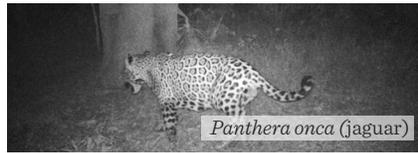




Puma concolor (puma)



Panthera onca (jaguar)



Urocyon cinereoargenteus (zorra gris)

Imágenes de: Roberto Emmanuel Hernández Jasso

Mamíferos del bosque de encino en el ANP Altas Cumbres, Tamaulipas, México: riqueza de especies, abundancia relativa y adaptaciones ecológicas

Medium and large-sized mammals of the oak forest in the Altas Cumbres PNA, Tamaulipas, Mexico: species richness, relative abundance and ecological adaptations

Roberto Emmanuel Hernández -Jasso^{1*}, Zavdiel Alfonso Manuel-de-la-Rosa², Gabriela Rubí Mendoza-Gutiérrez², Leroy Soria-Díaz³

RESUMEN

El Área Natural Protegida (ANP) Altas Cumbres presenta un incremento de perturbaciones antrópicas, particularmente la zona sur. Sin embargo, su efecto sobre comunidades de mamíferos medianos y grandes ha sido escasamente explorado. El objetivo del presente estudio fue analizar la estructura de sus comunidades mediante la estimación de la riqueza de especie, abundancia relativa y adaptaciones ecológicas. Entre septiembre de 2020 y noviembre de 2021 se realizó un muestreo de mamíferos en el bosque de encino, ubicado al sur del ANP Altas Cumbres, utilizando dos técnicas: búsqueda de evidencia física (60 km de recorrido) y fototrampeo (2 270 d/trampa). Se registraron 23 especies de mamíferos, de las cuales 16 fueron de origen nativo y 7 introducidos (doméstico). Se reconocieron 6 órdenes, de los que Carnívora presentó el mayor número de especies (10 nativas y 2 domésticas), seguido por Artiodactyla (3 nativas y 3 domésticas), Perissodactyla (2 domésticas) y finalmente Cingulata, Didelphimorphia y Lagomorpha con 1 especie nativa cada una. Se registró una elevada riqueza de mamíferos medianos y grandes, lo que indica un buen estado de conservación. Sin embargo, la alta abundancia relativa de especies domésticas, como *Canis familiaris* (que pueden volverse ferales) evidencian las primeras señales de alarma, ya que sitúan en riesgo a algunas especies nativas. Es importante continuar con el monitoreo a largo plazo de los mamíferos medianos y grandes de la vegetación bosque encino, incluso ampliarla a toda el ANP Altas Cumbres.

PALABRAS CLAVE: trampas cámara, especies introducidas, listado taxonómico, Ciudad Victoria.

ABSTRACT

The Altas Cumbres Protected Natural Area shows increased anthropogenic disturbances, particularly in the southern zone. However, its effect on communities of medium and large-size mammals has been little explored. This study aims to analyze its community structure by estimating the species richness, relative abundance, and ecological adaptations. Between September 2020 and November 2021, mammal sampling was carried out in the oak forest of the Altas Cumbres PNA using two techniques: search for physical evidence and camera trapping. Through 60 km traveled (capture effort) and an effort of 2 270 d/trap, 23 species of mammals were recorded, of which 16 correspond to taxa of native origin and 7 introduced mammals (domestic). Six orders were recognized, of which Carnívora presented the highest number of species (10 natives and 2 domestics), followed by Artiodactyla (3 natives and 3 domestics), Perissodactyla (2 domestic species), and finally Cingulata, Didelphimorphia and Lagomorpha, with 1 species each. A high richness of medium and large-sized mammals was recorded, indicating good conservation management. However, the high relative abundance of domestic species, such as *Canis familiaris* (which can become feral) show the first warning signs, since they put some native species at risk. It is important to continue long-term monitoring of medium and large-size mammals in the oak forest vegetation, and even expand it to the entire Altas Cumbres PNA.

KEYWORDS: camera traps, introduced species, taxonomic list, Ciudad Victoria.

*Correspondencia: biohdz@yahoo.com/Fecha de recepción: 17 de septiembre de 2024/Fecha de aceptación: 20 de enero de 2025/Fecha de publicación: 27 de enero de 2025.

¹Instituto Nacional de Antropología e Historia Centro INAH Yucatán, calle 10, núm. 310 Letra "A" entre Prolongación Paseo Montejo y calle 1Bis, col. Gonzalo Guerrero, Mérida, Yucatán, México, C. P. 97119. ²Instituto de Ecología Aplicada. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, C. P. 87019. ³Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia "Dr. Norberto Treviño Zapata", Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, C. P. 87000.

INTRODUCCIÓN

Ubicada en los municipios de Victoria y Jau-mave, Tamaulipas, el Área Natural Protegida (ANP) denominada Altas Cumbres fue declarada como Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica (ZESCE) en 1997 por el Gobierno del Estado, con el objetivo de proteger y restaurar las fuentes de abastecimiento de agua para Ciudad Victoria (perteneciente al municipio de Victoria), conservar y rehabilitar la flora y fauna, regular las actividades recreativas, la ganadería y los asentamientos humanos, y proteger los sitios arqueológicos (como el Balcón de Montezuma) y paleontológicos (Formación el Huizachal y el Cañón de la Peregrina) (Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas, 1997). Esto permitió avances en materia de protección y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, de forma tal que, el programa de manejo de Altas Cumbres reportó, recientemente, 283 especies de vertebrados, de los cuales 58 % correspondieron a aves, 22 % a mamíferos, 14 % a reptiles, 4 % a anfibios y 2 % a peces (Gobierno de Tamaulipas/IEA-UAT, 2014).

El bosque de encino es la comunidad vegetal más extensa del ANP Altas Cumbres, abarcando 10 761.52 m² (García-Morales, 2009; Gobierno de Tamaulipas/IEA-UAT, 2014). Gran parte de esta comunidad arbórea se ubica en la porción sur, la cual agrupa también la mayor cantidad de actividad antrópica, como es la extracción minera y pétreo (plomo, zinc, serpentina, asbesto, fosforita, talco, titanio, níquel, cobalto, trituradoras de agregados pétreos, grava y arena (Servicio Geológico Mexicano, 2010). Además, se han incrementado los asentamientos urbanos en la periferia (5 colonias y asentamientos irregulares); así como el desarrollo del turismo recreativo (parque ecoturístico “Los Janambres”, parque ecológico y mirador “Camino Real a Tula”, la zona arqueológica el Balcón de Montezuma, Jardín Botánico del ejido El Huizachal, balnearios públicos “El Indio”, “La Peñita”, “El Edén y “El Paraíso”) (Gobierno de Tamaulipas/IEA-UAT, 2014; Caballero-Rico, 2019); y el paso de carreteras en el interior (carretera Federal 101 Tamaulipas-San Luis Potosí, carretera estatal 126 y el Antiguo Camino Real a Tula).

Existen pocos estudios científicos reportados de esta área. La mayoría enfocados en los tipos de vegetación y flora (García-Morales, 2009; García-Morales y Vargas-Vázquez, 2014) y en especies puntuales (Vargas-Contreras y col., 2023; Wong-Smer y col., 2022; Hernández-Jasso y col., 2024). Sin embargo, se desconoce el impacto que las actividades antrópicas están generando en la fauna, en especial en los taxones de mayor tamaño, que generalmente son los más susceptibles a las actividades humanas, por lo tanto, presentan un mayor riesgo de extinción (Dirzo y col., 2014). Los mamíferos terrestres medianos y grandes albergan una gran diversidad morfológica y capacidad de adaptación, lo que les ha permitido ocupar casi todos los ecosistemas del planeta (Pali-za-García, 2018). Este grupo ha sido de gran interés para el monitoreo de la biodiversidad y el estado del ambiente de una determinada localidad, debido a que tienen efectos importantes en la productividad primaria de los ecosistemas terrestres a través del intercambio de nutrientes, flujo de energía y procesos ecológicos, según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2022). Además, muchas especies son susceptibles a los cambios en la calidad del hábitat (Baillie y col., 2008; Rumiz, 2010; Ahumada y col., 2011) funcionando como indicador del estado de la integridad ecológica (Sunquist y Sunquist, 2002; Ahumada y col., 2011).

El impacto que tienen las perturbaciones en la estructura de comunidades de mamíferos se puede medir bajo diferentes enfoques. Entre los ejemplos más conocidos están la estimación de la riqueza de especies y su abundancia relativa (Moreno, 2001; Salazar-Ortiz y col., 2020; 2022); o a través del desempeño de las especies en los ecosistemas, según sus adaptaciones ecológicas (masa corporal, locomoción y gremios tróficos) (Morin, 2011).

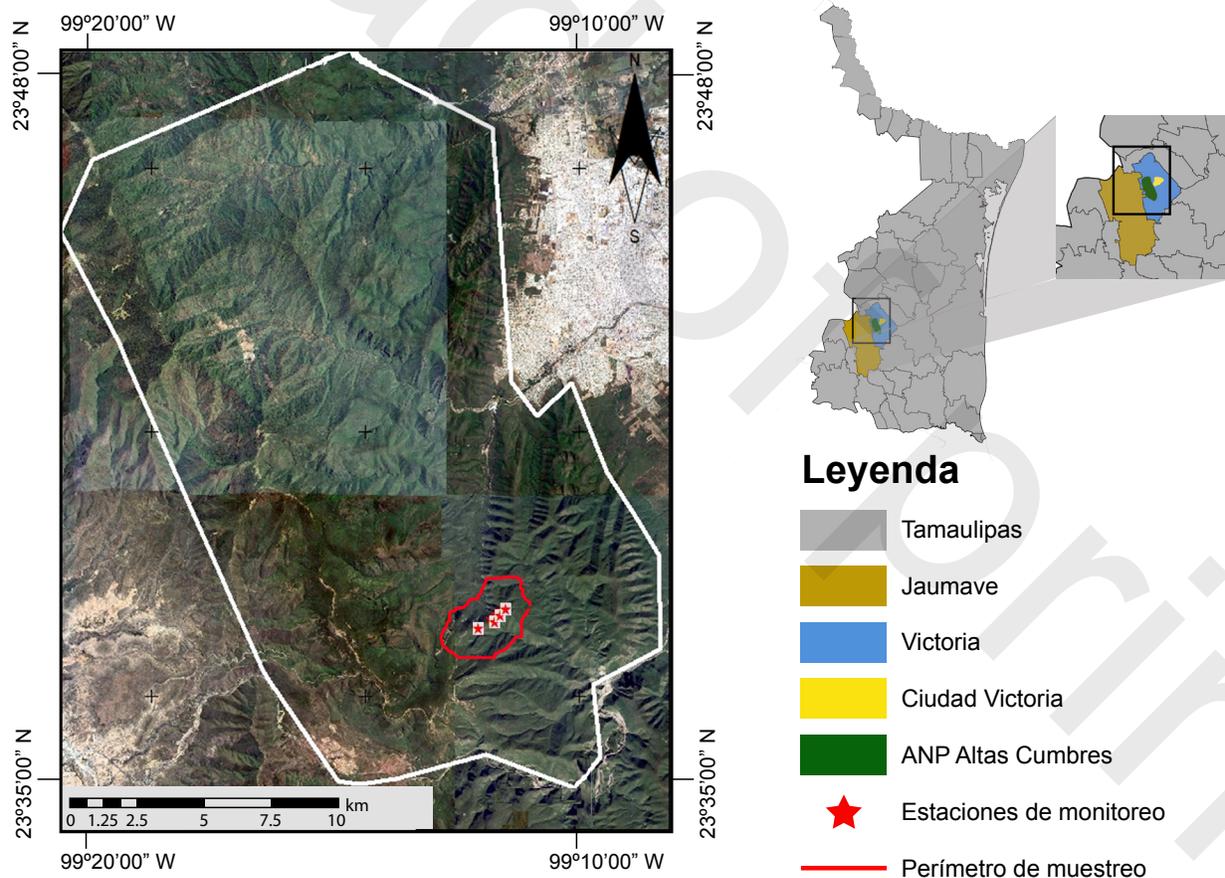
El presente estudio tuvo como objetivo analizar la riqueza, abundancia relativa y adaptaciones ecológicas de los mamíferos medianos y grandes en el bosque de encino del sur del ANP Altas Cumbres.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El ANP Altas Cumbres se localiza en el centro del territorio tamaulipeco, al oeste del municipio de Victoria (prácticamente colindando con la capital del estado), que tiene una población de aproximadamente 349 688 habitantes, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). Comprende una superficie total de 30 327 -85-62.2 199 m², formando parte de la subprovincia Gran Sierra Plegada, dentro de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, con un relieve complejo que oscila entre los 450 hasta 2 100 msnm (Almaguer-Sierra, 2005). Sus partes más elevadas se ubican al noroeste y las más bajas al este (Gobierno de Tamaulipas/IEA-UAT, 2014).

El área de estudio comprende una comunidad vegetal de bosque de encino con algunos elementos de matorral submontano sobre un gran talud de gravedad o “pedrero” a tan sólo 3.5 km al norte del ejido Altas Cumbres en la porción sur del ANP (Figura 1). El área de muestreo abarcó desde el punto inicial (23°37.725' N, 99°11.921' W) ubicado a 24 m al sur de la Carretera Federal 101 y parador turístico “Cerro Agujaerado”, a una altitud de 954 msnm; pasando por una pequeña pendiente que gradualmente se va elevando hasta alcanzar los 1 042 msnm (23°38.157' N, 99°11.366' W), para luego descender nuevamente hasta finalizar en los 792 msnm (23°38.532' N, 99°11.348' W). Se seleccionó esta zona, por observarse que contenía una alta acumulación de restos óseos (craneales y poscraneales) y señales de



■ Figura 1. Área de estudio en el bosque de encino del Área Natural Protegida Altas Cumbres.
Figure 1. Study Area of the oak forest in the Altas Cumbres Protected Natural Area.

actividad (heces, huellas, entre otras) de mamíferos de talla mediana y grande. Dichos restos se encontraron dispersos a lo largo de 700 m de extensión.

Diseño del muestreo

El trabajo de campo se realizó del 2 de septiembre de 2020 al 30 de noviembre de 2021, siguiendo dos métodos de muestreo para mamíferos medianos y grandes. El primer método correspondió a la captura indirecta con la técnica de fototrampeo (Chávez y col., 2013; Medellín y Grisales 2021; MMA/ONU Medio Ambiente/CONAF, 2021). Para la selección de las estaciones de fototrampeo, se buscaron aquellos corredores y senderos que presentarían evidencia del paso de fauna (Aranda y col., 2012). Se establecieron cuatro estaciones de muestreo georreferenciadas simples, cada una equipada con una cámara, excepto la primera estación donde se colocaron dos dispositivos (Figura 1). Las cámaras trampa utilizadas fueron de las marcas Stealthcam (modelo QV18 Trail Camera, Irving, Texas, Estados Unidos); HCO Scoutguard (Modelo SG565F Camera with led flash, Hartington, Nebraska, Estados Unidos) y MixMart (modelo HC-801A/B digital trail camera, China). Estos dispositivos se colocaron sobre troncos de árboles, a una altura entre 43 cm y 48 cm del suelo. La estación I incluía dos cámaras trampa, ubicadas a 3 km al norte del ejido Altas Cumbres, enfocando a un abrevadero artificial para fauna silvestre que está a 992 msnm en el punto de coordenadas 23°37.917' N, 99°11.657' W. A partir de ahí, se establecieron las siguientes estaciones de muestreo, a 300 m de distancia una de la otra, la estación II a 971 msnm, en las coordenadas 23°38.002' N, 99°11.574' W. La estación III a 977 msnm en las coordenadas 23°38.072' N, 99°11.480' W; y la estación IV a 991 msnm en las coordenadas 23°38.157' N, 99°11.366' W. Las cámaras tenían un alcance de 1.5 m a 3.3 m y se configuraron para grabar videos de 10 s y para obtener fotografías. La sensibilidad programada fue de nivel medio y el intervalo entre fotografías fue de 5 s; no se utilizó ningún tipo de cebo. Las cámaras trampas operaron durante todo el tiempo

de muestreo (454 d) y se revisaron trimestralmente (5 revisiones).

El segundo método consistió en la búsqueda de evidencia física de mamíferos (restos óseos, huellas, heces, marcas, animales muertos que conservaran aún la piel y observación directa). Este método es un complemento al del fototrampeo, ya que brinda información importante para el análisis de diversidad, listados taxonómicos y adaptaciones ecológicas, al permitir el registro de especies elusivas a las cámaras trampa. La búsqueda de evidencia física se efectuó haciendo 15 recorridos a lo largo del periodo de muestreo (cada uno de 4 km cada mes). Siendo 4 recorridos por cada estación de muestreo, excepto la estación IV, donde se realizaron sólo 3 recorridos. Las evidencias, como restos óseos (p. ej. cráneos y estructuras poscraneales) fueron identificados taxonómicamente por medio de claves especializadas y comparando estructuras diagnósticas con literatura especializada (Hall, 1981; Thompson, 2021; Lauricella, 2023). En el caso de animales muertos aún con piel, heces, huellas y marcas (e.g. rasguños), se procedió a obtener fotografías y toma de coordenadas geográficas; su identificación taxonómica se basó en bibliografía especializada como Aranda y col. (2012) y Weiler y col. (2023). La observación directa en ocasiones se hizo con ayuda de binoculares (Tasco, 15-16x50, Tailandia), para posteriormente obtener fotografías.

Análisis fotográfico

Se depuraron las fotografías en las que no se apreciaban correctamente a los individuos. Posteriormente se identificaron a todos los mamíferos utilizando los trabajos de Aranda-Sánchez (2012) y Ceballos (2014) como referencia. Una vez ordenadas las fotografías se siguió la metodología establecida por O'Brien y col. (2003) y Cruz-Bazan y col. (2024) para clasificar las fotos en eventos independientes o consecutivos, con el fin de estimar con mayor precisión la abundancia al evitar contar varias veces al mismo individuo. Se consideran como registros independientes a los si-

guientes casos: 1) fotografías consecutivas de diferentes individuos; 2) fotografías consecutivas de la misma especie separadas por más de 24 h; 3) fotografías no consecutivas de la misma especie (Lira-Torres y Briones-Salas, 2011; Monroy-Vilchis y col., 2011).

Riqueza específica

Se utilizó el método basado en la cuantificación del número de especies presentes, consistente en el conteo del número de especies del sitio, creando así un listado taxonómico a nivel específico. Esta enumeración de especies es una base simple, pero sólida, para apoyar el concepto teórico de diversidad (Moreno, 2001).

Para la creación del listado sólo se tomaron en cuenta a los mamíferos terrestres y arbóricolas no voladoras, con un peso entre 1 kg a 20 kg para los de talla mediana y superior a los 20 kg para los de talla grande (Benchamol, 2016). El listado incluyó tanto a especies nativas como introducidas (de origen doméstico) (e.g. caballos, burros, cabras, vacas, ovejas, gatos y perros) que pudieran o no formar poblaciones asilvestradas (ferales). La lista se ordenó utilizando la taxonomía de Mammal Diversity Database (2022).

Índice de abundancia relativa (IAR)

Se empleó el software de RStudio (R Core Team, 2017) versión 4.3.1. y la fórmula propuesta por Mandujano (2019):

$$IAR = C/EM * 100$$

Donde:

C = Capturas o eventos fotografiados

EM = Esfuerzo de muestreo (No. de cámaras) * (días de monitoreo) estacional o total

100 = factor que se emplea comúnmente para interpretar el índice como número promedio de fotos por cámara cada 100 d

Estructura de comunidades (análisis de las adaptaciones ecológicas)

Se determinó la estructura y organización de las comunidades mediante el análisis e iden-

tificación de los nichos ecológicos de los mamíferos medianos y grandes (Andrews, 1996). Se define el nicho ecológico mediante 4 nichos o adaptaciones ecológicas distintas:

a) Categorías tróficas. Las especies se agruparon de acuerdo con el tipo de alimentación conocida para cada una. Se consideraron las siguientes categorías: omnívoro, herbívoro, frugívoro, insectívoro y carnívoro (Ceballos y Oliva, 2005).

b) Categorías de locomoción. Incluye 5 variables de adaptación del aparato locomotor: % arbóreas, % trepadoras o escansorial, % excavadoras o semifosorial, % grandes mamíferos > 10 kg (sin ninguna locomoción particular) y % pequeños mamíferos < 10 kg (sin ninguna locomoción particular).

c) Categorías taxonómicas: se agruparon según los órdenes taxonómicos: mamíferos a Carnívora, Artiodactyla, Perissodactyla, Didelphimorphia, Cingulata, Lagomorpha.

La diversidad de dieta y masa corporal ejercen una gran influencia en la medida de la diversidad de la fauna. Estas variaciones no son independientes de la filogenia. La mayoría de las variaciones en los rasgos ecológicos ocurre en los niveles taxonómicos mayores. Por lo tanto, se hizo una combinación de estas tres categorías. La relación que existe entre las diferentes características son a la vez una muestra de la importancia que tiene en considerarlas si se quiere conservar la biodiversidad y en su efecto para conservar (Frisch, 1995).

Las representaciones de las adaptaciones ecológicas se realizaron mediante las gráficas bivariadas obtenidas del programa PAST 4.11 (Paleontological Statistics) (Hammer y col., 2001) y tablas comparativas.

RESULTADOS

El esfuerzo de muestreo de 2 270 d/trampas (54 480 h continuas) y 60 km recorridos (esfuerzo de captura), para el bosque de encino de la porción sur de Altas Cumbres, permitió obtener 336 eventos independientes (Tabla 1).

■ **Tabla 1. Lista de mamíferos medianos y grandes del bosque de encino del Área Natural Protegida Altas Cumbres.**

Table 1. List of medium and large mammals of the oak forest of the Altas Cumbres Protected Natural Area.

Categorías taxonómicas	IAR	Categoría trófica	Locomoción	Peso (kg)	RF	REF	NOM -059
Carnívora Bowdich, 1821							
Canidae Fischer de Waldheim, 1817							
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> Schreber, 1775	0.27	Omnívoro	Escansorial	1.5 a 5	17	T(2), H(5)	-
* <i>Canis familiaris</i> Linnaeus, 1758	0.54	Carnívoro	Cursorial > 10 kg	6 a 38	34	OD(12), O(1)	-
Ursidae Fischer de Waldheim, 1817							
<i>Ursus americanus</i> Pallas, 1780	0.19	Omnívoro	Escansorial	45 a 50	12	T(1), M(1)	Pr
Procyonidae Gray, 1825							
<i>Bassariscus astutus</i> Lichtenstein, 1830	0.09	Omnívoro	Escansorial	0.7 a 1.5	5	-	-
<i>Nasua narica</i> Linnaeus, 1766	0.05	Omnívoro	Escansorial	4.1 a 5.4	3	OD (3)	-
Mephitidae Bonaparte, 1845							
<i>Conepatus leuconotus</i> Lichtenstein, 1832	0.11	Insectívoro	Semifosorial	1.5 a 2.7	6	-	-
Felidae Fischer de Waldheim, 1817							
<i>Panthera onca</i> Linnaeus, 1758	0.03	Carnívoro	Escansorial	35 a 80	2	-	P
<i>Puma concolor</i> Linnaeus, 1771	0.27	Carnívoro	Escansorial	30 a 100	17	O(1)	-
<i>Leopardus pardalis</i> Linnaeus, 1758	0.19	Carnívoro	Escansorial	7.8 a 14	11	-	P
<i>Leopardus wiedii</i> Schinz, 1821	0.03	Carnívoro	Arbóreo	3 a 7	2	-	P
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> E.Geoffroy Saint-Hilaire, 1803	0.03	Carnívoro	Escansorial	3 a 9	2	-	A
* <i>Felis catus</i> Schreber, 1775	0.05	Carnívoro	Escansorial	4 a 5	3	OD (2), O(1)	-
Artiodactyla Owen, 1848							
Tayassuidae Palmer, 1897							
<i>Dicotyles tajacu</i> Linnaeus, 1758	1.06	Herbívoro	Cursorial >10kg	15 a 30	66	OD(2), O(2)	-
* <i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758	0.02	Omnívoro	Cursorial >10kg	73 a 125	1	-	-
Cervidae Goldfuss, 1820							
<i>Odocoileus virginianus</i> Zimmermann, 1780	0.54	Herbívoro	Cursorial >10kg	25 a 100	34	OD(2)	-
<i>Mazama temama</i> Kerr, 1792	0.08	Herbívoro	Cursorial >10kg	10 a 25	5	-	-
Bovidae Gray, 1821							
* <i>Capra hircus</i> Linnaeus, 1758	0.03	Herbívoro	Cursorial >10kg	19.5 a 62.6	2	OD (2), H(1)	-
* <i>Bos taurus</i> Linnaeus, 1758	0.05	Herbívoro	Cursorial >10kg	160 a 250	3	OD (1), H(2)	-

Continúa...

Perissodactyla Owen, 1848							
Equidae Gray, 1821							
* <i>Equus caballus</i> Linnaeus, 1758	0.05	Herbívoro	Cursorial >10 kg	200 a 250	3	OD (2), H(2), O(1)	-
* <i>Equus africanus</i> Linnaeus, 1758	0.03	Herbívoro	Cursorial >10 kg	100 a 200	2	OD(1)	-
Didelphimorphia Gill, 1872							
Didelphidae Gray, 1821							
<i>Didelphis virginiana</i> Allen, 1900	0.02	Omnívoro	Arbóreo	1a 6	1	P(1)	-
Cingulata Illiger, 1811							
Dasypodidae Gray, 1821							
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	0.03	Insectívoro	Semifosorial	4 a 8	2	-	-
Lagomorpha Brandt, 1855							
Leporidae Fischer de Waldheim, 1817							
<i>Sylvilagus floridanus</i> Allen, 1890	1.67	Herbívoro	Saltatorial	1	103	OD (4), H(3), P(1)	-

IAR = índice de Abundancia Relativa. * = especies domésticas. RF = registro fotográfico. REF = registro de evidencia física: OD = observación directa, O = óseo, H = heces, T = huellas, P = piel y M = marcas. Se contempla el estado de conservación de acuerdo con SEMARNAT (2019; modificación del anexo normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010): A = amenazada; P = peligro de extinción y Pr = sujeta a protección especial.

En total, se reconoce una riqueza de 23 especies (16 de origen nativo), pertenecientes a 6 órdenes, 12 familias, 21 géneros.

Entre las especies nativas registradas, destaca la presencia de 5 de los 6 felinos que se distribuyen en México: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*) y el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*). También sobresale el registro del cérvido temazate rojo (*Mazama temama*), debido a que representa, actualmente, la ubicación de la especie en la latitud más al norte (Hernández-Jasso y col., 2024). El orden con mayor número de especies fue Carnívora, con 12 taxones (52.17 %), incluyendo a 10 especies nativas y 2 introducidas de origen doméstico. Otro orden bien representado fue Artiodactyla, con 6 taxones (26.09 %), 3 especies nativas y 3 domésticas. Perissodactyla presentó 2 taxones (8.69 %), ambas especies domésticas.

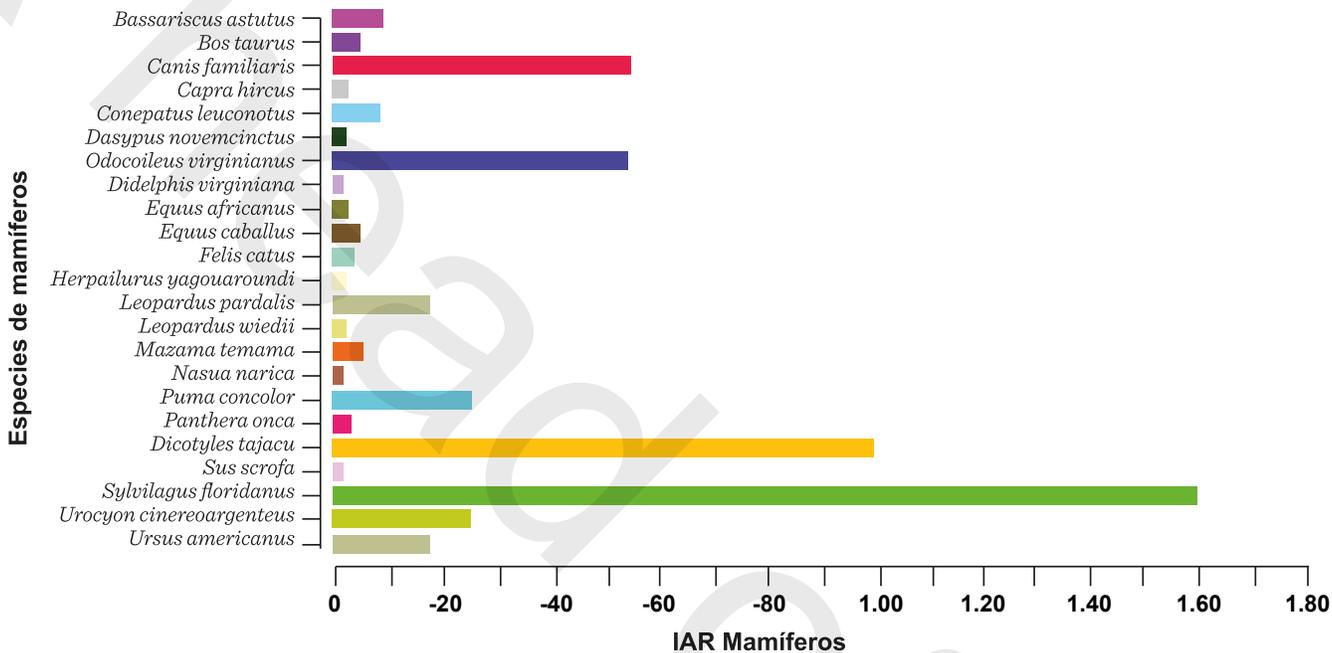
Cingulata, Didelphimorphia y Lagomorpha estuvieron representadas por 1 especie (4.35 %) cada una, las cuales eran nativas (Tabla 1).

Índice de abundancia relativa (IAR)

El IAR más bajo lo obtuvieron 2 taxones (n = 1, IAR 0.02), de los cuales uno era de origen nativo, la zarigüeya común (*Didelphis virginiana*) y el otro no nativo, el cerdo común (*Sus scrofa*) (Figura 2). En contraste, 2 especies nativas presentaron el IAR más alto, el conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) (n = 103, IAR 1.67) y el pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) (n = 66, IAR 1.06). En ambos casos fueron documentados por fototrampeo y evidencia física. Mientras que los carnívoros nativos con más alto IAR fueron, la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (n = 17, IAR 0.27) y el puma (*Puma concolor*) (n = 17, IAR 0.27). Sin embargo, el perro común (*Canis familiaris*) fue el taxón más abundante de las especies no nativas (n = 34, IAR 0.54) (Tabla 1).

Los resultados de las adaptaciones ecológicas de los 23 mamíferos registrados en el bosque de encino (Tabla 2) indicaron que, la categoría trófica mayor representada fue la de herbívoros (34.79 %), seguida de carnívoros (30.43 %) y omnívoros (26.09 %). El menos abundante fue insectívoro (8.69 %). En el caso de la categoría de locomoción, las más re-

presentativas fueron los mamíferos escansoriales y los que tienen una locomoción terrestre superior a los 10 kg, cada una representando el 39.13 %. Mientras que, los mamíferos de locomoción arbórea y semifosorial constituyeron el 8.69 %. Finalmente, la locomoción saltatorial fue la menos abundante, ocupando el 4.35 %.



■ Figura 2. Índice de Abundancia Relativa de los mamíferos medianos y grandes del bosque de encino del Área Natural Protegida Altas Cumbres.

Figure 2. Relative abundance index of medium and large-sized mammals of the oak forest in the Altas Cumbres Protected Natural Area.

■ Tabla 2. Lista de adaptaciones ecológicas de los mamíferos medianos y grandes del bosque de encino del Área Natural Protegida Altas Cumbres: categorías de locomoción y tróficas.

Table 2. List of ecological adaptations of medium and large sized mammals of the oak forest of the Altas Cumbres Protected Natural Area: locomotion and trophic categories.

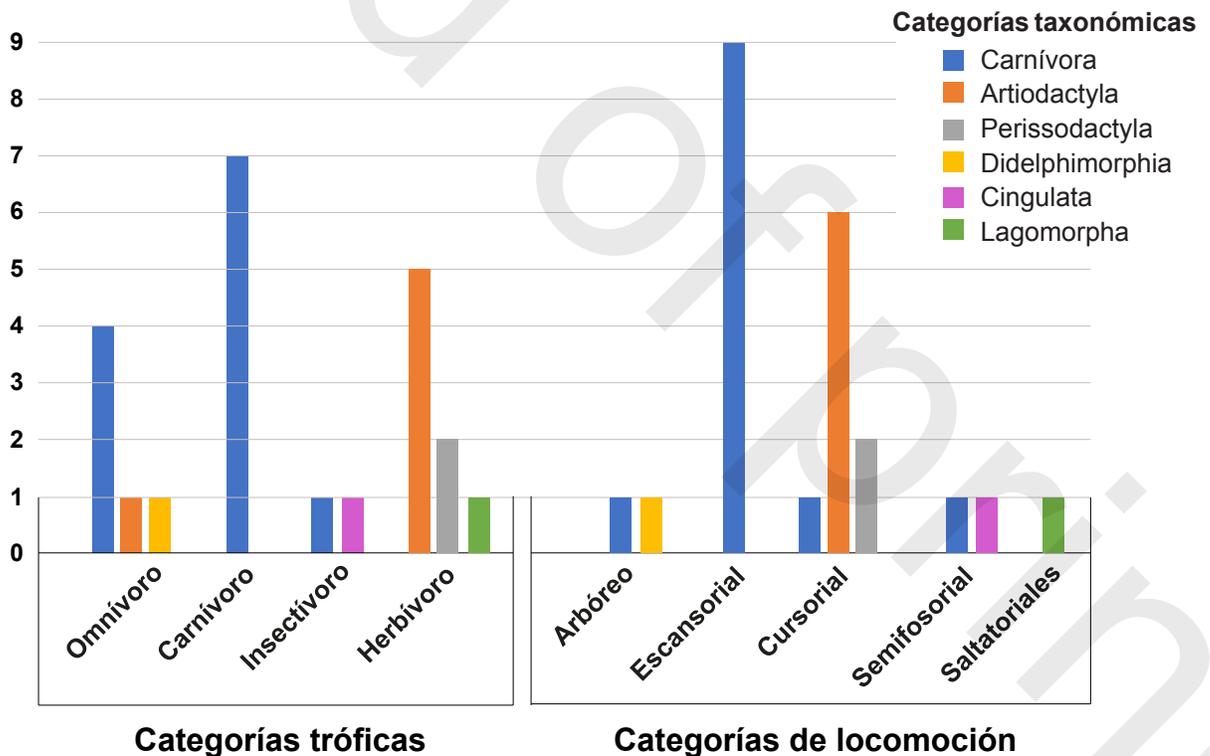
Categoría locomotora	Categoría trófica				Total
	Herbívora	Carnívora	Omnívora	Insectívora	
Escansorial	-	5	4	-	9
Cursorial > 10 kg	7	1	1	-	9
Arbóreo	-	1	1	-	2
Semifosorial	-	-	-	2	2
Saltatorial	1	-	-	-	1
Total	8	7	6	2	23

Al agrupar los registros taxonómicos (órdenes) se obtuvieron 6 grupos (Figura 3). Carnívora agrupó 12 especies, de las cuales 7 son carnívoras, 4 omnívoras y sólo 1 especie es insectívora. De esta misma, se encuentran 9 taxones con capacidades escansoriales. El resto de las capacidades locomotoras son representadas por una sola especie: cursorial > 10 kg (*C. familiaris*); semifosorial (*C. leuconotus*); y arbóreo (*L. wiedii*). Artiodactyla fue el segundo grupo mejor representado, con 6 especies: 5 herbívoras y 1 omnívora. Todos con locomoción cursorial (> 10 kg). El tercer grupo fue Perissodactyla, integrado por 2 especies de la misma categoría trófica (herbívora), ambas siendo cursoriales (> 10 kg). Mientras que los grupos Didelphimorphia, Cingulata y Lagomorpha, estuvieron representados por solo 1 especie, todas con una categoría trófica y de locomoción distinta: Didelphimorphia (omnívora y arbórea), Cingulata (in-

sectívora y semifosorial) y Lagomorpha (herbívora y saltatorial).

DISCUSIÓN

Los métodos no invasivos como colecta de evidencias físicas de mamíferos (restos óseos, huellas, heces, marcas y observación directa) en conjunto con el fototrampeo demostraron ser efectivos para el análisis de la diversidad biológica (Tabla 3), en términos de la riqueza de especies y su abundancia relativa del bosque de encino del ANP Altas Cumbres. El fototrampeo es la técnica más eficiente para estimar la riqueza, en comparación con otros métodos, tal como lo sugieren los trabajos de Botello y col. (2008), Andrade-Ponce y col. (2021), Ríos-Solís y col. (2021) y Zagal-García y col. (2022). Sin embargo, cuando no se cuenta con el equipo de monitoreo (fototrampeo) suficiente se puede implementar la combinación con otras técnicas con eficiencia para



■ Figura 3. Categorías tróficas y de locomoción en las categorías taxonómicas (órdenes) de mamíferos medianos y grandes del bosque de encino del ANP Altas Cumbres.
 Figure 3. Trophic and locomotion categories in the taxonomic categories (orders) of medium and large-size mammals of the oak forest in the Altas Cumbres Protected Natural Area.

■ Tabla 3. Comparativa de registros de mamíferos medianos y grandes (órdenes) del bosque de encino del Área Natural Protegida Altas Cumbres mediante los métodos de fototrampeo y del registro de evidencia física.

Table 3. Comparison of records of medium and large mammals (orders) from the oak forest of the Altas Cumbres Protected Natural Area using camera trapping methods and records of physical evidence.

Forma de avistamiento	Órdenes						Total
	Carnívora	Artiodactyla	Perissodactyla	Didelphimorphia	Cingulata	Lagomorpha	
Fototrampeo	114	111	5	1	2	103	336
Observación directa	17	7	3	0	0	4	31
Restos óseos	3	2	1	0	0	0	6
Animales muertos	0	0	0	1	0	1	2
Heces	5	3	2	0	0	3	13
Huellas	3	2	0	0	0	0	5
Marcas	1	0	0	0	0	0	1
Total	29	14	5	1	0	8	57

obtener una estimación de la diversidad biológica más robusta, tal como se observa en los trabajos de Lyra-Jorge y col. (2008), Aranda-Sánchez (2012), Acevedo-Quintero y Zamora-Abrego (2021).

De las 19 especies de medianos y grandes mamíferos reportadas en el Programa de Manejo de ZESCE Altas Cumbres elaborado por el Gobierno de Tamaulipas/IEA-UAT (2014), el presente estudio registró por medio de los métodos de fototrampeo y de evidencia física, un total de 16 especies nativas para el bosque de encino. Entre estas especies, destacan la presencia de *Leopardus wiedii* y de *Mazama temama*, que no habían sido reportadas en el programa de manejo (Hernández-Jasso y col., 2024). Esta cifra equivale al 84.21 % de la riqueza de mamíferos medianos y grandes de toda el ANP, estando ausente en los registros 3 especies: *Canis latrans* (coyote), *Lynx rufus* (lince rojo o gato montés) y *Spilogalis putorius* (zorrillo manchado). La ausencia de *C. latrans* en el registro del bosque de encino, debe tomarse con cautela, ya que Wong-Smer y col. (2022), reportaron su presencia en esa misma vegeta-

ción del ANP de Altas Cumbres, pero con poca abundancia. En el caso del gato montés, tienen una preferencia de hábitat asociada a bosques templados y matorrales áridos (Anderson y Lovallo, 2003), por lo que su ausencia podría estar asociada de forma negativa con la alta abundancia de otros grandes depredadores como el puma (Persson, 1985; Palomares y Caro, 1999) y perros ferales (López-González y col., 2015), debido a la competencia por el alimento. Mientras que el zorrillo manchado no se registró debido a que, puede entrar también en competencia con otros mesocarnívoros, o simplemente su habilidad como escalador, no permitió ser detectado por los métodos de registro (Rosatte y Larivière, 2003).

Esta elevada diversidad de mamíferos del bosque de encino es congruente con los resultados de otros estudios semejantes en bosques templados y semihúmedos. Registrando una riqueza de especies parecidas a otras localidades del país como selva alta perennifolia del Sitio Experimental “Las Margaritas” en Puebla, con 16 especies de medianos y grandes mamíferos (Ordóñez-Prado y col., 2023);

el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, Tamaulipas, que registra entre 16 y 18 especies según la estación (Ochoa-Espinoza y col., 2023); el bosque de pino de la Reserva de la Biosfera “La Michilía”, Durango, con 16 especies nativas y 9 no nativas (Rawlinson-Marín, 2024), y la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México, con 16 especies (Charre-Medellín y col., 2016). Aunque, es superior a los bosques de encino-pino de la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, que registra 10 especies (Vargas-Contreras y Hernández-Huerta, 2001); de la Tierra de los Agustinos, Guanajuato, con 15 especies (Cortés-Gutiérrez y col., 2019) y las comunidades del Rincón y Peña de Lobos, municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México, con 10 especies (Escamilla-Ramírez y col., 2020).

El orden Carnívora es el único grupo taxonómico que cuenta bajo algún tipo de protección especial. Registra 5 especies distribuidas de 2 familias bajo esta protección. La primera es la familia Felidae, que cuenta con 5 de las 6 especies registradas en el país, estando 4 de ellas bajo alguna protección: 3 en peligro de extinción y 1 amenazada (Ceballos y col., 2010; SEMARNAT, 2019). La segunda, es la familia Ursidae, que presenta una especie bajo protección especial.

Los resultados de este estudio indican que la riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes no es afectada por el impacto de las actividades antrópicas. Esto se sustenta en que otros estudios han reportado que los mamíferos medianos y grandes pueden ser resilientes a las actividades humanas (Vázquez y Gastón, 2006); como los registrados en el bosque de pino-encino de la sierra de Oaxaca (Cruz-Espinoza y col., 2012; Hernández-Rodríguez y col., 2019); el campus de la Universidad Nacional de Colombia sede de La Paz, Colombia (Azevedo-Ramos y col., 2006). Sin embargo, existen otros indicadores que revelan lo contrario. Por un lado, se registraron bajos IAR en varias especies nativas. Este bajo índice puede estar relacionado con

diversos factores. En felinos como *Herpailurus yagouaroundi*, *Leopardus wiedii* y *Panthera onca*, puede deberse a su conducta sigilosa, que puede resultar que su registro sea poco frecuente (Gittleman y col., 2001), y si a esto se adiciona que la densidad de sus poblaciones a veces tiende a disminuir debido a la persecución que viene derivada de la hostilidad de la gente (Weber y Rabinowitz 1996; Sanderson y col., 2002). El bajo índice de *Didelphis virginiana*, *Nasua narica* y *Dasyurus novemcinctus*, podría estar relacionado a la pérdida de su hábitat o cambio de paisaje (Cruz-Salazar y col., 2014; 2016; Mezhua-Velázquez y col., 2022). Aunque podría también influir en que el fototrampeo no es una técnica adecuada para analizar su abundancia, según Monroy-Vilchis y col. (2011), Cortés-Marcial y Briones-Salas (2014).

En el bosque de encino analizado, se registraron 7 especies de mamíferos de origen doméstico, que no habían sido documentadas en el Programa de Manejo de ZESCE Altas Cumbres, ya que este se enfocó exclusivamente en fauna silvestre (Gobierno de Tamaulipas/IEA-UAT, 2014). Este alto número de especies domésticas equivalen al 30.44 % del total de la riqueza de mamíferos medianos y grandes del bosque de encino. La presencia de dicha fauna podría llegar a afectar en un futuro a ciertos mamíferos nativos. Particularmente, los carnívoros ferales como perros y gatos, pueden llegar a ser problemáticos, ya que estos entran en competencia y depredan a ciertas especies autóctonas. Un ejemplo de ello, lo documenta Hortelano-Moncada y col. (2024), en la Reserva Ecológica Urbana en la Ciudad de México. En ese estudio, los perros y gatos ferales llegaron a consumir mamíferos medianos como *Didelphis virginiana*, *Sylvilagus floridanus*, *Bassariscus astutus* y *Spilogale* sp. Otro problema está en la presencia artiodáctilos de origen doméstico como los cerdos y bóvidos, que, aunque su abundancia relativa fue muy baja respecto a la mayoría de los herbívoros nativos, pueden en un futuro llegar a transformar el hábitat, además, de ser portadoras de enfer-

medades (Pyšek y col., 2020; Vargas-Contreras y col., 2023; Rendón-Hernández y col., 2024).

Es probable que las especies nativas del orden Carnívora sean las más afectadas por la presencia de *Felis catus* y *Canis familiaris*. Pues ambas especies suelen entrar en competencia directa con los hipercarnívoros y mesocarnívoros nativos, debido a que su dieta es generalista, con una variada gama de presas en el entorno: pequeños y medianos mamíferos, aves, anfibios, reptiles, e insectos, de acuerdo al Departamento de Medio Ambiente, Agua, Patrimonio y Artes (DEWHA, por sus siglas en inglés: Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts) (DEWHA, 2008). Los perros y gatos han sido introducidos por las comunidades humanas asentadas en los alrededores del ANP Altas Cumbres. Estos asentamientos se han venido incrementado en los últimos años con el desarrollo del ecoturismo en la región, lo que ha conllevado a un mayor aumento de las poblaciones de ambas especies con probable comportamiento feral. Si bien, es cierto que los grandes félidos como *Puma concolor* y *Panthera onca* pueden llegar a depredar a los perros ferales, el índice de abundancia relativa de estos es de 0.54. Dicha cifra es casi dos veces superior a la del puma, considerado como el carnívoro nativo con mayor IAR del análisis. Por lo que es importante que se realicen en un futuro estudios más especializados, que permitan saber la dieta de estos perros ferales, tal como se hizo en la Reserva Ecológica Urbana de Ciudad de México por Hortelano-Moncada y col. (2024).

En general, las especies nativas del orden Carnívora mostraron un IAR de moderado a bajo en relación a otros grupos taxonómicos como Artiodactyla y Lagomorpha. Siendo las especies *Urocyon cinereoargenteus*, *Puma concolor*, *Leopardus pardalis* y *Ursus americanus* las que mostraron los valores más altos (0.27, 0.27, 0.19 y 0.19, respectivamente). Lo cual es congruente con el hecho de que las estaciones de monitoreo en este estudio fueron ubicadas en brechas utilizadas por car-

nívoros. Algunas de ellas con abundantes señales de tránsito (huellas) y consumo de alimento (restos óseos y heces) dejadas principalmente por félidos y cánidos. Por un lado, *U. cinereoargenteus* es un cánido que se adapta bien a sitios perturbados y se caracteriza por ser una especie generalista - oportunista que consume presas de fácil acceso (Castellanos y col., 2009; Wong-Smer y col., 2022). Aunque llama la atención que, en el análisis, todos los registros de *U. cinereoargenteus* se dieron en una sola estación de muestreo. Su registro restringido podría explicarse *a priori* que, sólo en este lugar abundaban las semillas de la palma *Brahea berlandieri*, consideradas como su principal alimento en Altas Cumbres, de acuerdo a Wong-Smer y col. (2022). Otra explicación es que *U. cinereoargenteus* esté evitando tener una relación negativa con otros meso y grandes carnívoros. Pues esta estación de muestreo careció de registros de otros cánidos, grandes félidos y úrsidos. Por otro lado, *P. concolor* es uno de los depredadores alfa en la mayoría de los ecosistemas donde se distribuye, debido a que regula la densidad poblacional de sus presas y competidores intragremiales (Ripple y col., 2014; Soria-Díaz y col., 2017). Asimismo, por su posición en la cima de la pirámide trófica, este depredador es naturalmente poco abundante. Sin embargo, en el análisis se registraron en tres estaciones de muestreo, y su IAR fue más elevado en relación al de otros carnívoros nativos. Esta cifra, a pesar de parecer cuantiosa, es inferior a la obtenida en otros estudios de puma en México, como en la selva Lacandona, en Chiapas, con IAR de 6.62 en temporada de lluvias y 5.7 en la seca (Azuaara, 2005; Azuaara y Medellín, 2007); en la Sierra Nanchititla, Estado de México con IAR de 1.7 (Monroy-Vilches y col., 2011); en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, con 19.16 (Aranda y col., 2012); y en la selva de los Chimalapas, con 2.77 (Briones-Salas, 2016).

Los únicos taxones que tuvieron un IAR alto fueron *D. tajacu*, *O. virginianus* y *S. florida-*

mus. Es probable que el *D. tajacu* sea más tolerante a la presencia humana aunado a su estilo de vida gregario, que le permite moverse ampliamente y poder defenderse en grupo ante posibles ataques de depredadores (Briceño-Méndez y col., 2017; Falconi-Briones y col., 2022). Por otro lado, el venado cola blanca es un ungulado con una alta capacidad de adaptabilidad a ambientes particularmente fragmentados, como zonas ganaderas, agrícolas y en los alrededores de poblados de tamaño regular (Galindo-Leal y Weber 1998; Gallina y col., 2010); su amplia variedad de alimentación posiblemente le permita no entrar en competencia con los herbívoros introducidos como los caballos, asnos, cabras y cerdos. Por último, el conejo serrano tiene una alta plasticidad para usar ambientes con alto o bajo nivel de perturbación sin que sufra efectos importantes (Clavijo-Gutiérrez, 2007; Chávez-García y col., 2022). El bajo IAR de depredadores en esta región podría también influir en su elevado IAR.

La riqueza de mamíferos encontrada es similar o superior a la de otras ANP del país. Lo que *a priori* podría estar indicando buen estado de conservación de Altas Cumbres. Estos mamíferos registraron una locomoción mayoritariamente del tipo escansorial y cursorial, principalmente presentes en los órdenes Carnívora y Artiodactyla. Dichas adaptaciones ecológicas son más similares a las presentes en las comunidades de mamíferos de bosque tropicales deciduos que las presentes en bosques templados caducifolios, de acuerdo a la tipología de la vegetación de Walter (1970) (Hernández-Jasso, 2015); a pesar que a los bosques de encino en México se les considera de un clima templado y semihúmedo, con una composición florística que mezcla elementos neotropicales y holárticos (porcentajes más o menos equivalentes) (Rzedowski, 1981). Este estudio también documentó la presencia de especies de origen doméstico, siendo la abundancia relativa muy alta en el caso del perro (que frecuentemente adquiere comportamiento feral), más que en la mayoría de las especies nativas.

CONCLUSIONES

El bosque de encino del ANP Altas Cumbres registró una riqueza de mamíferos nativos alta, con 16 especies de mamíferos medianos y grandes, entre ellos, 2 especies que no se habían documentado en el Programa de Manejo de ZESCE Altas Cumbres. Sin embargo, no se registraron tres especies enlistadas en el dicho programa. Su ausencia podría explicarse debido a que tienen preferencia de hábitat diferente o que son poco abundantes en el bosque de encino. Por lo cual esta cifra podría decrecer si se realizan futuros estudios más extensos en nuevas áreas de muestreo del bosque. Aunque se puede asumir que existe un buen estado de conservación del ANP, existen ciertas señales que deben encender los primeros focos de alarma. Entre ellas, la abundancia relativa baja de especies nativas de mamíferos medianos, como *Nasua narica* y *Didelphis virginiana*, pues su disminución en bosques templados es comúnmente atribuida a la reducción de su hábitat. También destaca la presencia de especies de mamíferos introducidos que, aunque su riqueza fue muy inferior al de las nativas, en el caso del perro su abundancia fue muy alta, incluso duplicando el valor de los carnívoros nativos con el IAR más alto. Es conveniente continuar con el monitoreo a largo plazo de los mamíferos medianos y grandes, no sólo del bosque de encino, sino de toda el ANP Altas Cumbres.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Tecnológico Nacional de México Campus Victoria por brindarnos el apoyo de sus instalaciones. A Benigno Gómez, Alfonso Terán y José Mendoza, por su contribución en la logística y apoyo de equipo.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declararon no tener conflictos de intereses de ningún tipo.

REFERENCIAS

- Acevedo-Quintero, J. F. y Zamora-Abrego, J. G. (2021). Inventario de mamíferos asociados al campus universitario de la Universidad Nacional de Colombia-Sede de La Paz, Cesar. *Notas de Mastozoología*, 7(2), 298. <https://doi.org/10.47603/mano.v7n2.298>
- Ahumada, J. A., Silva, C. E., Gajapersad, K., Hallam, C., Hurtado, J., Martin, E., & Sheil, D. (2011). Community structure and diversity of tropical forest mammals: data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1578), 2703-2711. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0115>.
- Almaguer-Sierra, P. (2005). Fisiografía del estado de Tamaulipas. En L. Barrientos, S. Correa, J. Horta y J. García (Eds.), *Biodiversidad Tamaulipeca* (pp. 2-20). Dirección General de Educación Superior Tecnológica- Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.
- Anderson, E. M. & Lovallo, M. J. (2003). Bobcat and Lynx. In G. A. Feldhamer, B. C. Thompson, & J. A. Chapman (Eds.), *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and conservation*, (Second edition, pp. 758-786). Johns Hopkins University Press.
- Andrade-Ponce, G. P., Cepeda-Duque, J. C., Mandujano, S., Velásquez-C, K. L., Gómez-Valencia, B. y Lizcano, D. J. (2021). Modelos de ocupación para datos de cámaras trampa: de los conceptos a la interpretación. *Mammalogy Notes*, 7(1), 1-26. <https://doi.org/10.47603/mano.v7n1.200>.
- Andrews, P. (1996). Palaeoecology and hominoid paleoenvironments. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 71, 257-300.
- Aranda, M., Botello, F. y López-de 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, 778-784, 2012. DOI:10.7550/rmb.24850.
- Aranda-Sánchez, J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Azevedo-Ramos, C., Carvalho-De-Carvalho, O., & Benedito, D. A. (2006). Short-term effects of reduced-impact logging on eastern Amazon fauna. *Forest Ecology and Management*, 232, 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.025>.
- Azuara, D. y Medellín, R. (2007). Fototrampeo como herramienta para el estudio del jaguar y otros mamíferos en la Selva Lacandona, Chiapas. En G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, (Eds.). *Conservación y Manejo del Jaguar en México: Estudios de Caso y Perspectivas* (pp. 143-153). CONABIO-Alianza WWF/TelcelUniversidad Nacional Autónoma de México.
- Azuara, S. D. (2005). Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la Selva Lacandona, Chiapas. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional UNAM. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000347384>. Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2023.
- Baillie, J. E., Collen, B., Amin, R., Akcakaya, H. R., Butchart, S. H., Brummitt, N., & Mace, G. M. (2008). Toward monitoring global biodiversity. *Conservation Letters*, 1(1), 18-26. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00009.x>.
- Benchimol, M. (2016). Medium and large -Sized mammals. In T. H. Larsen (Ed.), *Core standard methods for rapid biological field assessment* (pp. 37-48). Conservation international.
- Botello, F., Sánchez-Cordero, V. y González, G. (2008). Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. En E. Lorenzo, E. Espinosa y J. Ortega (Eds.), *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Vol. 2, pp. 335-354). Asociación Mexicana de Mastozoología, AC.
- Briceno-Méndez, M., Naranjo, E. J., Altrichter, M., & Mandujano, S. (2017). Availability of two species of fruits and their influence on the social structure of *Tayassu pecari* and *Dicotyles tajacu*. *Therya*, 8(3), 193-198. <https://doi.org/10.12933/therya-17-450> ISSN 2007-3364.
- Briones-Salas, M., Lira-Torres, I., Carrera-Treviño, R. y Sánchez-Rojas, G. (2016). Abundancia relativa y patrones de actividad de los felinos silvestres en la selva de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Therya*, 7(1), 123-134
- Caballero-Rico, F. C. (2019). Estado del conocimiento generado sobre las Áreas Naturales Protegidas de Tamaulipas. Colofón.
- Castellanos, M. G., García, P. N. y List, R. (2009). *Ecología del cacomixtle (Bassariscus astutus) y la zorra gris (Urocyon cinereoargenteus)*. Instituto de ecología. Universidad Autónoma de México. [En lí-

nea]. Disponible en: http://www.repsa.unam.mx/documentos/CastellanosMorales_et_al_2009_Zorra_y_cacomixtle.pdf. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2023.

Ceballos, G. (2014). *Mammals of Mexico*. Ed. Johns Hopkins University Press.

Ceballos, G., List, R., Medellín, R., Bonacic, C. y Pacheco, J. (2010). *Los felinos de América. Cazadores sorprendentes*. México: TELMEX.

Ceballos, G. y Oliva, G. (2005). *Mamíferos silvestres de México*. CONABIO-Fondo de Cultura Económica.

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

Chávez, C., De-La-Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R. A., Zarza, H. y Ceballos, G. (2013). *Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso*. Alianza WWF-Telcel.

Chávez-García, D., Acosta-Lozano, N. V. y Andrade-Yucailla, V. C. (2022). *Manejo y Cría del Venado de Cola Blanca -Odocoileus Virginianus-*. Binario Editorial.

Clavijo-Gutiérrez, A. M. (2007). *Uso de hábitat por dos especies simpátricas de lagomorfos en tres asociaciones vegetales del Parque Nacional La Malinche*. [Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional UNAM. [En línea]. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TESO1000616094>. Fecha de consulta: 22 de febrero de 2023.

CONABIO, Comisión Nacional de la Biodiversidad (2022). *Procesos ecológicos*. Biodiversidad Mexicana. [En línea]. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose>. Fecha de consulta: 10 de julio de 2024.

Cortés-Gutiérrez, M. A., Altamirano-Álvarez, T. A. y Soriano-Sarabia, M. (2019). Mamíferos silvestres del bosque de encino en la Sierra de los Agustinos en el Municipio de Acámbaro, Guanajuato, México. *Revista de Zoología*, 30, 20-31.

Cortés-Marcial, M. y Briones-Salas, M. (2014). *Diversidad, abundancia relativa y patrones de ac-*

tividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62, 1433-1448.

Cruz-Bazan, E. J., Ramírez-Albores, J. E. y Chavez-Lugo, E. G. (2024). El fototrampeo en los monitoreos mastofaunísticos. *Therya Ixmana*, 3(3), 121-123. <https://doi.org/10.12933/therya-ixmana-24-535>.

Cruz-Espinoza, A., González-Pérez, G. E. y Ronel-Vázquez, P. (2012). Nota de la variación en la riqueza específica de mamíferos entre áreas de conservación y de aprovechamiento forestal en la sierra Madre de Oaxaca. *Therya*, 3, 327-332. <https://doi.org/10.12933/therya-12-88>

Cruz-Salazar, B., Ruiz-Montoya, L., Navarrete-Gutiérrez, D., & Bernardo-Vázquez, L. (2016). Influence of the composition and structure of modified landscapes on abundance of two marsupials during the dry season. *Therya*, 7(3): 393-406, <https://doi.org/10.12933/therya-16-401> ISSN 2007-3364.

Cruz-Salazar, B., Ruiz-Montoya, L., Navarrete-Gutiérrez, D., Espinoza-Medinilla, E. E., Vázquez-Domínguez, E. y Bernardo-Vázquez, L. (2014). Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 251-261.

DEWHA, Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2008). *Background document for the threat abatement plan for predation by feral cats*. [En línea]. Disponible en: <https://www.dceew.gov.au/sites/default/files/documents/tap-predation-feral-cats-2015-background.pdf>. Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022.

Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345, 401-406

Escamilla-Ramírez, C. S., Altamirano-Álvarez, T. A. y Soriano-Sarabia, M. (2020). Mamíferos silvestres medianos y grandes de las comunidades del Rincón y Peña de Lobos, municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México. *Revista de Zoología, UNAM*, 31, 31-61.

Falconi-Briones, F. A., Naranjo, E. J., Reyna-Hurtado, R., Spínola, M., Enríquez-Rocha, P., & Medellín, R. A. (2022). Habitat use and activity patterns of ungulates in a tropical rainforest of southern México. *Therya*, 13(2), 171-182.

Frisch, A. (1995). Hábitos y dietas de los mamíferos mexicanos como medida alternativa a la biodiversidad. [Tesis Licenciatura, Facultad de Cien-

cias, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional UNAM. [En línea]. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000230916/3/0230916.pdf>. Fecha de consulta: 17 de agosto de 2023.

Galindo-Leal, C. y Weber, M. (1998). El Venado de la Sierra Madre Occidental. EDICUSA – CONABIO. [En línea]. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1344666&pid=S0034-7744201200010003300014&lng=e. Fecha de consulta: 21 de septiembre de 2023.

Gallina, S., Mandujano, S., Bello, J., López-Arévalo, H. F., & Weber, M. (2010). White-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann 1780). In J. M. Barbanti-Duarte & S. Gonzalez (Eds.), *Neotropical cervidology: biology and medicine of Latin American deer* (pp. 101-118). Funep and Gland, Switzerland.

García-Morales, L. (2009). Diversidad florística y vegetación del Área Natural Protegida Altas Cumbres, Tamaulipas, México. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Institucional UANL. [En línea]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/21178/1/1020167109.pdf>. Fecha de consulta: 10 de octubre de 2022.

García-Morales, L. y Vargas, V. (2014) Florística y Vegetación del Área Natural Protegida Altas Cumbres, Tamaulipas, México. En A. Correa, J. V. Horta, J. García y L. Barrientos (Eds.), *Biodiversidad Tamaulipeca* (pp. 1-57). Tecnológico Nacional de México.

Gittleman, J. L., Funk, S. M., MacDonald, D., & Wayne, R. K. (2001). 2001. Carnivore Conservation. Cambridge University Press.

Gobierno de Tamaulipas / IEA, Instituto de Ecología Aplicada – UAT (2014) Programa de Manejo de la Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica “Área Natural Protegida Altas Cumbres”. Gobierno del Estado de Tamaulipas. Gobierno del Estado de Tamaulipas.

Hall, E. R. (1981). The Mammals of North America. John-Wiley & Sons inc.

Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, D. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

Hernández-Jasso, R. E. (2015). Biocronología, Paleobiogeografía y Paleoecología de macromamíferos del Neógeno Tardío de Norteamérica meridional. [Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad

Autónoma de Madrid]. UAM Biblioteca. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10486/669276>. Fecha de consulta: 10 de enero de 2025.

Hernández-Jasso, R. E., Manuel-De-la-Rosa, Z. A., Mendoza-Gutiérrez, G. R. y Soria-Díaz, L. (2024). Registros norteños de *Mazama temama* y de *Leopardus wiedii* en el noreste de México. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1564. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1564>.

Hernández-Rodríguez, E., Escalera-Vázquez, L., Calderón-Patrón, J. M. y Mendoza, E. (2019). Mamíferos medianos y grandes en sitios de tala de impacto reducido y de conservación en la sierra Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90, <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2776>

Hortelano-Moncada, Y., Ramos-Rendón, A. K., Gil-Alarcón, G., Landeta-Solis, L. J., Vilchis-Conde, J. M., Flores-Martínez, J. J., Rodríguez-Medina, R. y Cervantes, F. A. (2024). Dieta de gatos (*Felis silvestris catus*) y perros (*Canis lupus familiaris*) errantes en una reserva ecológica urbana en Ciudad de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 95: e955280 <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2024.95.5280>

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Cuentame. [En línea]. Disponible en: https://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=28. Fecha de consulta: 8 de octubre de 2023.

Lauricella, M. (2023). Morpho: Mammals: Elements of Comparative Morphology (Morpho: Anatomy for Artists Book 9). Rocky Nook.

Lira-Torres, I. y Briones-Salas, M. (2011). Impacto de la ganadería extensiva y cacería de subsistencia sobre la abundancia relativa de mamíferos en la Selva Zoque, Oaxaca, México. *Therya*, 2: 217-244.

Lyra-Jorge, M. C., Ciocheti, G., Pivello, V. R., & Meirelles, S. T. (2008). Comparing methods for sampling large-and medium-sized mammals: camera traps and track plots. *European Journal of Wildlife Research*, 54(4): 739-744.

López-González, C. A., Ávila-Aguilar, D. y Cruz-Torres, M. F. (2015). Abundancia de lince (*Lynx rufus escuinapae* J. A. Allen, 1903) en el Parque Nacional El Cimatario, Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 31(1): 138-140

Mammal Diversity Database (2022). ASM Mammals Diversity Database. [En línea]. Disponible en: <https://www.mammaldiversity.org/>. Fecha de consul-

ta: 12 de noviembre de 2021.

Mandujano, S. (2019). Índice de abundancia relativa: RAI. En S. Mandujano y L. A. Pérez-Solano (Eds.), *Fototrampeo en R: organización y análisis de datos* (pp. 137-152.). Instituto de Ecología A. C.

Medellín, S. y Grisales, V. (2021). Protocolo de Fototrampeo para el monitoreo de fauna en el Banco de Hábitat del Meta. Terrasos.

Mezhua-Velázquez, M. J., Serna-Lagunes, R., Torres-Cantú, G. B., Pérez-Gracida, L. D., Salazar-Ortiz, J. y Mora-Collado, N. (2022). Diversidad de mamíferos medianos y grandes del Ejido Zomajapa, Zongolica, Veracruz, México: implicaciones de manejo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(2), e3316.

MMA - ONU Medio Ambiente - CONAF-Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente - Corporación Nacional Forestal (2021). Manual de uso de trampas cámaras para el monitoreo de carnívoros nativos y exóticos. Ministerio del Medio Ambiente – ONU Medio Ambiente.

Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L. y Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59: 373-383. <https://doi.org/10.15517/rbt.v59i1.3206>

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad, vol. 1. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, 84.

Morin, P. J. (2011). *Community Ecology*. Wiley-Blackwell.

O'Brien, T., Kinnaird, M., & Wibisono, H. (2003). Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical landscape. *Animal Conservation*, 6, 131-139.

Ochoa-Espinoza, J. M., Soria-Díaz, L., Astudillo-Sánchez, C. C., Treviño-Carreón, J., Barriga-Vallejo, C. y Maldonado-Camacho, E. (2023). Diversidad y abundancia de mamíferos del bosque mesófilo de montaña del noreste de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 39, 1-18. <https://doi.org/10.21829/azm.2023.3912591>.

Ordóñez-Prado, C., Fuentes-López, M. E., Guerra-de-la-Cruz, V., Ortega-Vázquez, G y Álvarez-Muñoz, M. (2023). Diversidad de mamíferos medianos y grandes del Sitio Experimental Las Margaritas, Sierra Nororiental de Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 14(78), 87-116. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v14i78.1386>.

Paliza-García, E. (2018). Pertinencia de los mamíferos como indicadores de diversidad biológica en las evaluaciones ambientales. La Molina, Facultad de Ciencia, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional UNAM. [En línea]- Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/96a30bb7-3394-4c78-862b-8e695189ede9/content>. Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2024.

Palomares, F. & Caro, T. M. (1999). Interspecific killing among mammalian carnivores. *The American Naturalist*, 153, 492-508. <https://doi.org/10.2307/2463664>.

Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas (1997). Acuerdo Gubernamental en el cual se declara área natural protegida clasificada como Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica con el nombre de "Área Natural Protegida Altas Cumbres" del Municipio de Ciudad Victoria, Tamaulipas. [En línea]. Disponible en: https://conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/ANPL/Tamps/ZESCE-ALTAS-CUMBRES.pdf. Fecha de consulta: 14 de diciembre de 2021.

Persson, L. (1985). Asymmetrical competition: are larger animals competitively superior? *The American Naturalist*, 126, 261-266. <https://doi.org/10.1086/284413>.

Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L. C., Genovesi, P., Jeschke, J. M., Kühn, I., Liebhold, A. M., Mandrak, N. E., Meyerson, L. A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H. E., Seebens, H., ..., & Richardson, D. M. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 95(6), 1511-1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>.

Rawlinson-Marín, M. I. (2024). La comunidad de mamíferos medianos y Grandes en un bosque templado durante los años 2017 y 2018 en Durango, México. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco]. Repositorio Institucional de la UAM-Xochimilco. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/27fca75e-1e73-40ba-b824_86f23701c174/252276.pdf. Fecha de consulta: 9 de octubre de 2024.

Rendón-Hernández, E., Ayala-Pérez, L. A., Golubov, J. y Torres-Lara, R. (2024). Especies exóticas invasoras y sus implicaciones sobre los bosques de manglar en las reservas de la biosfera Ría Celestún y Ría Lagartos. *Madera y Bosques*, 30(4), e304

2627. <https://doi.org/10.21829/myb.2024.3042627>.

Ríos-Solís, J. A., Flores-Martínez, J. J. Sánchez-Cordero V. y Lavariega, M. C. (2021). Diversity and activity patterns of medium-and large-sized terrestrial mammals at the Los Tuxtlas Biosphere Reserve, México. *Therya*, 12(2): 237-248. <https://doi.org/10.12933/therya-21-1105>.

Ripple, W. J., Estes, J. A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M., Berger, Joel., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M. P., Schmitz, O. J., Smith, D. W., Wallach, A. D., & Wirsing, A. J. (2014). Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 343, 1-11. <https://doi.org/10.1126/science.1241484>.

Rosatte, R. C. & Larivière, S. (2003) Skunks (genera *Mephitis*, *Spilogale*, and *Conepatus*). In G. A. Feldhamer, B. C. Thompsony, & J. A. Chapman (Eds.), *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation* (pp. 692-707). The Johns Hopkins University Press.

Rumiz, D. (2010). Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. En R. B. Wallace, H. Gómez, Z. R. Porcel y Rumiz, D. (Eds.), *Mamíferos grandes y medianos de Bolivia* (pp. 53-73). Centro de Ecología Difusión, Fundación Simón I. Patiño Editors.

Rzedowski, J. (1981). Vegetación de México. Limusa

Salazar-Ortiz, J., Barrera-Perales, M., Ramírez-Ramírez, G. y Serna-Lagunes, R. (2020). Diversidad de mamíferos del municipio de Tequila, Veracruz, México. *Abanico Veterinario*, 10, 1-18. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.30>.

Salazar-Ortiz, J., Barrera-Perales, M., Bravo-Vinaja, M. G., Serna-Lagunes, R., Ocaña-Parada, C. de J., & Gastelum-Mendoza, F. I. (2022). Populational attributes of the central american red brocket deer (*Mazama temama*) in the Sierra de Zongolica, Veracruz, Mexico. *Agrociencia*, 1-13. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i3.2805>.

Sanderson E. W., Chetkiewicz, C. L., Medellín, R., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, G. y Taber, A. B. (2002). Un análisis geográfico del estado de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución. En R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, G. Robinson, E. W. Sanderson y A. B. Taber, (Eds.), *El Jaguar en el Nuevo Milenio* (pp. 551-600). Fondo de Cultura Económica/

Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2019). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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. [En línea]. Disponible en: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/mex192085.pdf>. Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2024.

Servicio Geológico Mexicano (2010). Panorama Minero del Estado de Tamaulipas. Secretaría de Economía, SGM (Servicio Geológico Mexicano). [En línea]. Disponible en: https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/panoramas/TAMAULIPAS_sep2010.pdf. Fecha de consulta: 29 de agosto de 2023.

Soria-Díaz, L., Fowler, M. S., & Monroy-Vilchis, O. (2017). Top-down and bottom-up control on cougar and its prey in a central Mexican natural reserve. *European Journal of Wildlife Research*, 63, 73. <https://doi.org/10.1007/s10344-017-1129-y>

Sunquist, M. & Sunquist, F. (2002). Wild cats of the world. Chicago Press.

Thompson, E. (2021). Anatomy of Animals: Studies in the Forms of Mammals and Birds. Rare Treasure Editions. Vargas, V., Sánchez-Rangel, N. E., Hernández-Cuevas, L. V. y Guevara-Guerrero, G. (2021). Riqueza de especies de hongos micorrízicos asociados a plantas de la familia Euphorbiaceae en el Área Natural Protegida Altas Cumbres, Tamaulipas, México. *CienciaUAT*, 16(1), 6-19. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i1.1527>.

Vargas-Contreras, J. A. y Hernández-Huerta, A. (2001). Distribución altitudinal de la mastofauna en la reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 82, 82-109. <https://doi.org/10.21829/azm.2001.82821866>.

Vargas-Contreras, J. A., Rodríguez-Ruiz, E. R., Escalona-Segura, G., Herrera-Herrera, J. R., Garza-Torres, H. A. y Arroyo-Cabrales, J. (2023). Conservación de los mamíferos de Tamaulipas, México. En J. E. Sosa-Escalante, Y. Hortelano-Moncada, G. Sánchez-Rojas, M. Briones-Salas y G. Magaña-Cota (Eds.), *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal* (pp. 521-528). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C.

y Universidad de Guanajuato.

Vázquez, L. B. & Gastón, K. J. (2006). People and mammals in Mexico: conservation conflicts at a national scale. *Biodiversity and Conservation*, 15, 2397-2414.

Walter, H. (1970). Zonas de vegetación y clima. Omega, Barcelona.

Weber, W. & Rabinowitz, A. (1996). A global perspective on large carnivore conservation. *Conservation Biology*, 10: 1046-1054, <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10041046.x>.

Weiler, A., Núñez, K., Peris, S., Silla, F., Airaldi, K., González-de-Weston, G., Cubilla, F., Salinas, P., Zaldivar, B., Valiente, E., Chavez, K., Ramos, Y., Tabilo, D. y Albertini, M. P. (2023). Guía para la identificación de mamíferos medianos y grandes del Chaco. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción.

Wong-Smer, J. R., Soria-Díaz, L. M., Horta-Vega, J. V., Astudillo-Sanchez, C. C., Gómez-Ortiz, Y. y Mora-Olivo A. (2022). Dieta y abundancia relativa de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* (Carnivora: Canidae) en el Área Natural Protegida Altas Cumbres, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 38(1), 1-16. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812426>.

Zagal-García, K. V., Martínez-Garza, C. y Valenzuela-Galván, D. (2022). Captura fotográfica de mamíferos medianos en parcelas experimentales de restauración ecológica en un paisaje agropecuario en Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana* 129: e1951. <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1951>