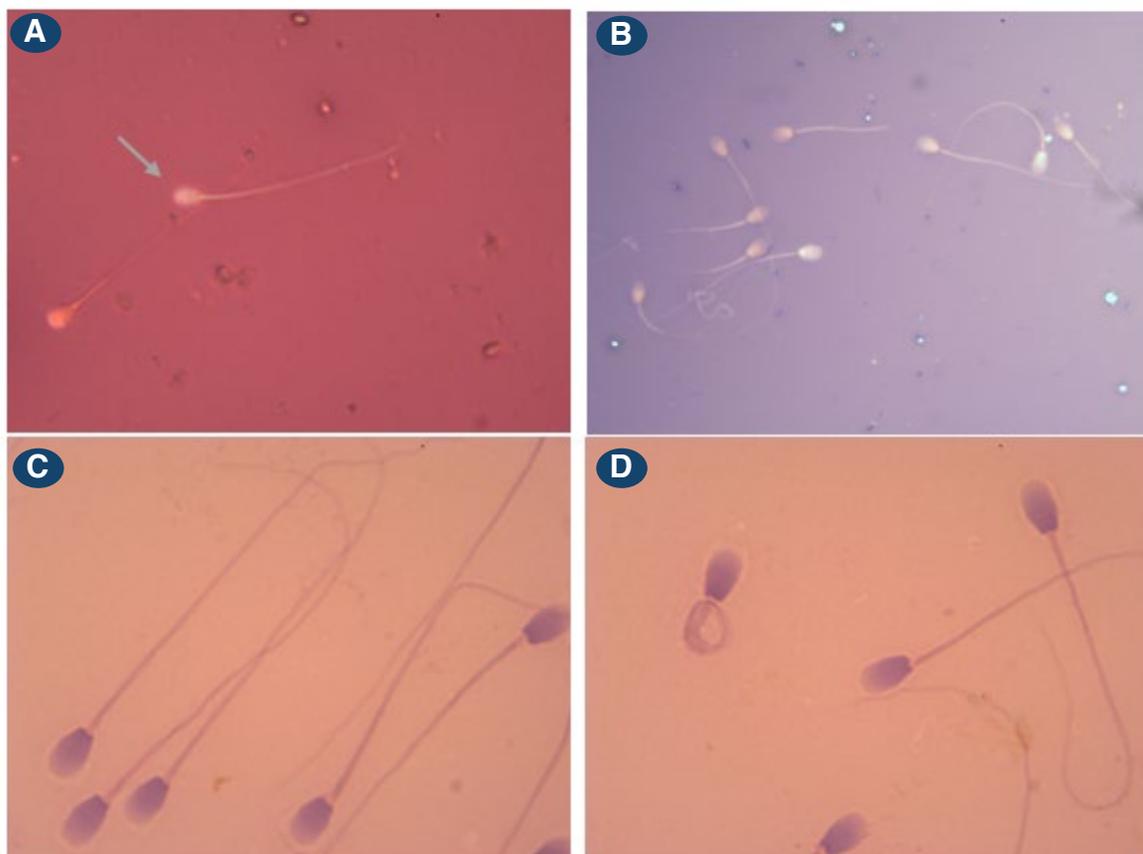


Figure 1. Analysis of sperm morphology in Mexican gray wolves. **A.** Eosin-nigrosin staining showing viability of sperm. Non-stained sperm are live (arrow) and red-dark sperm are dead, 400x optical x~1.5x digital zoom. **B.** Spermatozoa stained with eosin-nigrosin for viability in male M1534 post thaw, 400x. **C.** Morphology assessment by Papanicolau staining showing normal spermatozoa in male M1379 1000x. **D.** Spermatozoa with abnormal tail(left) in male M1534, 1000x.

Table 1. Age and weight of males, testosterone and testicular characteristics.

Animal	Age	Testosterone concentration	Weight (kg)	Right testicle size (cm)	Left testicle size (cm)
M982	12y 9m	180 ng/dl	37	5x3.8	5x4
M1324	4y 10m	138 ng/dl	28.5	4x3.5	4x3.7
M1379	3y 9m	978 ng/dl	26.8	5x3.2	5x3.5
M1534	1y 10m	20 ng /dl	29	4x2.5	4x2.4
M1535	1y 10m	54 ng/dl	28	3x3.5	3x3.3

Table 2. Sperm analysis in the Mexican gray wolves included in the study.

Animal	Age	Ejaculate fraction	Concentration (106/ml)	Viability (%)	Progressive motility (%)	Total motility (pr+npr)	Normal morphology (%)	Head defects (%)	Middle piece defects (%)	Tail defects (%)	Teratozoospermia index
M982	12y 9m	1	8	81	45	65	40	49	21	18	1.47
		2	35	85	85	90	53	40	19	18	1.64
M1324	4y 10m	1	25	75	55	80	49	40	27	13	1.51
		2	28	84	63	80	63	25	16	20	1.65
M1379	3y 9m	1	25	42	5	20	30	58	31	25	1.63
		2	35	74	30	50	43	45	26	13	1.47
		3	80	82	75	90	51	34	26	23	1.69
M1534	1y 10m	1	32	74	70	90	37	52	18	21	1.44
		2	28	75	50	80	43	45	10	17	1.26
M1535	1y 10m	1	20	60	5	45	26	58	28	31	1.58
		2	10	54	0	30	32	51	21	25	1.43

¹PR: progressive, NPR: non-progressive

ves have been reported using 200 million spermatozoa. As we collected over 400 million spermatozoa from animal M1379 we consider that we were able to collect two doses of sperm ready for insemination from this animal. All ejaculates fractions from all animals were cryopreserved but only the samples from M1379 achieved the cryobanking requirements for reproductive purposes using insemination.

Ovary and oocyte cryopreservation

Ovariohysterectomy of a female Mexican gray wolf, F844, was performed on March 22th, 2018 with the specific purpose of collecting ovaries. The animal was 14 years and 10 months-old at the time of surgery. Removed ovaries were transported to our laboratory in Leon for processing and cryopreser-

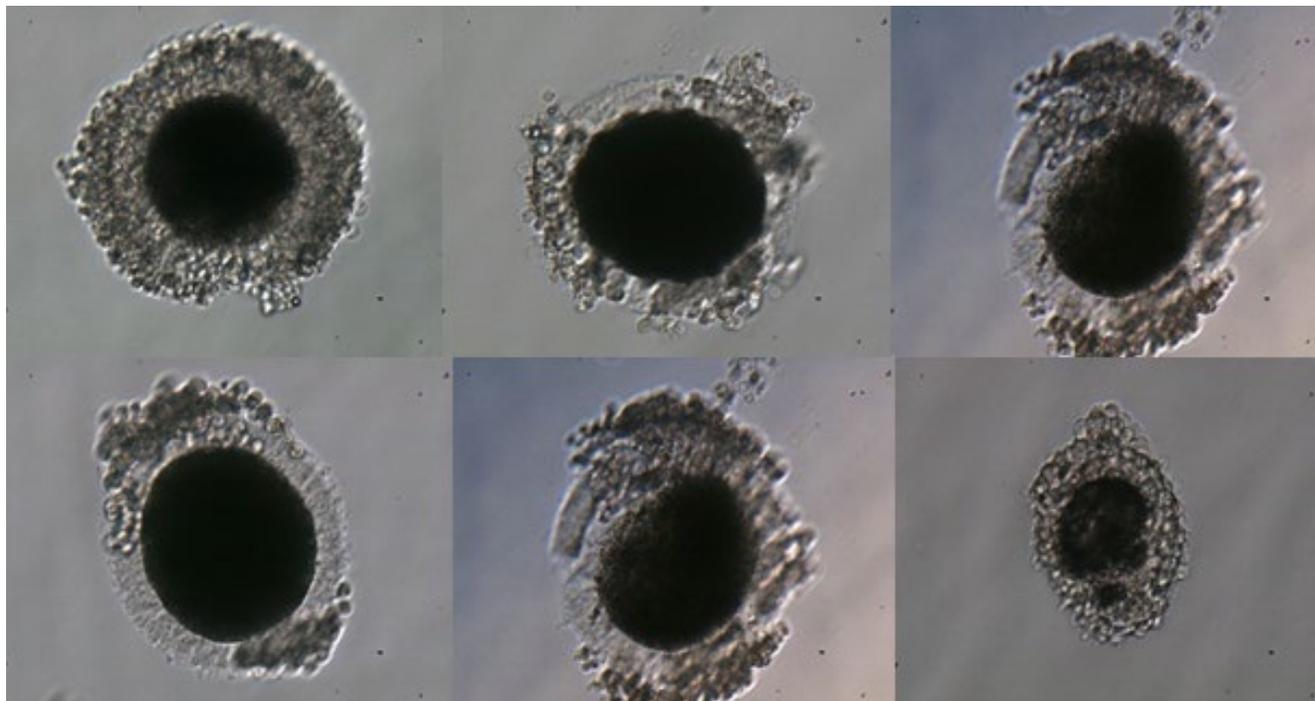


Figure 2. Oocytes obtained from Mexican gray wolf female F844. Mexican gray wolf oocytes surrounded by granulosa cells in cumulus-oocyte complexes.

vation. No visible antral follicles were found in the ovaries. Dissection of the ovaries with slicing method obtained six oocytes (Figure 2), no oocytes at germinal vesicle stage among them. Three oocytes appeared to be of good quality (top row in Figure 2) and all oocytes were vitrified using Cryotop®. After oocyte retrieval, the ovaries were cut in pieces for slow freezing (Figure 3). No post-thaw evaluation was performed, but we used our standard validated technique at several clinical for human ovarian tissue cryopreservation.

DISCUSSION

The Species Survival Plan® for the Mexican gray wolf established a genome bank in the US in 1990, and male wolves are selected for sperm collection based on their representation in the gamete bank. As 2017, material from 125 males has been cryopreserved in the US (U.S. Fish and Wildlife Service, 2017). During the reproductive season of 2018, the Institute of Sciences in Human Reproduction

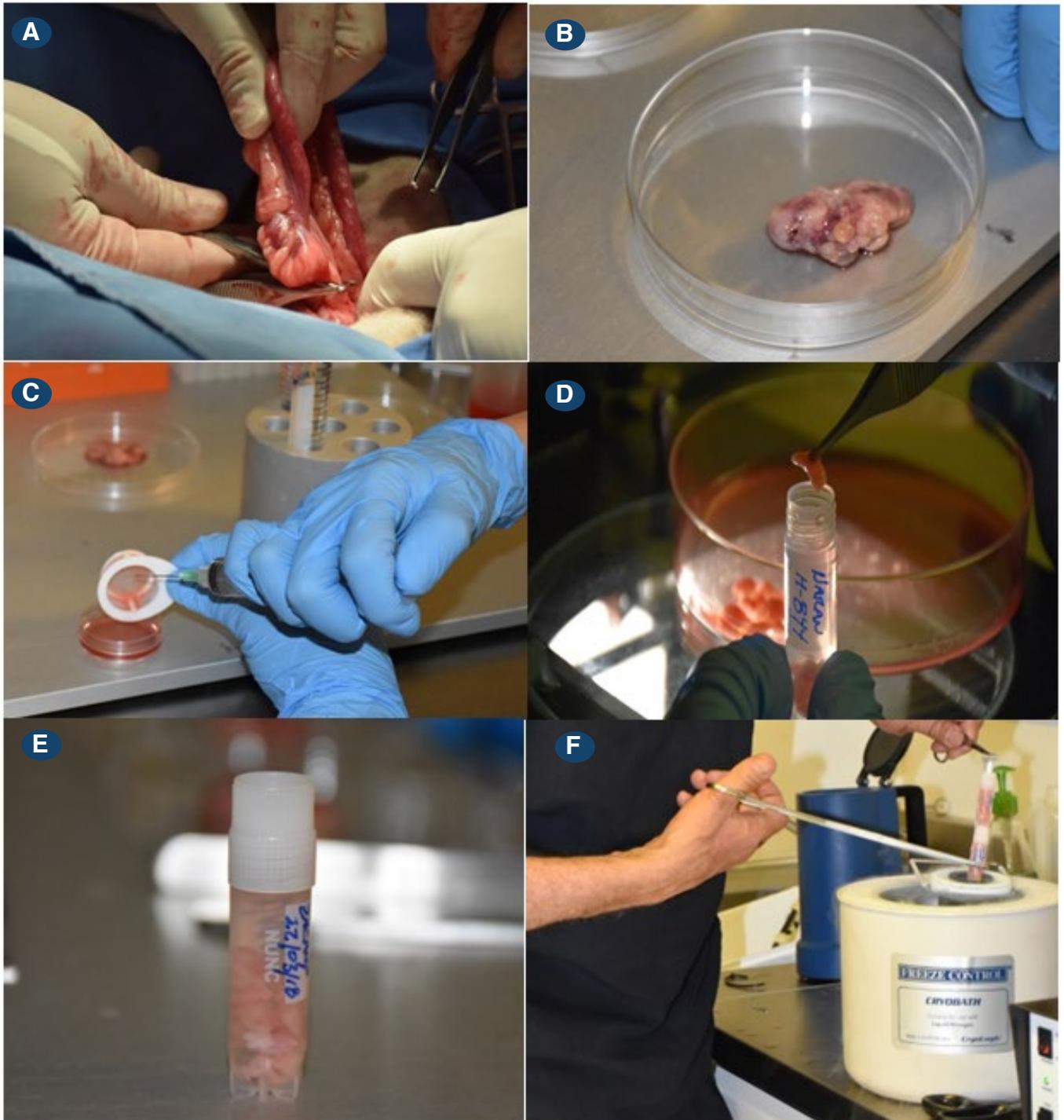


Figure 3. Cryopreservation of ovarian tissue from Mexican gray wolf female F844. **A.** Removal of ovary during surgery. **B.** Ovary without visible antral follicles. **C.** Washing of cell strainer to transfer COCs. **D.** Ovary tissue cube transferred to cryopreservation solution. **E.** Ovary pieces in cryovials ready for starting slow freezing protocol. **F.** Manual seeding in programmable freezer during slow freezing protocol.

(Instituto de Ciencias en Reproducción Humana), a Mexican human infertility clinic with a research lab, took part for the first time in the Mexican side of Mexican wolf gamete cryopreservation program. We introduced innovations based on our expertise in human, domestic and wild animal reproductive technology. The innovations included the measurements of serum testosterone along with sperm retrieval, the use commercial dog semen extender not used before in Mexican gray wolf gamete preservation and the use of a slow freezing technique for ovarian tissue.

Cryopreservation of male gametes

Our results with the males show the difficulties in banking gametes for conservation: despite all spermatozoa we obtained were cryopreserved only two doses of sperm for insemination, as defined by current artificial inseminations protocols, were obtained (Table 3).

Our results were likely affected because sperm collection was performed at the end of March, at which time we would theoretically expect a lower

Table 3. Post-thaw analysis of seminal parameters in the Mexican gray wolves studied.

Animal	Age	Ejaculate fraction	Extender	Viability (%)	Progressive motility (%)	Total motility (%) (pr+npr) ¹	Dosages ² for insemination
M982	12y 9m	1	CaniPlus Freeze	69	18	49	0
		2	CaniPlus Freeze	72	41	65	0
M1324	4y 10m	1	CaniPlus Freeze	45	19	53	0
		2	CaniPlus Freeze	64	42	63	0
M1379	3y 9m	1	CaniPlus Freeze	32	0	2	0
		2	CaniPlus Freeze	66	4	29	0
		3	CaniPlus Freeze	70	39	61	1
M1534	1y 10m	1	CaniPlus Freeze	65	15	55	0
		2	CaniPlus Freeze	60	5	54	0
M1535	1y 10m	1	CaniPlus Freeze	49	0	29	0
		2	CaniPlus Freeze	48	0	21	0

¹PR: progressive, NPR: non-progressive

² based in 200x10⁶ spermatozoa per insemination

quality of sperm compared to that at the beginning of the reproductive season from January to February, when spermatogenesis is at its peak. Unfortunately, dates were out of our control due to time required for processing paperwork and logistic reasons. Nevertheless, we were able to obtain viable sperm in the five males. In other reports, i.e. Asa *et al.* (2007) analysis was limited to ejaculates obtained in January and February. However, no report has described serial collections in the Mexican gray wolf to understand the precise timing of spermatogenic activity. Collections should be optimized in relation to timing of reproductive season, age of the animals and potentially should be scheduled to allow for more than one collection per season as it is currently performed. Nevertheless, we have show that is possible to collect sperm for insemination even within a few weeks of the end of the reproductive season.

In cryobanking male gametes with the purpose of impacting conservation of an endangered mammal, it is important to clarify that the number of sperm straws is not a good indicator of the real potential of cryopreserved gametes. Straws are variable in volume (0.25 ml, 0.5 ml), the concentration of sperm in each straw (normally from 5×10^6 to 100×10^6), and the percentage of viable sperm. Therefore, it is important to use a better parameter that indicates the real potential of producing progeny. According to the present status of reproductive technology, artificial wolf insemination with frozen semen it is requires 200×10^6 spermatozoa with at least 60% viability. In general, most animals collected in the US and Mexico did not produced the requirements for artificial insemination; the use of additives as Equex paste® (Zindl *et al.*, 2006) or CaniPlus Freeze® extender used in the present report could potentially help to improve post-freezing viability in future seasons. Further research comparing different cryopreservation extenders is required.

We included sperm morphology analysis (Table 2) in this report that is certainly a less rigorous component of sperm analysis. In human medicine through the years, stricter criteria have been used and the threshold for normal sperm has decreased (currently it is 4%). In wild animals, no standardized methods and criteria for sperm analysis are available and morphology evaluation is biased by researcher subjectivity. Sperm morphology evaluation has been performed in the Mexican gray wolf using Spermac® stain (Zindl *et al.*, 2006), but Asa *et al.* (2007) used eosin-nigrosin that is designed for vitality assessment

and not for morphology. We used a standard Papanicolaou stain (Figures 2C and 2D) which is employed in human andrology labs (WHO, 2010).

Motility is also susceptible to high variability among observers. Computer Automated Sperm Analysis (CASA) systems provide more reproducible results but do not have widespread use in human andrology. Sperm motility assessment in fresh samples by CASA has been reported for gray wolf (Christensen *et al.*, 2013). In the Mexican gray wolf, an improved sperm analysis may provide better conclusions regarding the fertility potential of sperm based on morphology and motility.

Oocyte and ovary cryopreservation

A primary challenge in gamete cryopreservation efforts for the Mexican gray wolf is in preserving female gonadal tissue. Canids have a complex oocyte maturation system in which oocytes are ovulated while still immature, and as results the success of in vitro production to produce dog embryos is limited. A recent study reported the birth of pups from in vitro fertilized embryos but with oocytes matured in vivo (Nagashima *et al.*, 2015). It will be important to test whether in vitro maturation of cryopreserved oocytes is also effective for the Mexican gray wolf, and our samples enables such studies.

Ovarian tissue cryopreservation has not been reported successful to produce offspring in wild animals (Comizzoli *et al.*, 2018) and techniques for differentiation of stem cells into mature oocytes are at their infancy. Recently, researchers reported a limited in vitro growth of follicles from dog vitrified ovaries (Ackermann *et al.*, 2017); however, it is not clear if this technique could provide normal ovarian function or at least mature oocytes. We decided to use our standard human protocol for ovarian cryopreservation using slow-freezing (Oktay *et al.*, 2000). This protocol has proven to produce normal ovarian function and spontaneous pregnancies after autologous transplantation (Oktay and Oktem 2010). Presently, fertility preservation is only a reality in humans and laboratory rodents. In terms of conservation goals for Mexican gray wolf, cryopreservation of ovarian tissue should not provide a false hope that this cryopreserved tissue is useful for reproductive purposes in the near future. An active Mexican program of research wolf gonads oocyte and ovary cryobiology and transplantation using dog and generic gray wolf gonads is urgently needed to

establish a standard protocol for ovary cryobanking in Mexican gray wolf.

Implications of gamete cryopreservation for conservation

A major aim of cryopreserving Mexican gray wolf gametes to increase or maintain genetic diversity within the population. Indeed maintaining genetic diversity has been a challenge in recovery efforts. The Mexican gray wolf recovery program currently decides yearly reproductive pairs based on low kinship of animals and logistical considerations; however, retained genetic diversity in captive population is only 83% (Siminski and Spevak, 2017). Fitak *et al.* (2018) recently reported SNP-microarray genotyping of 87 Mexican wolves that demonstrate a low representation of individuals from Aragon and Ghost Ranch lineages and a decline in genetic diversity after years of breeding among the three lineages. The combination of artificial insemination and the design of breeding pairs based on genomic information, methods that are well established in pure breed livestock associations, could help to maximize genetic diversity and increase representation of Aragon lineage, which is one of the long-term goals of recovery programs (U.S. Fish and Wildlife Service, 2017) and of specific interest for Mexico. For the wolves maintained in Mexico, the genotypes based on SNPs are not available. However, dog commercial SNP-microarrays are a cost-effective method to perform whole genome level genotyping of Mexican gray wolves. Genotyping the whole Mexican gray wolf population (in 2017, 87 animals) as well as any banked samples is an achievable goal and a desirable step for the future conservation and reintroduction planning activities for Mexican wildlife authorities.

Paternity testing is part of requirements to register domestic animals in Mexican pure breed associations of cattle, sheep and horses. This mandate is supported by Mexican federal government and works along with the National Livestock Registry (<http://www.pgn.org.mx/>). Pure breeder associations stopped using pedigrees for kinship assessment and paternity validity years ago and now all animals of particular breeds of productive species have been genotyped. These efforts are coordinated by the National Council for Livestock Genetic Resources (Consejo Nacional de Recursos Genéticos Pecuarios). Also, several cattle associations in Mexico are using genetic markers of interest for production and planning breeding based on genetic data. Con-

sequently, genetic marker assisted reproduction is not a new concept in Mexico but has not been used in wildlife species. If used, it may aid in better population management of the endangered Mexican gray wolf.

Nowadays, perhaps only somatic nuclear transfer technology can return the genome of valuable individuals to the species management programs as previously discussed (Piña-Aguilar *et al.*, 2009). Advanced technologies for conservation purposes should be considered as an alternative in Mexico (López-Saucedo *et al.*, 2010). Domestic dog cloning was reported in 2005 using *in vivo* matured oocytes (Lee *et al.*, 2006). The same technique has been successful for cloning gray wolves using domestic dog oocytes (Kim *et al.*, 2007), including the use of cells obtained post-mortem for nuclear transfer (Oh *et al.*, 2008). Using nuclear transfer with cryopreserved somatic cells (fibroblasts from skin, ovary or somatic cells from sperm) can bring back individuals of desired genomes who may have died many years ago or valuable animals who died after release in the wild. Potentially this can be a better approach considering the poor results with artificial insemination.

In other species, for which artificial insemination and intensive *ex-situ* management are in place (Howard *et al.*, 2016), somatic nuclear transfer has been proposed as a tool to preserve the genetic pool present in deceased animals (Wisely *et al.*, 2015). A discussion of the benefits and costs of conservation cloning, for the Mexican gray wolf (Piña-Aguilar *et al.*, 2009) to increase or at least maintain genetic diversity should occur in the binational recovery program to include biobanking of somatic cells and not only gametes. If there is interest in conservation cloning, somatic cells should be banked in addition to gametes. An example is the plan to recover the Northern white rhino (*Ceratotherium simum cottoni*) using cryopreserved somatic cells in San Diego Zoo's Frozen Zoo (Tunstall *et al.*, 2018). Mexico has already established a National Center of Genetics Resources (Centro Nacional de Recursos Genéticos, CNRG) in Tepatlán, Jalisco with support of the federal government for the long-term preservation of germplasm of domestic species. A matching initiative for priority wildlife species would complement the existing efforts in Mexican gray wolf conservation and would enable long-term storage of somatic cells and gametes of this endangered species and provide a safer deposit than liquid nitrogen tanks in a specific zoo.

FUTURE ACTIONS

In our view, the Mexican component of the Mexican gray wolf recovery plan requires gamete and tissue retrieval of wolves during reproductive seasons before they are released to the wild. As the wild populations represent the main hope for a potential recovery of the species in Mexico, banking gametes and somatic cells from animals released to the wild can help decrease the burden of the loss of these valuable animals after release. Of the 41 individuals liberated in Mexico from 2012 to 2016, 18 (44%) died during the first year of poisoning, car accidents and other human interactions (U.S. Fish and Wildlife Service, 2017). Therefore, as establishing a stable growing population at Sierra Madre Oriental is difficult and not yet at the level of the US, banked reproductive and somatic cells of animals that are candidates for release are vital.

Starting a scheme of artificial insemination with fresh and frozen semen in Mexican zoos is urgently needed. This will create the resources and develop species-specific expertise within the Mexican community and facilitate the annual breeding plans without the need to move animals or disrupt social structures of packs already established at facilities. The research and results detailed in this report are the product of a longstanding collaboration between our Institute and several Mexican zoos for the purpose of reproductive assessment and cryopreservation of gametes and embryos (López-Saucedo *et al.* 2013; Piña-Aguilar *et al.*, 2016). Such collaborations enable animal conservationists access to advanced assisted reproduction techniques and have proven effective for other international groups as well (Comizzoli *et al.*, 2018; Silber *et al.*, 2013).

In conclusion, our team based in Mexico successfully cryopreserved gametes of Mexican gray wolf and innovated improved cryopreservation techniques that we recommend as standard operating procedures for the Mexican gray wolf *ex situ* recovery programs in Mexico and the US. In future reproductive seasons, an active integrative research and education program is required in Mexico to achieve the specific conservation goals of the Mexican conservation community and stakeholders.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are thankful to all individuals in Mexico and US involved with the Recovery plan of Mexican gray

wolf, including Mexican Wolf SSP. We thank to Dirección de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) for the opportunity to contribute to conservation of Mexican gray wolf in Mexico. Animal handling procedures and tissue recovery across the country required the support and contribution of many individuals (veterinary teams, animal keepers and students) at Zoológico San Juan de Aragón, Parques de la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) and Parque Zoológico de León. We especially acknowledge the support of authorities in Zoos involved Claudia Lewy Sánchez-Aldana and Julieta Méndez Ruíz, Anna Sofía Manzur García-Maass and Rubén David Rocha-Lemus.

REFERENCES

- Ackermann, C.L., C.S. Asa, R. Krisher, K. Bauman, S. Casey and M.D. Lopes. 2017. Evaluation of follicular growth and tissue viability in vitrified/warmed domestic dog ovaries after in vitro culture. *Reproduction in Domestic Animals*, 52:77-81.
- Asa, C., P. Miller, M. Agnew, J.A. Rebolledo, S.L. Lindsey, M. Callahan and K. Bauman. 2007. Relationship of inbreeding with sperm quality and reproductive success in Mexican gray wolves. *Animal Conservation*, 10:326-331.
- Boutelle, S., K. Lenahan, R. Krisher, K.L. Bauman, C.S. Asa and S. Silber. 2011. Vitrification of oocytes from endangered Mexican gray wolves (*Canis lupus baileyi*). *Theriogenology*, 75:647-654.
- CEPANAF. 2018a. Zoológico El Ocotal. Available at: http://cepanaf.edomex.gob.mx/zoologico_el_ocotal [Accessed on December 30, 2018].
- CEPANAF. 2018b. Parque Ecológico de Zacango. Available at http://cepanaf.edomex.gob.mx/parque_ecologico_zacango [Accessed on December 30, 2018].
- Christensen, B.W., C.S. Asa, C. Wang, K. Bauman, M.K. Agnew, S.P. Lorton and M. Callahan. 2013. Kinematic activity of gray wolf (*Canis lupus*) sperm in different extenders, added before or after centrifugation. *Theriogenology*, 79:953-960.
- Comizzoli, P., E.E. Paulson, L.K. and McGinnis LK. 2018. The mutual benefits of research in wild animal species and human-assisted reproduction.

- Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 35:551-560.
- Fitak, R.R., S.E. Rinkevich and M. Culver. 2018. Genome-wide analysis of SNPs is consistent with no domestic dog ancestry in the endangered Mexican wolf (*Canis lupus baileyi*). *Journal of Heredity*, 109:372-383.
- Fossum, T. 2013. *Small Animal Surgery*. 4th Edition. Elsevier Mosby: Missouri
- Heffelfinger, J.R., Nowak, R.M. and D. Paetkau. 2017. Clarifying historical range to aid recovery of the Mexican wolf. *Journal and Wildlife Management*, 81:766-777.
- Howard, J.G., C. Lynch, R.M. Santymire, P.E. Marinari and D.E., Wildt. 2016. Black-footed ferret gene restoration. *Animal Conservation*, 19:102-111.
- Kim, M.K., G. Jang, H.J. Oh, F. Yuda, H.J., Kim, W.S. Hwang, M.S. Hossein, J.J. Kim, N.S. Shin, S.K. Kang, and B.C. Lee. 2007. Endangered wolves cloned from adult somatic cells. *Cloning Stem Cells*, 9:130-137.
- Kuwayama, M. 2007. Highly efficient vitrification for cryopreservation of human oocytes and embryos: the Cryotop method. *Theriogenology*, 67:73-80.
- Lara-Díaz, N.E., C.A. López-González, H. Coronel-Arellano and J.L. Cruz-Romo. 2015. Nacidos libres: en el camino a la recuperación del lobo mexicano. CONABIO. *Biodiversitas*, 119:1-6.
- Lee, B.C., M.K. Kim, G. Jang, H.J. Oh, F. Yuda, H.J. Kim, M.S. Hossein, J.J. Kim, S.K. Kang, G. Schatten and W.S. Hwang. 2006. Dogs cloned from adult somatic cells. *Nature*, 436:641.
- López-Saucedo, J.L., J.P. Ramon-Ugalde and R.E. Piña-Aguilar. 2010. ¿Es posible la recuperación de especies silvestres extintas a través de la transferencia somática nuclear? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81:587-589.
- López-Saucedo, J., J.P. Ramón-Ugalde, J. Jesús, A.M. Gutiérrez-Gutiérrez, R. Fierro and R.E. Piña-Aguilar. 2013. Superovulation, *in vivo* embryo recovery and cryopreservation for Aoudad (*Ammotragus lervia*) females using osmotic pumps and vitrification: A preliminary experience and its implications for conservation. *Tropical Conservation Science*, 6:149-157.
- Nagashima, J.B., S.R. Sylvester, J.L. Nelson, S.H. Cheong, C. Mukai, C. Lambo, J.A. Flanders, V.N. Meyers-Wallen, N. Songsasen and A.J. Travis. 2015. Live births from domestic dog (*Canis familiaris*) embryos produced by *in vitro* fertilization. *PLoS One*, 10:e0143930.
- Oh, H.J., M.K. Kim, G. Jang, H.J. Kim, S.G. Hong, J.E. Park, K. Park, C. Park, S.H. Sohn, D.Y. Kim, N.S. Shin and B.C. Lee. 2008. Cloning endangered gray wolves (*Canis lupus*) from somatic cells collected postmortem. *Theriogenology*, 70:638-647.
- Oktaý, K., H. Newton and R.G. Gosden. 2000. Transplantation of cryopreserved human ovarian tissue results in follicle growth initiation in SCID mice. *Fertil Steril*, 73:599-603.
- Oktaý, K, and O. Oktem. 2010. Ovarian cryopreservation and transplantation for fertility preservation for medical indications: report of an ongoing experience. *Fertil Steril*, 93:762-768.
- Parque Zoológico de León. 2018. Parque Zoológico de León: Available at: <http://www.zooleon.org.mx>. [Accesed on December 30, 2018].
- Piña-Aguilar, R.E., J. Lopez-Saucedo, R. Sheffield, L.I. Ruiz-Galaz, J. de J. Barroso-Padilla and A. Gutiérrez-Gutiérrez. 2009. Revival of extinct species using nuclear transfer: hope for the mammoth, true for the Pyrenean ibex, but is it time for "conservation cloning"? *Cloning Stem Cells*, 11:341-6.
- Piña-Aguilar, R.E., J. López-Saucedo, L.I. Ruiz-Galaz, J.J. Barroso-Padilla, M.C. Gallegos-Rivas, C. González-Ortega and A.M. Gutiérrez-Gutiérrez. 2016. A human reproductive approach to the study of infertility in chimpanzees: An experience at Leon's Zoological Park, Mexico. *Veterinary Research Forum*, 7:255-259.
- SEDEMA. 2018. Zoológico de Aragón. Available at: http://data.sedema.cdmx.gob.mx/zoo_aragon/ [Accesed on December 30, 2018].
- Silber, S.J., N. Barbey, K. Lenahan and D.Z. Silber. 2013. Applying clinically proven human techniques for contraception and fertility to endangered

species and zoo animals: a review. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 44:S111-122.

Siminski, D.P. 2017. *Mexican Wolf, Canis lupus baileyi*, *International Studbook, 2017*. The Living Desert, Palm Desert, California, USA.

Siminski, P. and E. Spevak. 2017. *Mexican wolf (Canis lupus baileyi) population analysis & breeding and transfer plan*. Association of Zoos and Aquariums. USA.

Tunstall, T., R. Kock, J. Vahala, M. Diekhans, I. Fiddes, J. Armstrong, B. Paten, O.A. Ryder and C.C. Steiner. 2018. Evaluating recovery potential of the northern white rhinoceros from cryopreserved somatic cells. *Genome Research*, 28:780-788.

U.S. Fish and Wildlife Service. 2017. *Mexican Wolf Biological Report: Version 2*. Region 2, Albuquerque, New Mexico, USA.

Wisely, S.M., O.A. Ryder and R.M. Santymire, J.F. Engelhardt and B.J. Novak. 2015. A Road Map for 21st Century Genetic Restoration: Gene Pool Enrichment of the Black-Footed Ferret. *Journal of Heredity*, 106:581-592.

WHO (World Health Organization). 2010. *WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen*. Fifth edition, Geneva, Switzerland.

Zindl, C., C.S. Asa and A.R. Günzel-Apel. 2006. Influence of cooling rates and addition of Equex pasta on cooled and frozen-thawed semen of generic gray (*Canis lupus*) and Mexican gray wolves (*C. l. baileyi*). *Theriogenology*, 66:1797-1802.

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. Todas las contribuciones pasan por una revisión preliminar antes de enviarse a los especialistas. Deberan cumplir con las normas editoriales y contar con una redacción clara, precisa y acorde al ámbito científico, de no seguir estos lineamientos los manuscritos no continuarán con el proceso de revisión.

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 y a color.

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 e 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, INTRODUC-

CIÓN, 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. Si el manuscrito es en idioma inglés se usará “and”, tanto para las citas en el texto como en la literatura citada. Ejemplo: (Figueira and Texeira, 1994).

II.ELEMENTOS DE LAS CONTRIBUCIONES

TÍTULO

Debe ser tanto en español como en inglés. 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 tener una extensión mínima de 150 palabras y máxima de 250 palabras, 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.

RELEVANCIA

Se debe incluir una relevancia en la que se describa la aportación del trabajo en una extensión no mayor de 40 palabras en un solo párrafo.

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. Cuando se realicen colectas y capturas de individuos deberán de indicar el número del permiso de colecta de los ejemplares cuando sea pertinente.

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, I, 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. Para las referencias que cuenten con código DOI se deberá incluir éste al final de cada cita. En el caso de que esta lista no sea congruente con el texto el trabajo será rechazado automáticamente por el editor general. Para los manuscritos en inglés, las citas también deben de ir en el mismo idioma tanto para los artículos, libros, capítulos de libro y las páginas web.

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. Código DOI. 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 lince (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 NO-MECOL-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 1 - 2019

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:

Dulce María Ávila Nájera

Horacio V. Bárcenas

Avril Carranza Kuster

Mónica Farrera Hernández

Alejandro Ganesh Marín Méndez

Salvador Mandujano

Jonatan Job Morales

Gina Marcela Quintero Gil

Juan Pablo Ramírez Silva

Hector Magaña Sevilla

Danelly Solalinde Vargas

María de Asunción Soto Álvarez

Manuel Valdés Alarcón

David Vazquez Ruiz

Heliot Zarza Villanueva



CONTENIDO

ARTÍCULOS Y NOTAS

- 1 **Los mamíferos de la isla de Ometepe en el lago Cocibolca, Pacífico Sur de Nicaragua**
Arnulfo Medina Fitoria
- 20 **Distribución potencial y notas acerca del coyote (*Canis latrans*) en Honduras**
Fausto Antonio Elvir-Valle, Héctor Orlando Portillo-Reyes y Leonel Edgardo Marineros-Sánchez
- 31 **Alimentación del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en un ambiente urbano y uno agrícola en los Valles Centrales de Oaxaca**
César Cisneros-Moreno y Matías Martínez-Coronel
- 44 **Primer registro del Tlalcoyote (*Taxidea taxus*) en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Guanajuato**
J. Manuel Rangel-Rojas, Juan F. Charre-Medellín, Tiberio C. Monterrubio-Rico y Gloria Magaña-Cota
- 51 **Primer registro municipal de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en Santiago Ixcuintla, Nayarit, México**
Diana Jatziri Guzmán-Báez y Víctor H. Luja
- 56 **Registro notable de dos mesocarnívoros en el bosque nuboso de Baja Verapaz, Guatemala**
Alejandro Mármol-Kattán, Gabriela Palomo-Muñoz, Juan Pablo Pinto-Meneses e Isabella Rosito-Prado
- 62 **Nuevo registro de margay (*Leopardus wiedii*) en Nayarit, México**
Víctor H. Luja y María G. Zamudio
- 66 **Dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y posible dispersión de semillas de ciprés (*Juniperus comitana*) en Huehuetenango, Guatemala**
Martín Viteri-Pasch y Alejandro Mármol-Kattán
- 72 **Gamete cryopreservation in the recovery program of Mexican gray wolf (*Canis lupus baileyi*): Results of reproductive season of 2018 in Mexico**
Raúl Eduardo Piña-Aguilar, Patricia Zúñiga-Sánchez, Rosa María Díaz-Salazar, Claudia González-Ortega, Beatriz Santamaria-Jiménez, Laura Elena Gómez-Montes, Herbe Monroy-Jacobo, José de Jesús Barroso-Padilla, Alvar Alonso Cruz-Tamayo y Antonio Martín Gutiérrez-Gutiérrez
- 86 **Normas editoriales para contribuciones en la *Revista Mexicana de Mastozoología*, nueva época**

REVISORES