

# Mamíferos medianos y grandes del municipio de Victoria, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México

Mammals large and medium of the municipality of Victoria, Biosphere Reserve Sierra Gorda, Guanajuato, Mexico

Juan F. Charre-Medellín<sup>◊</sup>, Gloria Magaña-Cota<sup>\*\*</sup>, Tiberio C. Monterrubio-Rico<sup>\*</sup>, Ruth Tafolla-Muñoz<sup>\*</sup>, Joel L. Charre-Luna<sup>\*\*</sup>, Francisco Botello<sup>\*\*\*</sup>

## RESUMEN

La conservación de los mamíferos en el centro de México es de vital importancia debido al papel funcional que realizan en los ecosistemas. El objetivo de este estudio es determinar la riqueza y abundancia de los mamíferos medianos y grandes en diferentes tipos de vegetación del municipio de Victoria, Guanajuato. Entre el 2007 y 2013, cinco localidades del municipio fueron muestreadas mediante la colocación de cámaras trampa sobre senderos utilizados por la fauna. Con un esfuerzo de muestreo de 9803 días-trampa registramos 18 especies de mamíferos medianos y grandes pertenecientes a seis órdenes, destacando la presencia de tres especies de felinos (lince, puma y jaguarundi). El bosque de pino-encino concentró la mayor riqueza con 17 especies, mientras que en el matorral submontano se registraron 16 especies. Estos resultados aumentan nuestra comprensión sobre los patrones regionales de riqueza y distribución de los mamíferos en zonas del centro de México, y son particularmente relevantes para el diseño de planes de manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato.

## ABSTRACT

Conservation of mammals in central Mexico is vital, because of their complex functional roles in ecosystems locally. The aim of this study is to determine the richness and abundance of medium and large size mammals in the different vegetation types in the municipality of Victoria, Guanajuato. Between 2007 and 2013 five localities of the municipality were surveyed by placing camera traps along random sites on wildlife trails. With a sampling effort of 9803 trap-days we recorded 18 species of mammals of six orders, highlighting three wild felidae (bobcat, cougar and jaguarundi). The pine-oak forest contained the highest richness with 17 species, whereas in the submontane scrub 16 species were registered. These results increase our understanding of the regional patterns of mammal richness and distribution for areas of central Mexico, and are particularly relevant for the design of management plans for the Sierra Gorda Biosphere Reserve.

Recibido: 12 de junio de 2016  
Aceptado: 29 de septiembre de 2016

### Palabras clave:

Cámara trampa; felinos; matorral submontano; tasa de captura.

### Keywords:

Camera trap; felids; submontane scrub; rate capture.

### Cómo citar:

Charre-Medellín, J. F., Magaña-Cota, G., Monterrubio-Rico, T. C., Tafolla-Muñoz, R., Charre-Luna, J. L., & Botello, F. (2016). Mamíferos medianos y grandes del municipio de Victoria, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México. *Acta Universitaria*, 26(NE-2), 62-70. doi: 10.15174/au.2016.1438

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de biodiversidad es quizás la mayor amenaza que enfrenta México en materia de conservación de sus recursos naturales. En general, la pérdida de biodiversidad se acentúa más en áreas donde se incrementa la presencia humana, afectando principalmente a las especies de mayor tamaño por los requerimientos de sus poblaciones en espacio y hábitat (Naranjo, López-Acosta & Dirzo, 2010).

El fenómeno de la defaunación (es decir, la pérdida de la fauna por causas humanas *sensus* [Dirzo & Miranda, 1991]) tiene complejos efectos en los ecosistemas. Se ha demostrado que la pérdida de fauna, en particular de las especies de mayor tamaño, afecta la estructura, dinámica y diversidad de los distintos tipos de vegetación como praderas, bosques templados y selvas tropicales (Dirzo & Gutiérrez, 2006). Por ejemplo, se estima que

\* Laboratorio de Ecología de Vertebrados Terrestres Prioritarios, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Avenida Francisco J. Mújica s/n, Ciudad Universitaria, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, México, C.P. 58030. Correos electrónicos: jfcharre@yahoo.com.mx; tmonter2002@yahoo.com.mx; ra\_ss\_tm@hotmail.com; chalu542009@hotmail.com

\*\* Museo de Historia Natural Alfredo Dugès, Universidad de Guanajuato. Lascuráin de Retana núm. 5, Col. Centro, Guanajuato, Gto., México, C.P. 36000. Correo electrónico: gemc@ugto.mx

\*\*\* Departamento de Monitoreo Biológico y Planeación de Conservación, Conservación Biológica y Desarrollo Social, A. C. Calle Nueve núm. 52, Int. 4, Colonia Espartaco, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04870. Correo electrónico: franciscobotello@conbiodes.com

◊ Autor de correspondencia.

en las selvas tropicales los mamíferos de gran tamaño son centrales en procesos ecológicos, como son la dispersión y depredación de semillas y la herbivoría. La ausencia de mamíferos grandes o medianos tiene un efecto que hace más simple la estructura y diversidad de la vegetación, por lo que cualquier cambio en la composición de la mastofauna altera diversos procesos ecológicos, como el reclutamiento de plántulas en el sotobosque, empobreciendo la composición de especies de árboles (Camargo-Sanabria & Mendoza, 2016; Dirzo & Gutiérrez, 2006; Mendoza-Ramírez & Camargo-Sanabria, 2014; Ripple *et al.*, 2014).

La cacería y la pérdida del hábitat han venido afectando severamente a las poblaciones de las especies de mayor tamaño, y la evidencia indica que la defaunación en cada localidad o región varía en intensidad y es diferencial, siendo los mamíferos medianos y grandes los más afectados, mientras que los pequeños roedores son menos afectados o incluso algunas especies son favorecidas (Dirzo, Mendoza & Ortiz, 2007; Ramírez-Mejía & Mendoza, 2010).

En este sentido, es importante evaluar para los diferentes biomas de cada región de México la condición en que se encuentra la composición de las comunidades de mamíferos medianos y grandes, tanto para garantizar el papel funcional que realizan como para identificar las acciones más adecuadas en su manejo y conservación, ya que son cazados por causar daño a los cultivos o al ganado, o bien, para ser consumidos como “carne de monte” (Lavariega, Briones-Salas & Gómez-Ugalde, 2012).

El primer paso para conocer a la comunidad de mamíferos es la realización de inventarios mastofaunísticos, cuyo propósito es identificar la composición de especies en términos taxonómicos, y mediante sus papeles funcionales contar con una medida de las relaciones ecológicas existentes en una zona o bioma. Una vez obtenido el inventario para una localidad o tipos de vegetación, los datos permiten la comparación con otros sitios para destacar los atributos de la biodiversidad a nivel local, regional, estatal o nacional, permitiendo detallar los mapas de distribución de las especies e identificar la severidad del impacto de las actividades humanas en cada región (Tobler, Carrillo-Percastegui, Leite, Mares & Powell, 2008).

Una de las regiones de México para la cual se desconocía su rica biodiversidad es la Sierra Gorda de Guanajuato, región declarada como Reserva de la Biosfera en el 2007, por ser una zona que mantenía cobertura de vegetación primaria, además de su importancia en cuanto a regulación climática e hidrológica y a su alta biodiversidad de especies y recursos

biológicos (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio], 2012). Según la declaratoria de reserva publicada por el *Diario Oficial* (2007), esta cuenta con una notable variedad orográfica que permite el desarrollo de una gran diversidad de especies de flora y fauna (*Diario Oficial*, 2007). A pesar de ello, la región ha sido estudiada muy poco con respecto a la diversidad de vertebrados, fundamentalmente mamíferos. Con base en la información preliminar, en la declaratoria de reserva se estimaba la presencia de 42 especies de mamíferos (*Diario Oficial*, 2007). Sin embargo, al comparar con las estimaciones existentes para la Sierra Gorda de Querétaro, con la cual comparte orografía y varios ambientes similares, se han reportado 131 especies de mamíferos para 383 567 ha (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [Conanp], 2005), evidenciando la necesidad de actualizar la información referente a la estructura de las comunidades de mamíferos en el estado de Guanajuato.

En los últimos años, la información sobre la composición de especies de mamíferos presentes en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (RBSGG) se ha incrementado gracias al muestreo de la fauna mediante el uso de cámaras trampa, las cuales permitieron registrar por primera vez para la reserva, y para el estado de Guanajuato, especies de felinos en categoría de riesgo de extinción en México, como el ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo (*L. wiedii*) y jaguarundi (*Herpailurus yaguaroundi*), especies crípticas y raras que son difíciles de registrar (Charre-Medellín, Sánchez-Cordero, Magaña-Cota, Álvarez-Jara & Botello, 2012; Iglesias *et al.*, 2008). No obstante, hasta el momento todavía no existen programas de mediano o largo plazo que efectúen un monitoreo de la diversidad y abundancia de mamíferos presentes en la reserva.

De esta manera, el objetivo de este trabajo es proporcionar información base que contribuya en la planeación para la conservación y manejo de la reserva, determinando la composición y estructura de la comunidad de mamíferos medianos y grandes en los diferentes tipos de vegetación existentes en el municipio de Victoria, en la RBSGG.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

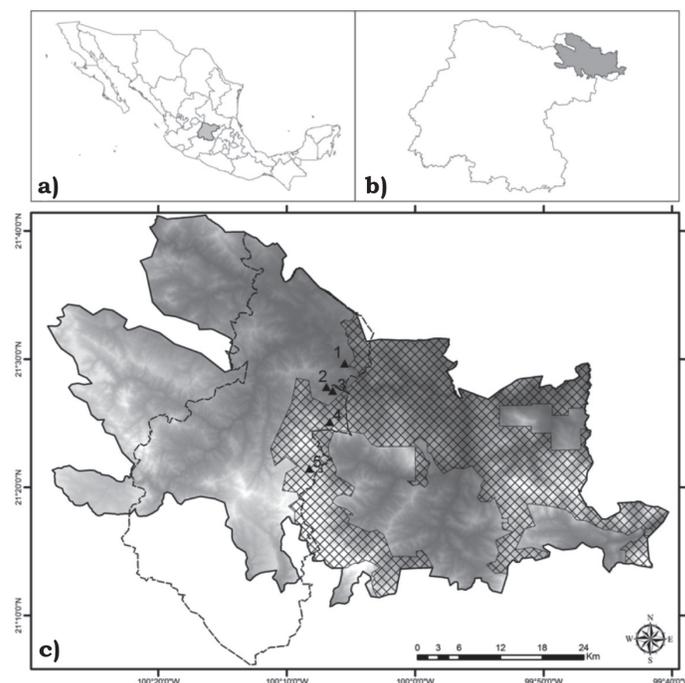
El municipio de Victoria tiene una extensión de 1046 km<sup>2</sup> y se localiza al noroeste del estado de Guanajuato, en la región denominada Sierra Gorda, la cual

ocupa 8.9% del territorio estatal y es la región con mayor extensión y cobertura de vegetación natural no antropizada en el estado (figura 1) (Cuevas & Zorrilla, 2012). La RBSGG ocupa el 77% de la superficie del municipio de Victoria y presenta un gradiente altitudinal desde 900 m a 2600 m, donde se desarrollan bosques de encino, pino-encino, además de matorrales xerófilos submontanos y crasicales (Zamudio, 2012). En este estudio se muestreó en cinco localidades (El Sabino, El Platanito, San Isidro de las Palmas, Puerto de Palmas y Derramaderos) ubicadas al este del municipio de Victoria, en los límites entre la zona núcleo y zona de amortiguamiento de la RBSGG, entre los 900 m y 2200 m de elevación (figura 1). Las localidades de El Sabino, El Platanito y San Isidro de las Palmas presentan mayormente matorral submontano, mientras que en Puerto de Palmas y Derramaderos predominan los bosques de pino-encino.

### Diseño de muestreo

Entre 2007 y 2013 se efectuaron tres periodos de muestreo en las cinco localidades seleccionadas (figura 1). Se instalaron cámaras trampa sobre veredas,

barrancas y en riberas de cuerpos de agua, a una altura entre 30 cm y 50 cm del nivel del suelo con una separación entre cámara mayor a 500 m. El primer periodo fue de octubre del 2007 a mayo del 2009 en las localidades de El Sabino, El Platanito y San Isidro de Las Palmas, donde se colocaron 19 cámaras trampa análogas modelo Sthealth-Cam TM de 35 mm, las cuales están limitadas por el número de fotos en el rollo, programándose para que se activaran en un lapso de una hora entre foto y foto. Además, como solo pueden registrar la fecha o la hora, cada cámara se programó de manera alternada para que el 50% de cámaras registrara la hora y el 50% la fecha (O'Connell, Nichols & Karanth, 2011). Un segundo muestreo fue entre mayo del 2009 y mayo del 2010 para las localidades de El Sabino, El Platanito, Puerto de Palmas y Derramaderos, colocándose 17 cámaras digitales Wildview Xtreme de cinco megapíxeles, se programaron para obtener tres fotografías en cada detección. Finalmente, se realizó un tercer muestreo de enero del 2012 a agosto del 2013 en la localidad El Platanito, donde se colocaron tres cámaras-trampa digitales LTL Acorn de 12 megapíxeles y se programaron para que obtener tres fotografías por evento.



**Figura 1.** Localización del área de estudio. a) Ubicación de Guanajuato. b) Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato. c) Localidades muestreadas: 1. El Sabino, 2. El Platanito, 3. San Isidro de las Palmas, 4. Puerto de Palmas y 5. Derramaderos. El polígono punteado delimita al municipio de Victoria, y la cuadrícula identifica la zona núcleo de la Reserva.

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de datos

Se consideró la riqueza de especies como el número de especies registradas en una comunidad como la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de rareza o estatus o importancia (Moreno, 2001). Además, se utilizó el estimador de cobertura basado en la incidencia (*Incidence based Coverage Estimator* [ICE]) y el estimador de tipo Jackknife de primer orden para estimar la riqueza esperada a partir del esfuerzo de campo realizado por tipo de vegetación (Moreno, 2001). La ICE se basa en el número de especies raras (las observadas en menos de 10 unidades de muestreo), mientras que Jack 1 es una función del número de especies presentes en solo una unidad de muestreo (González-Oreja, De la Fuente-Díaz-Ordaz, Hernández-Santín, Buzo-Franco & Bonache-Regidor, 2010; Moreno, 2001). Los análisis de riqueza fueron realizados utilizando el programa EstimateS 9.1. La taxonomía seguida en este estudio es la sugerida por Sánchez (2014).

La abundancia relativa, vista como tasa de captura, es uno de los primeros atributos poblacionales a evaluar cuando no se dispone de información previa de las especies en una zona, de tal manera que a partir de los registros independientes obtenidos para ciclos de 24 h se calculó la tasa de captura. Se entiende por *registro independiente* una o más fotografías obtenidas sobre un individuo o grupo de individuos reconocibles para cada ciclo de 24 h. En caso de obtenerse varias fotografías en una misma cámara en distintos horarios sobre la misma especie y no reconocibles como individuos distintos, se consideran como un solo registro independiente. En el caso de las fotografías en las que se observó más de un individuo, el número de registros independientes considerado fue igual al número de individuos observados en la misma (Botello, Sánchez-Cordero & González, 2008; Monroy-Vilchis, Zarco-González, Rodríguez-Soto, Soria-Díaz & Urios, 2011). La tasa de captura es un índice de abundancia relativa y se calcula dividiendo el número de registros de una especie entre el esfuerzo de captura (días-trampa) (O'Brien, Kinnaird & Wibisono, 2003; Rovero & Marshall, 2009). La tasa de captura se estandarizó a 100 días-trampa para comparar los datos con otros estudios (Carbone *et al.*, 2001; Silveira, Jácomo & Diniz-Filho, 2003; Silver, 2004).

Tanto la riqueza de especies como la tasa de captura se compararon entre los tipos de vegetación en los que se registraron las especies. Para identificar el tipo de vegetación se utilizó la serie IV del uso del suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía

(INEGI, 2010). Se evaluó el número de especies y de registros por cada tipo de vegetación. Se emplearon herramientas de Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.3 para proyectar espacialmente los registros y la serie IV del uso del suelo y vegetación.

## RESULTADOS

Con un esfuerzo de captura total de 9803 días-trampa, se obtuvieron 861 registros de 18 especies de mamíferos para el municipio de Victoria en la RBSGG (tabla 1). La riqueza registrada se encuentra integrada en seis órdenes y diez familias, siendo el orden Carnívora el que presenta el mayor número, con 12 especies en cinco familias (tabla 1).

Las especies con la mayor cantidad de registros y mayor tasa de captura fueron la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y cacomixtle (*Bassariscus astutus*), respectivamente (tabla 1), mientras que para el mapache (*Procyon lotor*) se obtuvo solo un registro (tabla 1).

Entre las especies registradas destacan tres de las seis especies de felinos que habitan en México: lince (*Lynx rufus*), puma (*Puma concolor*) y el jaguarundi (*H. yagouaroundi*) (figura 2), este último en categoría de amenazado de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2010).

El esfuerzo de muestreo se concentró en bosque de pino-encino y matorral submontano de las cinco localidades de muestreo, con 3235 y 6568 días-trampa, respectivamente. De acuerdo con la riqueza de especies observada y a la estimada por ICE y Jack 1, el bosque de pino-encino presenta mayor riqueza con 17 especies (figura 3), siendo el coatí (*Nasua narica*) la única especie registrada en el estudio que no fue observada en este tipo de vegetación, mientras que en el matorral submontano se registraron 16 especies, siendo la comadreja (*Mustela frenata*) y el mapache las especies que no se registraron en este tipo de vegetación (tabla 2). De acuerdo con el estimador ICE y Jack 1, la riqueza máxima en el bosque de pino-encino es de  $23.4 \pm 6.4$  y  $22.5 \pm 1.5$ , respectivamente, mientras que para el matorral submontano la riqueza máxima de ICE y Jack 1 fue de  $16.4 \pm 2.4$  y  $17.9 \pm 1.3$ , respectivamente.

En general, las especies más abundantes en los dos tipos de vegetación fueron la zorra gris, el venado cola blanca y el cacomixtle, a pesar de las diferencias en el número de registros obtenido en cada una de las especies y tipo de vegetación (tabla 2).

**Tabla 1.** Riqueza y tasa de captura de los mamíferos registrados para municipio de Victoria en la RBSGG. \*Número de registros por cada 100 días-trampa de esfuerzo.

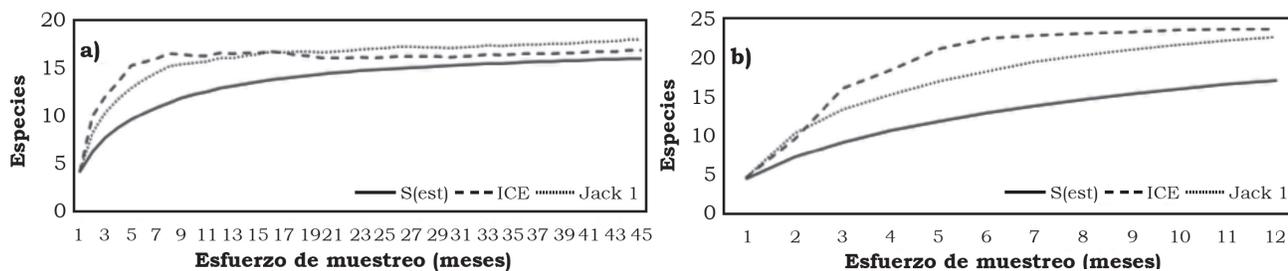
Orden	Familia	Especie	Registros independientes	Tasa de captura*
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	20	0.2
Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	3	0.03
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	72	0.73
Carnivora	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	13	0.13
		<i>Puma concolor</i>	11	0.11
		<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	3	0.03
	Canidae	<i>Canis latrans</i>	8	0.08
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	325	3.32
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	3	0.03
	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	30	0.31
		<i>Mephitis macroura</i>	16	0.16
		<i>Spilogale gracilis</i>	4	0.04
Procyonidae		<i>Bassariscus astutus</i>	87	0.89
	<i>Nasua narica</i>	15	0.15	
	<i>Procyon lotor</i>	1	0.01	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	196	2
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus</i> sp.	47	0.48
		<i>Otospermophilus variegatus</i>	7	0.07

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 2.** Registrados notables de felinos durante el estudio. a) Puma en la localidad de El Platanito. b) Lince registrado en bosque de pino-encino en Puerto de Palmas. c) Jaguarundi en la localidad de El Platanito.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3.** Evaluación de la riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes en función del esfuerzo de muestreo realizado por tipo de vegetación, a partir de dos estimadores no paramétricos. a) Matorral submontano. b) Bosque de pino-encino.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.**

Riqueza y tasa de captura de los mamíferos por tipo de vegetación para municipio de Victoria en la RBSGG (número de registros). Tasa de captura expresada en número de registros por cada 100 días-trampa de esfuerzo.

Especie	Matorral submontano	Bosque de pino-encino
<i>Didelphis virginiana</i>	(17) 0.25	(3) 0.09
<i>Dasytus novemcinctus</i>	(2) 0.03	(1) 0.03
<i>Sylvilagus floridanus</i>	(46) 0.70	(26) 0.80
<i>Lynx rufus</i>	(10) 0.15	(3) 0.09
<i>Puma concolor</i>	(10) 0.15	(1) 0.03
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	(2) 0.03	(1) 0.03
<i>Canis latrans</i>	(6) 0.09	(2) 0.06
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	(217) 3.30	(108) 3.33
<i>Mustela frenata</i>	(0) 0	(3) 0.09
<i>Conepatus leuconotus</i>	(22) 0.33	(8) 0.24
<i>Mephitis macroura</i>	(13) 0.19	(3) 0.09
<i>Spilogale gracilis</i>	(3) 0.04	(1) 0.03
<i>Bassariscus astutus</i>	(62) 0.94	(25) 0.77
<i>Nasua narica</i>	(15) 0.22	(0) 0
<i>Procyon lotor</i>	(0) 0	(1) 0.03
<i>Odocoileus virginianus</i>	(139) 2.11	(57) 1.76
<i>Sciurus sp.</i>	(36) 0.54	(11) 0.34
<i>Otospermophilus variegatus</i>	(3) 0.04	(4) 0.12

Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Para el estado de Guanajuato, se han reportado 93 especies de mamíferos, de las cuales 26 son consideradas mamíferos de talla mediana o grande: *Didelphis virginiana*, *Dasytus novemcinctus*, *Lepus callotis*, *Lepus californicus*, *Sylvilagus audobonii*, *Sylvilagus floridanus*, *Sciurus aureogaster*, *Sciurus oculatus*, *Otospermophilus variegatus*, *L. rufus*, *P. concolor*, *H. yagouaroundi*, *L. pardalis*, *L. wiedii*, *U. cinereoargenteus*, *Canis latrans*, *M. frenata*, *Taxidea taxus*, *Mephitis macroura*, *Spilogale gracilis*, *Conepatus leuconotus*, *B. astutus*, *N. narica*, *P. lotor*, *Pecari tajacu*, *O. virginianus* (Sánchez, 2014). En este estudio se registró el 69% de las especies de mamíferos de esa categoría registrados para el estado.

Con base en los resultados, la zona estudiada presenta la mayor riqueza de mamíferos medianos y grandes identificada hasta ahora para el estado de Guanajuato. Anteriormente, se habían reportado entre 9 y 13 especies de mamíferos medianos y grandes para localidades de los municipios de Xichú y Victoria,

respectivamente (Cecaira-Ricoy *et al.*, 2012; Iglesias-Hernández, Sánchez-Cordero, Magaña-Cota, Bolaños & Botello, 2012). Ninguno de los dos estudios reportó la presencia de la comadreja y jaguarundi dentro de sus listados. En este estudio, la ardilla gris *Sciurus sp.* no se logró verificar a nivel específico, debido a que por su ubicación es posible encontrar por lo menos dos especies simpátricas: *S. aureogaster* y *S. oculatus* (Sánchez, 2014). *S. oculatus* es endémica para el centro de México y es una especie sujeta a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, a pesar de que el jabalí *P. tajacu* no fue registrado durante el periodo de muestreo, existe evidencia fotográfica reciente de su presencia en la zona de estudio (Charre-Medellín *et al.*, en prensa).

La evidencia de la presencia de ocelote y tigrillo en el municipio vecino de Xichú, a menos de 30 km de nuestra área de estudio (Iglesias *et al.*, 2008), sumado a los registros de jaguarundi, lince y puma reportados en este estudio, contribuyen a la delimitación de la distribución actual de los felinos de México. Así, en la RBSGG hay presencia de casi todas las especies de felinos del país, faltando por confirmar la presencia del jaguar, el cual presenta hasta el momento solamente distribución potencial para la región de estudio (Dueñas-López *et al.*, 2015).

Debido a que el uso de la tasa de captura tiene como objetivo distinguir factores asociados a las variaciones de abundancia de las especies entre diferentes sitios o hábitats, o bien, a lo largo del tiempo (Aranda, Botello & Buen, 2012; Cortés-Marcial & Briones-Salas, 2014; Walker, Novaro & Nichols, 2000), la tasa de captura de las especies se puede correlacionar con las características de los hábitats presentes en un área y provee una aproximación de la abundancia absoluta de la población en cada sitio de estudio (Carbone *et al.*, 2001; Gutiérrez-González, 2008; Silveira *et al.*, 2003). En este sentido, las tres especies más abundantes registradas en este estudio (zorra gris, venado cola blanca y cacomixtle) son consideradas especies generalistas, tolerantes a la actividad humana y presentan una distribución extensa en el país (Fritzell & Haroldson, 1982; Poglajen-Neuwall & Toweill, 1988; Smith, 1991). Al contrario de lo que pasa con los felinos, los cuales tienden a presentar distribuciones discontinuas localmente sobre amplias regiones, al ser especialistas de hábitat o dieta y presentar densidades poblacionales bajas (Aranda, 2012).

A pesar de que el mapache, la comadreja y el coati son especies consideradas generalistas y abundantes en México, en este estudio estas tres especies presentaron menos de 20 registros, por lo que su

abundancia a nivel local no es uniforme y puede estar respondiendo la disponibilidad de recursos y calidad del hábitat (Aranda, 2012). El mapache fue escaso, ya que es una especie asociada a cuerpos de agua permanentes (Moya-Aguiar, 2012), mientras que la comadreja es una especie que se mueve poco fuera del estrato bajo de la vegetación, evitando espacios abiertos o veredas donde es vulnerable, y en general presenta mayores abundancias en áreas perturbadas y fragmentadas (Contreras-Moreno, De la Cruz, Juárez-López & Hidalgo-Mihart, 2015; Estrada, Rivera & Coates-Estrada, 2002). En el caso de coatí, su abundancia puede estar influida por la presión de caza y por la disponibilidad de recursos alimenticios, los cuales normalmente se encuentran en mayor medida en ambientes tropicales (Costa, Mauro & Silva, 2015). Por lo tanto, podemos asumir que el patrón observado en riqueza y abundancia de los mamíferos coincide con riquezas de sitios conservados, y en el área de estudio las abundancias no son uniformes, existiendo preferencias entre las especies, respondiendo en forma individual a factores ambientales y ecológicos, los cuales deben ser puestos a prueba en estudios posteriores.

A pesar de que se ha demostrado que el muestreo con trampas cámara tiene un sesgo en la probabilidad de registrar a las especies, debido al tamaño corporal, hábitos o temporalidad (Anile & Devillard, 2016), en este estudio se registraron especies medianas como el cacomixtle y especies grandes como el venado cola blanca, en abundancias similares, por lo que es posible que exista un umbral de tallas inferiores a sobre las cuales el muestreo con cámara no refleje las abundancias reales, como en armadillos o ardillas. También es importante encontrar procedimientos metodológicos que permitan corregir los sesgos y validar las estimaciones de abundancia, quizás en experimentos mediante trampas de exclusión selectiva o marcaje individual de individuos en combinación con cámaras trampa.

El trampeo fotográfico representó una herramienta útil y no invasiva para documentar la riqueza y abundancia de mamíferos presentes en el área de estudio; un inventario que no hubiese incluido cámaras podría quizás haber determinado un porcentaje cercano al 30% de las especies registradas, como se ha observado en otras regiones templadas cercanas como la cuenca de Cuitzeo (Guido-Lemus, 2012).

A pesar de que la Sierra Gorda todavía presenta vegetación con bajo impacto humano, la influencia del hombre en algunos sitios podría afectar la flora y la fauna, debido a los efectos de la pérdida de hábi-

tat y la cacería, los cuales no son independientes, ya que la destrucción del hábitat abre el acceso a nuevas áreas para los cazadores y la cacería tiene un impacto mayor en poblaciones de mamíferos que ya han sido diezmada por la pérdida del hábitat (Ramírez-Mejía & Mendoza, 2010). La presión de caza podría jugar un papel fundamental en la conservación de los mamíferos medianos y grandes de la región, sin embargo, hasta el momento se desconoce el impacto que pueda tener sobre las poblaciones de dichas especies.

## CONCLUSIONES

El uso de trampas cámara, como el método que permitió medir el esfuerzo de muestreo, mostró ser eficiente al registrar más del 80% de los mamíferos medianos y grandes que se esperarían estar presentes en la zona de estudio. Los resultados de este trabajo incrementan notablemente el conocimiento sobre la diversidad y abundancia de los mamíferos grandes y medianos en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda y serán fundamentales en las decisiones de conservación y manejo dentro de la reserva. Sin embargo, se requiere continuar con el monitoreo de la fauna silvestre en la región, incrementando el esfuerzo de muestreo en algunas otras localidades y tipos de vegetación de la RBSGG, con el fin de documentar la diversidad existente, no solo en el municipio de Victoria, sino en toda la Reserva, con el fin de establecer planes adecuados de aprovechamiento y conservación de las especies.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las autoridades comunales de las localidades El Sabino, El platanito, San Isidro de las Palmas, Puerto de Palmas y Derramaderos. A Nicolás Pérez (Q.E.P.D) por toda su ayuda en campo. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (Concyteg) por el financiamiento otorgado para la realización este proyecto (Convenio: 08-16-K662-087). Al Museo de Historia Natural Alfredo Dugès y Departamento de Comunicación y Divulgación Científica de la Universidad de Guanajuato y a la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) por otorgar las facilidades para la preparación del manuscrito. Charre-Medellín agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca otorgada (239248). Charre-Luna agradece a Comisión Nacional Forestal (Conafor) por el apoyo otorgado mediante el Programa de Pago por Servicios Ambientales (2010-2014).

## REFERENCIAS

- Anile, S., & Devillard, S. (2016). Study design and body mass influence RAls from camera trap studies: evidence from the Felidae. *Animal Conservation*, 19(1), 35-45.
- Aranda, M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).
- Aranda, M., Botello, F., & Buen, L. (2012). Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(3), 778-784.
- Botello, F., Sánchez-Cordero, V., & González, G. (2008). Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. En C. Monterrubio, E. Espinoza & J. Ortega (Eds.), *Avances en el estudio de los mamíferos en México II* (pp. 335-341). México: Asociación Mexicana de Mastozoología / El Colegio de la Frontera Sur.
- Camargo-Sanabria, A., & Mendoza, E. (2016). Interactions between terrestrial mammals and the fruits of two neotropical rainforest tree species. *Acta Oecologica*, 73(1), 45-52.
- Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J., & Smit, W. (2001). The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation*, 4(1), 75-79.
- Cecaira-Ricoy, R., Iglesias-Hernández, J., Charre-Medellín, J., Bolaños, R., Magaña-Cota, G., Sánchez-Cordero, V., & Botello, F. (2012). Registros notables de tres especies de mamíferos en la reserva de la biosfera Sierra Gorda de Guanajuato. En *La biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado* (pp. 280-282). México: Conabio / Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE).
- Charre-Medellín, J., Sánchez-Cordero, V., Magaña-Cota, G., Álvarez-Jara, M., & Botello, F. (2012). Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) in Guanajuato, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 57(1), 117-118.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) (2005). Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida *Reserva de la Biosfera, Sierra Gorda de Guanajuato*. México: Conanp / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) / Instituto de Ecología de Guanajuato (IEE).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (2012). *La biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado*. México: Conabio / Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE).
- Contreras-Moreno, F., De la Cruz, A., Juárez-López, R., & Hidalgo-Mihart, M. (2015). Primer registro de la comadreja (*Mustela frenata*) en el estado de Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 31(3), 488-490.
- Cortés-Marcial, M., & Briones-Salas, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1433-1448.
- Costa, E., Mauro, R., & Silva, J. (2015). Group composition and activity patterns of brown-nosed coatis in savanna fragments, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(4), 985-991.
- Cuevas, J., & Zorrilla, M. (2012). Localización y superficie. En *La biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado* (pp. 28-37). México: Conabio / Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE).
- Diario Oficial (2 de febrero de 2007). *Área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la zona conocida como Sierra Gorda de Guanajuato localizada en los municipios de Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Catarina, Victoria y Xichú, en el Estado de Guanajuato* (pp. 22). México.
- Dirzo, R., & Gutiérrez, G. (2006). *Análisis de los efectos ecológicos del aprovechamiento forestal en el Corredor Biológico Mesoamericano: mamíferos, plantas y sus interacciones*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB / Conabio proyecto No. BJ005.
- Dirzo, R., Mendoza, E., & Ortiz, P. (2007). Size-related differential seed predation in a heavily defaunated neotropical rain forest. *Biotropica*, 39(3), 355-362.
- Dirzo, R., & Miranda, A. (1991). Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: A case study of the possible consequences of contemporary defaunation. En P. Price, T. Lewinsohn, G. Fernandes & W. Benson (Eds.), *Plant-animal interactions: Evolutionary ecology in tropical and temperate regions* (pp. 273-287). New York: Wiley y Sons.
- Dueñas-López, G., Rosas-Rosas, O., Chapa-Vargas, L., Bender, L., Tarango-Arámula, L., Martínez-Montoya, J., & Alcántara-Carbajal, J. (2015). Connectivity among jaguar populations in the Sierra Madre Oriental, Mexico. *Therya*, 6(2), 449-467.
- Estrada, A., Rivera, A., & Coates-Estrada, R. (2002). Predation of artificial nests in a fragmented landscape in the tropical region of Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*, 106(2), 199-209.
- Fritzell, E., & Haroldson, K. (1982). *Urocyon cinereoargenteus*. *Mammalian Species*, 189(1), 1-8.
- González-Oreja, J., De la Fuente-Díaz-Ordaz, A., Hernández-Santín, L., Buzo-Franco, D., & Bonache-Regidor, C. (2010). Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33(1), 31-45.
- Guido-Lemus, D. (2012). *Riqueza de la comunidad de mamíferos silvestres de la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán, una comparación utilizando métodos de muestreo* (Tesis de licenciatura). Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: México.
- Gutiérrez-González, C. (2008). *La comunidad de carnívoros en dos tipos de vegetación de la zona semiárida de Cadereyta, Querétaro*. México: Instituto de Ecología A. C.
- Iglesias, J., Sánchez-Cordero, V., Magaña-Cota, G., Bolaños, R., Aranda, M., Hernández, R., & Botello, F. (2008). Noteworthy records of margay, *Leopardus wiedii* and ocelot, *Leopardus pardalis* in the state of Guanajuato, Mexico. *Mammalia*, 72(4), 347-349.
- Iglesias-Hernández, J., Sánchez-Cordero, V., Magaña-Cota, G., Bolaños, R., & Botello, F. (2012). Diversidad de mamíferos medianos y grandes en el municipio de Xichú. En *La biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado* (pp. 275-276). México: Conabio / Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE).

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Conjunto nacional de uso de suelo y vegetación a escala 1:250,000, serie IV*. México: INEGI.
- Lavariega, M., Briones-Salas, M., & Gómez-Ugalde, R. (2012). Mamíferos medianos y grandes de la sierra de Villa Alta, Oaxaca, México. *Mastozoología Neotropical*, 19(2), 225-241.
- Mendoza-Ramírez, E., & Camargo-Sanabria, A. (2014). Interacciones entre plantas y mamíferos: un elemento clave para conservar la diversidad de las selvas. *Biodiversitas*, 115(1), 1-6.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L., & Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 373-383.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Moya-Aguilar, L. (2012). *Diversidad de los vertebrados terrestres en la Subcuenca Esperanza-Soledad-Santa Ana, del municipio de Guanajuato, Guanajuato*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Naranjo, E., López-Acosta, J., & Dirzo, R. (2010). La cacería en México. *Biodiversitas*, 91(1), 6-10.
- O'Brien, T., Kinnaird, M., & Wibisono, H. (2003). Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical landscape. *Animal Conservation*, 6(2), 131-139.
- O'Connell, A., Nichols, J., & Karanth, K. (2011). Evaluating types and features of camera traps in ecological studies: A guide for researchers. En D. Swann, K. Kawanishi & J. Palmer (Eds.), *Camera traps in animal ecology: Methods and Analyses* (pp. 27-47). Japon: Springer.
- Poglayen-Neuwall, I., & Towell, D. (1988). *Bassariscus astutus*. *Mammalian Species*, 327(1), 1-8.
- Ramírez-Mejía, D., & Mendoza, E. (2010). El papel funcional de la interacción planta-mamífero en el mantenimiento de la diversidad tropical. *Biológicas*, 12(1), 8-13.
- Ripple, W., Estes, J., Beschta, R., Wilmers, C., Ritchie, E., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M., Schmitz, O., Smith, D., Wallach, A., & Wirsing, A. (2014). Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 343(6167), 6167.
- Rovero, F., & Marshall, A. (2009). Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *Journal of Applied Ecology*, 46(5), 1011-1017.
- Sánchez, O. (2014). Sinopsis de los mamíferos silvestres del estado de Guanajuato, México, y comentarios sobre su conservación. *Therya*, 5(2), 369-422.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2010). *Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. México: Semarnat.
- Silveira, L., Jácomo, A., & Diniz-Filho, J. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114(3), 351-355.
- Silver, S. (2004). *Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara*. New York: Wildlife Conservation Society.
- Smith, W. (1991). *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species*, 388(1), 1-13.
- Tobler, M., Carrillo-Percegui, S. E., Leite, R., Mares, R., & Powell, G. (2008). An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, 11(3), 169-178.
- Walker, S., Novaro, J., & Nichols, J. (2000). Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Mastozoología Neotropical*, 7(2), 73-80.
- Zamudio, S. (2012). Diversidad de ecosistemas del estado de Guanajuato. En *La biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado* (pp. 21-55). México: Conabio / Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE).