



INVENTARIO DE MAMÍFEROS TERRESTRES Y ARBORÍCOLAS DE LA RESERVA DEL VALLE MAMONÍ DEL DISTRITO DEL CHEPO, PANAMÁ

INVENTORY OF TERRESTRIAL AND ARBOREAL MAMMALS OF THE MAMONÍ VALLEY RESERVE OF DISTRICT CHEPO, PANAMA

NELSON GUEVARA A.^{1, 2, 3} | MELISSA LÓPEZ¹

¹Fundación Biomundi, Brisas del Lago, Panamá.

²Colegio de Biólogos de Panamá (COBIOPA), Universidad de Panamá. Panamá.

³Centro de Investigación y Capacitación en Conservación de la Biodiversidad, Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA), Panamá.

RESUMEN

La Reserva del Valle Mamoní, por su ubicación estratégica en el Istmo de Panamá, cumple la función de corredor biológico al establecer conectividad entre áreas protegidas importantes del país. Se ha registrado a sus alrededores la constante presión antropogénica por actividades como la deforestación y ganadería, lo que tiene un impacto negativo sobre la biodiversidad. El presente estudio registra la riqueza de mamíferos terrestres y arborícolas que se encuentran en los terrenos de conservación de la reserva, por medio del inventario biológico de las especies. Se estimó la riqueza y abundancia de las especies de mamíferos de febrero a diciembre de 2021. Se registraron 23 familias, nueve órdenes y 42 especies. Esta riqueza representa el 36% de los mamíferos terrestres de Panamá. El orden Rodentia presentó la mayor abundancia

RELEVANCIA

Se presenta el primer estudio sobre la riqueza y abundancia de mamíferos de la Reserva del Valle Mamoní, aportando información sobre las especies de mamíferos en Panamá y cómo estas pueden habitar en áreas privadas dedicadas a la conservación, con la finalidad de proponer estrategias de conservación de la mastofauna local.

cia y riqueza de especies (seis), siendo la especie *Dasyprocta punctata* la más abundante (AR=47.13%). Este trabajo es el primer estudio sobre inventario de mamíferos en la reserva y representa un importante aporte de información sobre el conocimiento de los mamíferos de la región.

Palabras clave: Abundancia, conservación, corredor biológico, mamíferos, riqueza de especies, Valle Mamoní.

ABSTRACT

The Mamoní Valley Reserve, due to its strategic location in the Isthmus of Panama, serves as a biological corridor by establishing connectivity between important protected areas of the country, which have registered constant anthropogenic pressure from activities such as deforestation and

Revisado: 14 de septiembre de 2022; aceptado: 24 de noviembre de 2022; publicado: 31 de diciembre de 2022.

Autor de correspondencia: Nelson Guevara A., nelson2295@hotmail.com

Cita: Guevara, N. y M. López. 2022. Inventario de mamíferos terrestres y arborícolas de la Reserva del Valle Mamoní del distrito del Chepo, Panamá. *Revista Mexicana de Mastozología, nueva época*, 12(2):1-16. ISSN: 2007-4484. www.rev-mexmastozologia.unam.mx

cattle ranching, which has a negative impact on biodiversity. This study records the richness of terrestrial and arboreal mammals found in the reserve's conservation lands through a biological inventory of the species. The richness and abundance of mammal species was estimated from February to December 2021. 23 families, nine orders and 42 species were recorded. This richness represents 36% of the terrestrial mammals of Panama. The order Rodentia presented the highest abundance and species richness (six), with the species *Dasyprocta punctata* being the most abundant (AR= 47.13%). This work is the first mammal inventory study in the reserve and represents an important contribution to the knowledge of mammals in the region.

Key words: Abundance, biological corridor, conservation, mammals, Mamoni Valley, richness of species.

INTRODUCCIÓN

El Istmo de Panamá forma un gran puente terrestre que, hace 3 millones de años, permitió el intercambio masivo de especies de fauna y flora entre América del Sur y América del Norte (Marshall *et al.*, 1982) lo que contribuyó a que Centroamérica aporte entre el 5 al 12% de la biodiversidad del planeta a pesar de representar el 0.5% de la superficie terrestre (Grandia, 2007). Por otra parte, Panamá ha tenido un constante desarrollo económico y urbano que ha provocado la pérdida y fragmentación de grandes extensiones de áreas boscosas (Heckadon-Moreno, 1993; Meyer *et al.*, 2015). Hoy en día, para muchos grupos biológicos como los mamíferos se desconoce su riqueza, abundancia y distribución real dentro del país. Debido a que la mayoría de los estudios sobre riqueza de especies, ecología, e incluso, sobre enfermedades del trópico en el país se han realizado en la Cuenca del Canal de Panamá y sus alrededores como es el caso de la Reserva del Valle Mamoni (Heckadon-Moreno, 2001; Méndez-Carvajal, 2012; Soper *et al.*, 1933).

Los mamíferos pueden ser altamente sensibles a las modificaciones del hábitat ocasionados por factores como la sequía y la escasez de alimento (Sosa-Escalante, 2016) y las poblaciones de muchas especies disminuyen fácilmente debido a la presión antropogénica, por ejemplo:

la expansión agrícola, el tráfico de especies silvestres y la caza furtiva (Wright *et al.*, 2000). Una de las grandes incógnitas sobre las especies de mamíferos en Panamá es cómo estas se desplazan a través del istmo a pesar de la degradación del hábitat, junto con la expansión de las poblaciones humanas, las cuales impiden la distribución de las especies, reducen el flujo genético y aíslan a diversas poblaciones conduciéndolas a la extinción local (Meyer *et al.*, 2019; Pardini *et al.*, 2010).

Por otra parte, los inventarios biológicos permiten conocer la riqueza, patrones de distribución, representatividad, abundancia, diversidad de gremios y la estructura de la comunidad de las diferentes especies de una región determinada con lo que pueden establecer planes de conservación para la protección de las especies (Cervantes y Riveros-Lara, 2012; Lavariega *et al.*, 2016).

La Reserva del Valle Mamoni es un importante corredor biológico que ayuda a restaurar la conectividad funcional de las áreas naturales (Cushman *et al.*, 2013), facilitando el movimiento de los individuos y el flujo genético (Chetkiewicz *et al.*, 2006). Así mismo, son pocos los estudios sobre la riqueza de especies de mamíferos en zonas aledañas a áreas protegidas. En virtud de lo anterior, el objetivo del presente estudio fue generar un listado de las especies de mamíferos y determinar la riqueza y estimar la abundancia relativa de las especies terrestres y arborícolas en la Reserva del Valle Mamoni.

MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva del Valle Mamoni conocida comúnmente como Mamoni Valley Preserve, administrada por la Fundación Geoversity localizada en las coordenadas GPS 9°19'12"N, 79°08'32" W, con una elevación de 237 m.s.n.m. (Figura 1), se ubica en el Poblado de Madroño, Corregimiento de Las Margaritas, Distrito de Chepo, Provincia de Panamá. Cuenta con una superficie de 5,000 ha de terreno que comprende zonas desde bosque secundario a bosque primario; zonas agrícolas de cultivo y crianza de animales ganaderos como vaca y caballos; zonas reforestadas con especies de flora nativa y una gran cantidad de zonas ribereñas a lo largo del territorio. Según la

Autoridad Nacional del Ambiente, presenta una altura aproximada de 400 m, una temperatura constante de 23 °C, una humedad relativa del 30 % y una precipitación promedio anual entre 4,501 a 4,800 mm (ANAM, 2010).

Las zonas de mayor conservación dentro de la reserva presentan una flora dominada por especies arbóreas como: *Guarea macrophylla* (Meliaceae), *Calophyllum longifolium* (Calophyllaceae), *Apeiba membranacea* (Malvaceae), *Xylopia bocatoreña* (Annonaceae) y *Heisteria acuminata* (Olacaceae); y miembros de la familia Arecaceae como *Socratea exorrhiza*, *Iriartea deltoidea* y *Cryosophila warscewiczii*.

Trabajo de campo

El estudio se llevó a cabo entre los meses de febrero a diciembre de 2021, durante cada mes se emplearon seis días de muestreo, con excep-

ción en el caso del fototrampeo donde las cámaras trabajaron continuamente durante todos los meses. Durante los muestreos se establecieron de forma aleatoria diferentes transectos de longitud variable para cada tipo de método empleado, procurando abarcar las diferentes zonas y los distintos tipos de vegetación presentes en la reserva.

Para la captura y registro de mamíferos pequeños y medianos (roedores, marsupiales, conejos, etc.) se utilizaron 40 trampas Sherman y 40 trampas Tomahawk cebadas principalmente con una mezcla de avena, mantequilla de maní y vainilla o diferentes tipos de frutos (Briónes-Salas, 2000; Horvath *et al.*, 2001; Mills *et al.*, 1998; Santos-Moreno y Ruíz-Velázquez, 2011). Durante cada muestreo las trampas fueron separadas en grupos de diez y colocadas de forma aleatoria en zonas con distinta cobertura vegetal, separadas por una distancia entre 5 a 10 m entre cada una.

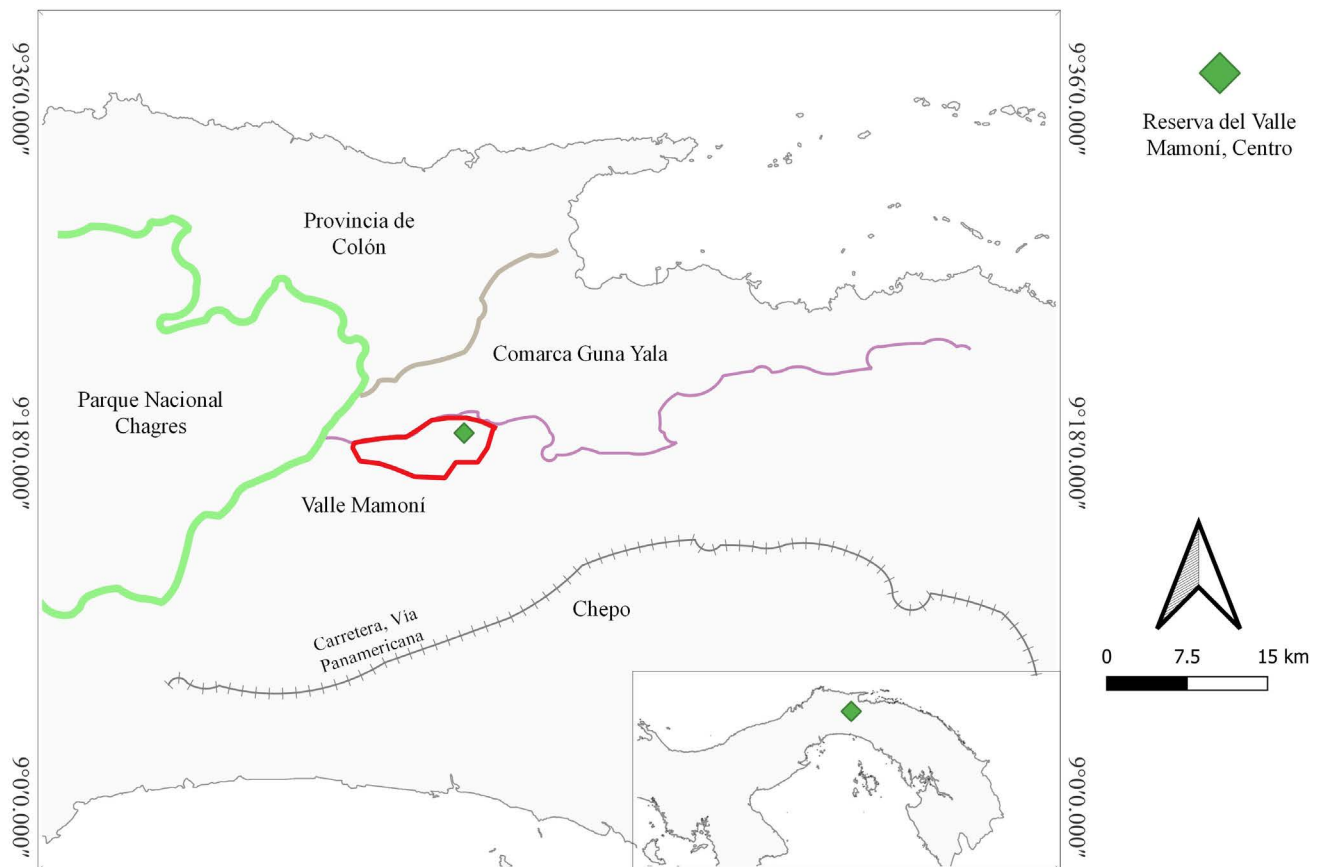


Figura 1. Área de estudio. Ubicación de la reserva del Valle Mamóni en el Corregimiento de Chepo, Panamá. Créditos: Nelson Guevara.

Durante febrero a diciembre de 2021, se colocaron 17 cámaras trampa (CamPark modelo T40) divididas en 11 estaciones de fototrampeo, separadas aproximadamente por 1 kilómetro de distancia según las condiciones variables del terreno (Díaz-Pulido y Payán, 2012). De acuerdo con Monroy-Vilchis *et al.* (2011) fueron colocadas a un lado de las veredas y senderos principales, los cuales son utilizados por los animales también se colocaron en las orillas de los arroyos intermitentes. Las cámaras fueron programadas para tomar fotos y videos de manera continua durante las 24 horas del día y activadas por la presencia de movimiento; con un intervalo de 5 segundos entre cada fotografía y grupo de 3 fotos y un video por sesión con el fin maximizar el número de fotografías por detección. Las cámaras trampa fueron colocadas a una altura de 30-50 cm sobre el nivel del suelo, y permanecieron en campo durante 30-45 días sin ser revisadas, con el fin de minimizar el impacto de nuestra presencia en la detección de la fauna de la zona (Ahumada *et al.*, 2011; Ahumada *et al.*, 2013; Rovero *et al.*, 2014).

Para la búsqueda y registro de especies por medio de la observación y rastros (huellas, heces, etc.) se siguió lo mencionado por Silveira *et al.* (2003), se visitaron aleatoriamente los 8 senderos de aproximadamente 2 km y longitudes entre los 3 a 5 m, ubicados dentro de los terrenos de la reserva caminando de forma lineal a través de los transectos establecidos; observando, fotografiando y registrando las diferentes especies y sus rastros de manera visual. De igual manera, estas observaciones fueron realizadas durante la revisión de las trampas Sherman, Tomahawk y de las estaciones de fototrampeo.

Análisis de datos

Para la identificación de las especies se utilizó la guía de Reid (2009) y las guías de Aranda (2000 y 2012) para la identificación de los rastros. Los nombres científicos fueron actualizados según el listado de la American Society of Mammalogist (2022) y el arreglo taxonómico propuesto por Abreu-Jr *et al.* (2020) para el caso de las ardillas. Para obtener el cálculo de abundancia relativa de cada especie, con base al 100% de los registros, se sumó la cantidad de individuos de una especie registrados por cada método entre el total de todos los individuos de todas las especies (Hubbell, 2001). Se tomó en consideración cada registro fotográfico y observación de forma

independiente, donde cada método representa una fracción de la población y se expresa como el número de individuos registrados por unidad de muestreo (O'Brien *et al.*, 2003; Yasuda, 2004; Rovero y Marshall, 2009). Para evitar el posible sesgo en cuanto al número de individuos registrados por cada método, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones: a) los individuos capturados por medio de las trampas Sherman y Tomahawk que fueron marcados pintado porciones del pelaje dorsal, con el uso de tintas no solubles en sustancias químicas para no provocar irritación sobre la piel (Day *et al.*, 1987), b) para los individuos observados, especialmente en el caso de mamíferos arborícolas como primates se anotó la hora de observación, especie, tamaño de grupo (cuando fue posible el conteo completo), distancia aproximada entre los individuos y el observador; altura (en el estrato vertical del bosque) y las coordenadas junto al nombre del sendero del punto de contacto (Aquino *et al.*, 2018; Guerra, 2018) y c) en el caso de las cámaras trampa se tomaron en cuenta las consideraciones mencionadas por Medellín *et al.* (2006) y Monroy-Vilchis *et al.* (2011): 1) se contabilizaron a los individuos de la misma especie que aparecen en una misma secuencia de fotografías; 2) fotografías consecutivas de la misma especie separadas por 24 horas y 3) fotografías no consecutivas de la misma especie cada 24 horas en diferentes zonas o estaciones de fototrampeo.

El esfuerzo de muestreo de cada método se calculó de la siguiente forma. Para las trampas Sherman y Tomahawk por medio de la multiplicación del número de trampas utilizadas por el número de noches totales (Cruz-Lara *et al.*, 2004). Para las cámaras trampa se obtuvo al multiplicar el número de cámaras trampa utilizadas por el número de días activos totales (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Medellín *et al.*, 2006). Para la búsqueda y observación de individuos y rastros por medio de la multiplicación del número de observados por la cantidad de horas de muestreo (Ramírez *et al.*, 2022). El éxito de captura por método de trampeo se calculó con el número total de capturas de especies, dividido entre el número de noches trampa y entre el número de trampas expresado en porcentaje (Buenrostro-Silva *et al.*, 2016).

Para conocer la representatividad del esfuerzo de muestreo, se elaboró la curva de acumulación y de rarefacción de especies mediante el

programa *EstimateS* Win9.1.0 (Colwell, 2005; Moreno, 2001). Mediante una matriz de presencia-ausencia, los datos se aleatorizaron 100 veces con el fin de reducir el efecto que el modelo puede causar en la forma de la curva de acumulación de especies observadas (Colwell, 2009). Para este análisis se utilizaron los estimadores no paramétricos Jackknife 1 el cual, en términos de exactitud global, es el único de los estimadores no paramétricos que presenta un sesgo menor al 10% con algún esfuerzo de muestreo (González-Oreja *et al.*, 2010) y Chao 2, el cual es un estimador basado en la incidencia sobre la presencia-ausencia de las especies observadas en un conjunto de muestras (Escalante, 2003).

Se utilizó el Índice de Sørensen (Qs) para comparar los resultados obtenidos con el Parque Nacional Chagres, el cual es una zona protegida colindante a la reserva. Aplicando datos de ausencia/presencia, mediante la fórmula $QS=2C/A+B$, donde: A y B son el número de especies de cada muestra y C es el número de especies compartidas por ambas muestras (Badii *et al.*, 2008; Sørensen, 1948).

Por último, el estado de conservación de las especies fue determinado según El Ministerio de Ambiente de Panamá, de la resolución N° DM-0657-2016 del viernes 16 de diciembre de 2016 (Mi Ambiente, 2016); el listado rojo de las especie protegidas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, por sus siglas en inglés IUCN (IUCN, 2022) y el listado de especies en peligro debido a la comercialización ilegal del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora, conocida por sus siglas en inglés CITES (CITES, 2017).

RESULTADOS

Con un esfuerzo de 4,725 horas/día/cámara trampa, se obtuvieron 6,368 fotos de mamíferos; un esfuerzo de captura por trampas Sherman de 885 trampas noches con éxito de captura de 1.6%; un esfuerzo de captura por trampas Tomahawk de 620 trampas noches con éxito de captura de 6.3% y un esfuerzo de búsqueda para el avistamiento de individuos de 512 horas/hombre. Identificamos 42 especies pertenecientes a nueve órdenes y 23 familias en la reserva. En total, se reportaron 611 individuos en 568 registros (Cuadro 1).

Las cámaras trampa registraron 23 especies; las trampas Sherman registraron una especie; las trampas Tomahawk registraron tres especies y por medio de la búsqueda se registraron 22 especies. De las cuales 21 especies corresponden a mamíferos terrestres medianos y grandes (50%), nueve especies a mamíferos arborícolas (21.43%) y 12 especies a mamíferos pequeños (28.57%). Cabe destacar que algunas especies fueron registradas con más de un método.

Los roedores aportaron el mayor número de especies con seis, seguido por el grupo de los felinos, primates y prociónidos los cuales registraron cinco especies cada uno. La especie con el mayor número de registros y mayor abundancia fue *Dasyprocta punctata* (ñeque) con 283 registros y 288 individuos, seguido de *Syntheosciurus granatensis* con 46 registros e individuos. A parte, algunas especies como *Chironectes minimus*, *Speothos venaticus* y *Tapirus bairdii* presentaron registro con un solo individuo (Cuadro 1).

La curva acumulativa de especies, indica que para los 12 meses de muestreo se alcanzó un número representativo de las especies del lugar. Se registró el 67% de las especies según el indicador Jackknife 1 con un número esperado de 63 especies, hubo un sesgo de 20 especies, las que faltaron por conocer; mientras tanto el modelo Chao 2 estimó que el número asintótico esperado es de 87 especies aproximadamente y se obtuvo un registro del 49% de las especies. Se detectó sobreposición entre las líneas que representan a las especies obtenidas y la curva de rarefacción, por lo tanto, el esfuerzo de muestreo realizado para el área de estudio fue el indicado. Se registró el tamaño estimado de la comunidad de mamíferos, logrando registrar especies de aparición única (especies raras) y especies de aparición doble (especies comunes) que representan la riqueza de especies de la reserva (Figura 2).

Se identificaron 21 especies bajo alguna categoría de amenaza. De las cuales 11 especies se encuentran en estado vulnerable (VU), cuatro en peligro (EN) y dos en estado crítico (CR) según el Ministerio de Ambiente de Panamá. Según la IUCN tres especies se encuentran en estado vulnerable (VU), dos en peligro (EN) y seis especies están casi amenazadas (NT). Por último, según CITES 18 especies se encuentran en peligro debido a la comercialización, donde

Cuadro 1. Listado de especies registradas en la Reserva del Valle Mamoní en la República de Panamá.

Orden/Familia/Especie/ Nombre común	Método de registro	Núm. registros	Núm. individuos	Abund. relativa (%)	Estado de conservación		
					Mi	IUCN	CITES
Didelphimorphia							
Didelphidae							
<i>Didelphis marsupialis</i> (Zarigüeya común)	CT-OB-TT	26	26	4.29			
<i>Caluromys derbianus</i> (Zarigüeya lanuda)	OB	4	4	0.65			
<i>Chironectes minimus</i> (Zarigüeya acuática)	OB	1	1	0.16			
<i>Marmosa</i> sp. (Marmosa)	OB	1	1	0.16			
Pilosa							
Bradypodidae							
<i>Bradypus variegatus</i> (Perezoso de 3 garras)	OB	2	2	0.32			II
Megalonychidae							
<i>Choloepus hoffmani</i> (Perezoso de 2 garras)	OB	1	1	0.16			
Myrmecophagidae							
<i>Tamandua Mexicana</i> (Hormiguero)	CT-OB	2	2	0.32			III
Cingulata							
Dasypodidae							
<i>Cabassous centralis</i> (Armadillo rabo de puerco)	CT	1	1	0.16			
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Armadillo de nueve bandas)	CT-OB	10	10	1.64			
Primates							
Callitrichidae							
<i>Saguinus geoffroyi</i> (Mono tití)	OB	3	7	1.14	VU	NT	I
Aotidae							
<i>Aotus zonalis</i> (Mono nocturno)	OB	1	2	0.32	VU	NT	II

Cuadro 1. Continuación...

Orde/Familia/ Especie/ Nombre común	Método de registro	Núm. registros	Núm. individuos	Abun. relativa (%)	Estado de conservación		
					Mi	IUCN	CITES
Cebidae							
<i>Cebus capucinus</i> (Mono cariblanco)	OB	2	6	0.98	EN	VU	II
Atelidae							
<i>Alouatta palliata</i> (Mono aullador)	OB	2	8	1.30	VU	VU	I
<i>Ateles geoffroyi</i> (Mono araña)	OB	1	6	0.98	CR	EN	I
Rodentia							
Sciuridae							
<i>Syntheosciurus granatensis</i> (Ardilla roja)	CT-OB	46	46	7.52			
<i>Echinosciurus variegatoides</i> (Ardilla común)	OB	1	2	0.32			
<i>Leptosciurus mimulus</i> (Ardilla pigmea)	CT	1	1	0.16			
Echimyidae							
<i>Proechimys semispinosus</i> (Rata espinosa)	TT-TS	12	12	1.96			
Dasyproctidae							
<i>Dasyprocta punctata</i> (Ñeque)	CT	283	288	47.13			
Cuniculidae							
<i>Cuniculus paca</i> (Conejo pintado)	CT	31	31	5.10	VU		
Lagomorpha							
Leporidae							
<i>Sylvilagus gabbi</i> (Conejo muleto)	CT-OB-TT	7	7	1.14			
Carnivora							
Canidae							
<i>Speothos venaticus</i> (Perrito de monte)	CT	1	1	0.16	EN	NT	I

Cuadro 1. Continuación...

Orden/Familia/Especie/ Nombre común	Método de registro	Núm. registros	Núm. individuos	Abund. relativa (%)	Estado de conservación		
					Mi	IUCN	CITES
<i>Cerdocyon thous</i> (Zorro cangrejero)	CT	1	1	0.16			II
<i>Canis latrans</i> (Coyote)	OB	1	3	0.49			
Procyonidae							
<i>Procyon lotor</i> (Mapache)	OB	1	1	0.16			
<i>Procyon cancrivorus</i> (Mapache manglatero)	CT	2	2	0.32			
<i>Nasua narica</i> (Coatí)	CT	2	3	0.49			
<i>Bassaricyon gabbii</i> (Olingo)	OB	1	1	0.16			
<i>Potos flavus</i> (Kinkajou)	OB	1	1	0.16			
Mustelidae							
<i>Eira Barbara</i> (Tayra)	CT	25	13	2.13			
<i>Lontra longicaudis</i> (Nutria)	OB	1	1	0.16		NT	I
Mephitidae							
<i>Conepatus semistriatus</i> (Zorrillo)	CT	1	1	0.16			
Felidae							
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (Yaguarundi)	CT	11	4	0.65	VU		I
<i>Puma concolor</i> (Puma)	CT	17	3	0.49	VU		I
<i>Panthera onca</i> (Jaguar)	CT	2	1	0.16	EN	NT	I
<i>Leopardus pardalis</i> (Ocelote)	CT	23	5	0.81	VU		I
<i>Leopardus wiedii</i> (Tigrillo)	CT	12	4	0.65	VU	NT	I

Cuadro 1. Continuación...

Orden/Familia/Especie/ Nombre común	Método de registro	Núm. registros	Núm. individuos	Abund. relativa (%)	Estado de conservación		
					Mi	IUCN	CITES
Artiodactyla							
Tayassuidae							
<i>Dicotyles tajacu</i> (Saíno)	CT	23	63	10.40	VU		II
<i>Tayassu pecari</i> (Puerco de monte)	CT	2	35	5.73	EN	VU	II
Cervidae							
<i>Mazama temama</i> (Venado corzo)	OB	1	1	0.16	VU		
<i>Odocoileus virginianus</i> (Venado de cola blanca)	OB	1	2	0.32	VU		
Perissodactyla							
Tapiridae							
<i>Tapirus bairdii</i> (Tapir)	CT	1	1	0.16	CR	EN	I
Totales	568	611	100%				

Método de registro: CT-Cámara Trampa, OB-observada, TS-Trampa Sherman, TT-Trampa Tomahawk. Estado de conservación: Mi-Ministerio de Ambiente de Panamá; VU-Vulnerable, EN-En peligro, CR-Estado crítico, NT-Casi amenazado. CITES: I-Especies en peligro de extinción, II-Especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia, III- especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio.

11 especies se sitúan en el apéndice I, seis en el apéndice II y una en el apéndice III (Cuadro 1). Cabe destacar a especies como el jaguar (*Panthera onca*), tigrillo (*Leopardus wiedii*) y puerco de monte (*Tayassu pecari*) las cuales se encuentran categorizadas en peligro según las tres instituciones (Figura 3).

En cuanto al conjunto de mamíferos terrestres y mamíferos arborícolas, la reserva demostró tener una riqueza representativa de especies, contando con 42 especies de las 119 reportadas para Panamá (Samudio y Pino, 2014), representando nueve de los diez ordenes conocidos (Samudio, 2002; Wilson y Reeder, 2005), esto sin contar al grupo de los

murciélagos (Chiroptera), cetáceos (Cetacea) y manatíes (Sirenia). Al final se tuvo una representación total del 36% de los mamíferos presentes en la república.

Al realizar una comparación con otras áreas del país como El Parque Nacional Soberanía (sp=22; Meyer, 2011), Monumento Natural Barro Colorado (sp=21; Meyer *et al.*, 2015), Parque Nacional Camino de Cruces (sp=22; Rodríguez, 2022) podemos notar que nuestro estudio cuenta con un mayor número de especies identificadas (sp=42). Sin embargo, en las áreas mencionadas solamente se realizaron censos o registro de especies mediante el uso de cámaras trampa. Por lo tanto, al hacer

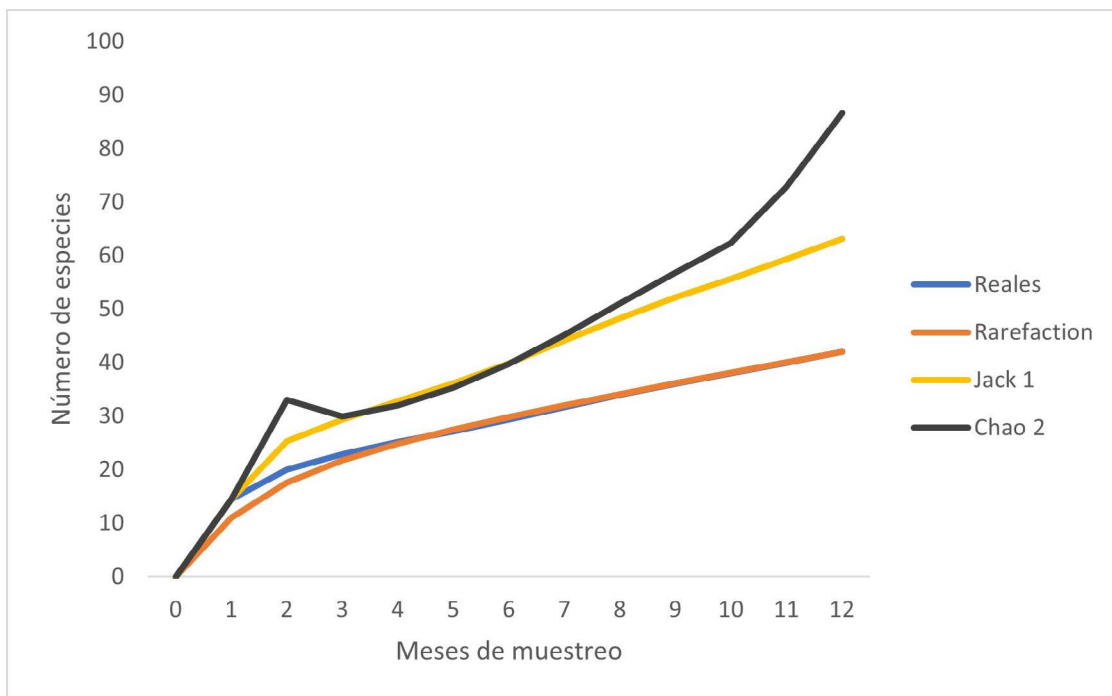


Figura 2. Curva de rarefacción y acumulación de especies mamíferos de la reserva del Valle Mamoni. Línea azul: número de especies obtenidas; Línea naranja: curva de rarefacción; Líneas amarilla (Jackknife 1) y negro (Chao 2): estimadores no paramétrico, estimación del éxito de muestreo y número de especies esperadas para el área de estudio.



Figura 3. Especies de mamíferos terrestres reportados por medio de cámaras trampa en la reserva del Valle Mamoni, en peligro de conservación. A) Jaguar (*Panthera onca*), B) Tigrillo (*Leopardus wiedii*), C) Manada de Puercos de Monte (*Tayassu pecari*). Fotos: Nelson Guevara.

una comparación solo empleando el método de fototrampeo, registramos un número aproximadamente similar de especies a las áreas mencionadas. Por lo que el método empleado en nuestro estudio presentó el mayor número de especies (23). Como indicaron O'Connell *et al.* (2011), las cámaras trampa tienen una alta efectividad para medir la diversidad y riqueza de especies de mamíferos de un área determinada logrando registrar especies comunes y raras en diferentes estaciones.

También podemos mencionar que el total de especies registradas en la reserva puede deberse a dos grandes factores: 1) su ubicación en el punto más estrecho del Istmo de Panamá, formando parte de la ecorregión Tumbes-Chocó-Magdalena y 2) forma parte de un importante corredor biológico que brinda amortiguamiento y conectividad entre grandes áreas protegidas como el Parque Nacional Chagres, la Comarca Guna Yala, La Cuenca del río Bayano y los bosques próximos de la provincia de Darién (Fundación Geoversity, 2022). La función principal de los corredores biológicos es permitir el desplazamiento, de igual manera evitar el aislamiento en pequeños parches entre los diferentes hábitats de la reserva para que muchas especies de mamíferos encuentren los sitios idóneos para sobrevivir, reproducirse y que tengan un estado de conservación óptimo (Fahrig, 2003; García y Abad, 2014). Esto asegurará el intercambio genético y energético a través de una mayor extensión geográfica que favorece el flujo de especies (Roy *et al.*, 2010).

Cabe destacar que la riqueza de especies de mamíferos de la reserva puede estar fuertemente influenciada por su proximidad al Parque Nacional Chagres, el cual cuenta con aproximadamente el 60% de los mamíferos (terrestres y arborícolas) de Panamá (Windervoxel *et al.*, 2019) y comparte una similitud de especies con la Reserva del Valle Mamón del 87% de las especies según el índice de similitud de Sørensen.

En cuanto a su abundancia y el número de especies por taxa, los roedores representan el 48% del total y son el grupo con el mayor número de especies de mamíferos terrestres y arborícolas conocidos para Panamá (Méndez, 1999). Por lo que se espera que en estudios sobre riqueza de especies estos presenten la

mayor riqueza de especies, tanto en hábitats conservados como perturbados, siempre y cuando el estudio incluya metodologías para su registro (Nupp y Swihart, 1998; Méndez, 1999; Samudio, 2002; Riojas-López, 2006). Tal es el caso de especies de roedores como *Dasyprocta punctata* y *Syntheosciurus granatensis*, las cuales son especies ampliamente distribuidas en el Istmo de Panamá con grandes poblaciones en todo tipo de hábitat (Reid, 2009), incluso, lográndose observar en parches boscosos cercanos a la ciudad de Panamá (Guevara y Aguilar, 2020).

De los órdenes Carnívora (*Panthera onca*, *Puma concolor*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Leopardus pardalis* y *Leopardus wiedii*), Perisodactyla (*Tapirus bairdii*) y Artiodactyla (*Dicotyles tajacu*, *Tajassu pecari*, *Mazama temama* y *Odocoileus virginianus*) se registraron especies con pocos individuos las cuales poseen poblaciones relativamente bajas debido a la caza y la degradación del hábitat, lo que a menudo resulta en su extinción local (Meyer *et al.*, 2016). Otras especies con poco registro y baja abundancia fueron *Chironectes minimus* (Didelphidae) y *Ateles geoffroyi* (Primates), estas especies son altamente susceptibles a la pérdida de hábitat, lo que provoca una gran disminución de sus poblaciones y solo se logran observar de manera esporádica (Reid, 2009).

A pesar de que la curva acumulativa de especies totales indica que se logró registrar un número representativo de especies en la reserva, el posible sesgo de especies por conocer, según los estimadores no paramétricos, puede deberse al bajo éxito de captura presentado por las trampas Sherman y Tomahawk. También, está fuertemente relacionado con el tipo de cebo utilizado o a factores climáticos como la lluvia. Como menciona Durán-Antonio y González-Romero (2017), el éxito de las trampas dependerá principalmente de la selección de los señuelos y cebos que ejerzan una atracción efectiva. Posiblemente los cebos utilizados en el presente estudio no fueron los adecuados para la efectiva captura de pequeños roedores en el área de estudio. Sin embargo, gracias a los otros métodos empleados como la observación directa de individuos y rastros; y estaciones de fototrampeo, el número de especies presente en la reserva aumentó, logrando registrar un número representativo de especies según la curva de rarefacción. Cabe destacar

que desconocemos si otros factores pudieron influir en el éxito de captura de las trampas o por factores ecológicos existe una baja riqueza de especies de roedores en el área de estudio.

De las especies en peligro reportadas se destacan felinos como el jaguar y el tigrillo que son de las especies más perseguida por el hombre y son casi extirpadas en otras regiones del país como la Península de Azuero (Moreno *et al.*, 2016). Además, de los ungulados como el pecarí y puerco de monte, los cuales son cazados ilegalmente para su consumo (Ripple *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

La Reserva del Valle Mamoní por su ubicación en el istmo de Panamá y función como corredor biológico entre grandes extensiones de áreas protegidas posee una representativa riqueza de especies de mamíferos del país. Gracias a los esfuerzos de conservación y reforestación por parte de la reserva, las diferentes especies han encontrado espacios disponibles para desplazarse y nuevos nichos que colonizar debido a la disponibilidad de alimento y dinámica poblacional de las diferentes especies. Además alberga especies comunes, raras y en peligro. Se espera que tanto las zonas privadas como la Reserva del Valle Mamoní, es decir, áreas dedicadas a la conservación, sean zonas de amortiguamiento para la protección de las especies. También que sean corredores biológicos que puedan garantizar el flujo y movilidad de los individuos. Además, que permita que las especies colonicen nuevos espacios y así evitar que queden aisladas en pequeños parches boscosos.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Geoversity por el apoyo logístico dentro de los terrenos de la reserva. A la Sociedad Mastozoológica de Panamá por el préstamo de equipo para la captura de mamíferos pequeños. Al Colegio de Biólogos de Panamá por la donación del equipo de cámaras trampas. Al Dr. John Hanson por el apoyo financiero y a los estudiantes Yelissa Juárez, María Morales, Yhaidelice de León, Deyvis Castillo, Yimayri Figueroa, Madeline Navarrete, Marelis Cordoba, Juliette Padilla, Nicole Samudio de la escuela de Biología de la Universidad de Panamá y a

la estudiante Rossana Guerra de la licenciatura en Inglés de la Universidad de Panamá Centro Regional de Coclé por el apoyo en la toma de datos. Al Lic. Luis Cedeño por la descripción de la vegetación del área de estudio.

LITERATURA CITADA

Abreu-Jr, E. F., S.E. Pavan, M.T. Tsuchiya, D.E. Wilson, A.R. Percequillo y J.E. Maldonado. 2020. Museomics of tree squirrels: a dense taxon sampling of mitogenomes reveals hidden diversity, phenotypic convergence, and the need of a taxonomic overhaul. *BMC Evolutionary Biology*, 20:1-25.

Ahumada, J. A., C.E.F. Silva, K. Gajapersad *et al.* 2011. Community structure and diversity of tropical forest mammals: Data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 366: 2703–2711.

Ahumada, J. A., J. Hurtado y D. Lizca. 2013. Monitoring the status and trends of tropical forest terrestrial vertebrate communities from camera trap data: a tool for conservation. *Plos One*, 8(9): e73707 [<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073707>]

American Society of Mammalogist. 2022. *The Mammal Diversity Database, Higher Taxonomy* [Internet], Version 2022. 1.9. Disponible en: <<https://www.mammaldiversity.org/taxa.html>>. [Consultado el 20 de septiembre de 2022].

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2010. *Atlas ambiental de la República de Panamá*. 1a. ed., Gobierno de la República de Panamá, Panamá.

Aquino, R., L. López, J. Dignum, S. Díaz y R. Falcón. 2018. Diversidad y abundancia de primates en bosques de baja y alta perturbación humana de los Chilchos, Amazonas, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 25(4): 407-416 [<https://doi.org/10.15381/rpb.v25i4.15532>].

Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. 1a. ed., Instituto de Ecología, A.C. México.

Aranda, M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. 1a. ed., CONABIO, México.

- Badii, M.H., J. Landeros y E. Cerna. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 3:632-660.
- Briones-Salas, M. 2000. Lista anotada de los mamíferos de la región de La Cañada, en el valle de Tehuacán-Cuicatlán Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 81:83-103.
- Buenrostro-Silva, A., B. Pinacho-López y J. García-Grajales. 2016. Diversidad de mamíferos en una reserva privada de la Sierra Sur Oaxaca, México. *Ecosistema y Recursos Agropecuarios*, 4:111-122 [<https://doi.org/10.19136/era.a4n10.975>]
- Cervantes, F.A. y B. Riveros-Lara. 2012. Mamíferos del Municipio de Colotepec, Oaxaca, México. *Therya*, 3:311-325.
- Chetkiewicz, C.L.B., C.C. St. Clair y M.S. Boyce. 2006. Corridors for conservation: integrating pattern and process. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 37:317-342.
- CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres). 2017. Apéndices I, II y III. 14 de noviembre de 2017.
- Colwell, R.K. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology letter*, 8:148-159.
- Colwell, R.K. 2009. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples* (Software) [Intenert], version 8.2., Disponible en: <<http://purl.oclc.org/estimates>>. [Consultado el 4 de agosto de 2022].
- Cruz-Lara, L.E., C. Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo y N. Ramírez-Marcial. 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 20:63-81.
- Cushman, S.A., B. Mcrae, F. Adriaensen, P. Beier, M. Shirley y K. Zeller. 2013. Biological corridors and connectivity key Topics. *Conservation Biology*, 2:384-404.
- Day, G. I., D. Schemnitz y R. D. Taber. 1987. Captura y marcación de animales silvestres. Pp 63-94, en: *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. (Rodríguez, T. R. ed.) Wildlife Society, Inc. Maryland, Estados Unidos.
- Díaz-Pulido, A. y E. Payán. 2012. *Manual de fototrampeo, una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos von Humboldt; Fundación Panthera Colombia, Colombia.
- Durán-Antonio, J. y A. González-Romero. 2017. Efecto del pastoreo sobre comunidades de roedores nocturnos en pastizales del Valle Perote, Veracruz. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89:268-281 [doi: 10.22201/ib.20078706e.2018.1.2265]
- Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 52:53-56.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, and Systematics*, 34: 487-515.
- Fundación Geoversity. 2022. *The Mamoní Valley Preserve*. Disponible en: <<http://mamonivalleypreserve.org/#mvp>>. [Consultado 13 de febrero de 2022].
- García, F.Q. y J. Abad. 2014. Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia). *Observatorio Medioambiental*, 17:253-298.
- González-Oreja, J.A., A.A. de la FuenteDíaz-Ordaz, L. Hernández-Santín, D. BuzoFranco y C. Bonache. 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*, 33:31-45.
- Grandia, L. 2007. Between Bolivar and bureaucracy: the Mesoamerican Biological Corridor. *Conservation and Society*, 5:478-503.
- Guerra, L.T. 2018. *Diversidad de primates en los bosques montanos de la región Amazonas, Perú-2018*. Tesis de Licenciatura. Facul-

- tad de Ciencias e Ingeniería, Programa Académico de Ecología, Universidad Científica del Perú. Perú.
- Guevara, N. y J.M. Aguilar. 2020. Registro de mamíferos silvestres en el Parque Municipal Summit, Corregimiento de Ancón, Panamá. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad*, 66: 1-21.
- Heckadon-Moreno, S. 1993. Impact of development on the Panama Canal environment. *Journal of Interamerican Studies and World Affairs*, 35:129-149.
- Heckadon-Moreno, S. 2001. *Panamá: Puente Biológico*. 1a. ed., Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, República de Panamá.
- Horvath, A., R. Vidal-López y R. Sarmiento-Aguilar. 2001. Mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 5:6-26.
- Hubbel, S.P. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press, USA.
- IUCN. 2022. IUCN Red List of Threatened Species [Internet], Version 2022. 1., Gland, Switzerland, International Union for the Conservation of Nature. Disponible en: <<https://www.iucnredlist.org>>. [Consultado el 24 de mayo de 2022].
- Lavariega, M., N. Martín-Regalado, R.M. Gómez-Ugalde y J. Aragón. 2016. Avifauna de la Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México. Huitzil, *Revista Mexicana de Ornitología*, 17: 198-214.
- Lira-Torres, I. y M. Briones-Salas. 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 28:566-585.
- Marshall, L.G., S.D. Webb, J.J. Sepkoski y D. Raup. 1982. Mammalian evolution and the Great American Interchange. *Science*, 215L 1351-1357.
- Medellín, R., D. Azuara, L. Maffei, H. Zarza, H. Bárcenas, E. Cruz, R. Legaria, I. Lira, G. Ramos-Fernández y S. Ávila. 2006. Censos y Monitoreo, Pp. 25-35, en: *El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. (Chávez, C. y G. Ceballos, eds.). CONABIO-Alianza WWF TELCEL-Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Méndez, E. 1999. *Los roedores de Panamá*. Instituto Conmemorativo Gorgas de estudios de la salud. Panamá.
- Méndez-Carvajal, P. 2012. Estudio de diversidad de mamíferos en cuatro hábitats asociados a una plantación de Teca (*Tectona grandis*) dentro de la cuenca del Canal de Panamá, Las Pavas, Chorrera, Panamá. *Revista Científica Tecnociencia*, 14:55-83.
- Meyer, N. 2011. *Assessment of the large-sized terrestrial vertebrate community along the Mesoamerican biological corridor in Panama*. Tesis de Maestría. Wageningen University. Países Bajos.
- Meyer, N., H.J. Esser, R. Moreno. *et al.* 2015. An assessment of the terrestrial mammal communities in forest of Central Panama, using camera-trap surveys. *Journal for Nature Conservation*, 26:28-35.
- Meyer, N., M. Moreno, E. Sánchez, J. Ortega, E. Brown y P. Jansen. 2016. Do protected areas in Panama support intact assemblages of ungulates. *Theyra*, 7:65-76.
- Meyer, N., R. Moreno, C. Sutherland, J.A. *et al.* 2019. Effectiveness of Panama as an intercontinental land bridge for large mammals. *Conservation Biology*, 0:1-13 [<https://doi.org/10.1111/cobi.13384>]
- MI AMBIENTE (Ministerio de ambiente de Panamá). 2016. *Gaceta Oficial Digital No. 28187-A. Listado de las especies de fauna y flora amenazadas de Panamá*. 16 de diciembre de 2016.
- Mills, J.N., J.E. Childs, T.G. Ksiazek, C.J. Peter y W.M. Velleca. 1998. *Métodos para trampeo y muestreo de pequeños mamíferos para estudios virológicos*. Organización Panamericana de la Salud. 1a. ed., Argentina.
- Monroy-Vilchis, O., M.M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto, L. Soria-Díaz y V. Urios. 2011. Fototrampeo de mamíferos en la Sie-

- rra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59:373-383.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza. España.
- Moreno, R., A. Bustamante, P.G. Méndez-Carvajal y J. Moreno. 2016. Jaguares (*Panthera onca*) en Panamá: Estado actual y conservación. Pp 211-239, en: *El jaguar en el Siglo XXI: La perspectiva Continental*. (Medellín, R.A., J. A. de la Torre, C. Chávez, H. Zarza y G. Ceballos, ed.) Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Nupp, T.E. y R.K. Swihart. 1998. Effect of forest fragmentation of population attributes of white-footed mice and eastern chipmunks. *Journal of Mammalogy*, 79:1234–1243.
- O'Brien, T., M. Kinnaird y H. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical landscape. *Animal Conservation*, 6:131-139.
- O'Connell, A. F., J.D. Nichols y K.U. Karanth. 2011. *Camera traps in animal ecology: Methods and analyses*. 1a. ed., Springer. New York. Estados Unidos.
- Pardini, R., A.A. de Bueno, T.A. Gardner, P.I. Prado y J.P. Metzger. 2010. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. *Plos one*. [<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013666>]
- Ramírez, D.C., H. Dante, S. Pérez, E. Sánchez y A. Germán. 2002. Esfuerzo de muestreo para la evaluación de la diversidad colectada en pitfall en la Reserva Nacional de Lachay. *Ecología Aplicada*, 1:37-42.
- Reid, F. A. 2009. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. 2a. ed., Oxford University Press, USA.
- Riojas-López, M.E. 2006. Rodent communities in two natural and one cultivated "nopaleras" (*Opuntia* spp.) in north-eastern Jalisco, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 67:428-435.
- Ripple, W.J., T.M. Newsome, C. Wolf, R. Dirzo et al. 2015. Collapse of the World's Largest Herbivores. *Science Advances*, 1:1-12 [doi: 10.1126/sciadv.1400103]
- Rodríguez, E. 2022. *Inventario de mamíferos terrestres no voladores en el Parque Nacional Camino de Cruces* (PNCC). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá, Centro Regional de Coclé. Panamá.
- Rovero, F., E. Martin, M. Rosa, J. A. Ahumada y D. Spitale. 2014. Estimating species richness and modelling habitat preferences of Tropical Forest mammals from camera trap data. *Plos one*, 9:e103300 [<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103300>]
- Rovero, F. y A. Marshall. 2009. Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *Journal Applied Ecology*, 46: 1011-1017.
- Roy, A., B.S.S. Devi, B. Debnath y M.S.R. Murthy. 2010. Geospatial model for identification of potential ecological corridor in Orissa. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 38:387-399.
- Santos-Moreno, A. y E. Ruiz-Velázquez. 2011. Diversidad de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca, México. *Therya*, 2: 155-168.
- Samudio, R. 2002. Mamíferos De Panamá. Pp 415-451, en: *Diversidad y Conservación De Los Mamíferos Neotropicales*. (Ceballos, G. y J.A. Simonetti, eds.). CONABIO y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Samudio, R. y J.L. Pino. 2014. Historia de la Mastozoología en Panamá. Pp 329-334, en: *Historia de la Mastozoología en Latinoamérica, las Guayanas y el Caribe* (Ortega, J., J.L. Martínez y D.G. Tirira, eds.). Editorial Murciélagos Blanco y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, Quito y México.
- Silveira, L., A. Jacomo y J.A.F. Diniz-Filho. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: A comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114:351-355.

- Sosa-Escalante, J.E. 2016. Restauración ecológica y la protección de los mamíferos en México. *Therya*, 7:213-214.
- Soper, F.L., H. Penna, E. Cardoso, J. Serafim Jr., M. Frobisher Jr. y J. Pinhero. 1933. Yellow fever without *Aedes aegypti*. Study of a rural epidemic in the Valle do Chanaan, Espirito Santo, Brazil, 1932. *American Journal Hygiene*, 18:555-587.
- Sørensen, T. 1948. *A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on danish commons*. Copenhagen, Dinamarca.
- Wilson, D.E. y M.D.A. Reeder. 2005. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. 3rd ed., Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. USA.
- Windevoxhel, N., O. Centeno, R. Montañez y V. Cuellar. 2019. *Sistematización fondo para la conservación del Parque Nacional Chagres*. Fundación Natura, Panamá.
- Wright, S. J., H. Zeballos, I. Domínguez, M.M. Gallardo, M. Moreno y R. Ibáñez. 2000. Poachers alter mammal abundance, seed dispersal, and seed predation in a Neotropical Forest. *Conservation Biology*, 14:227-239.
- Yasuda, M. 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study*, 29:37-46.