

MAMÍFEROS DE "ARCOS DEL SITIO", TEPOTZOTLÁN, ESTADO DE MÉXICO.

Vianiyi Fernanda Barreto Saldivar,
Marisela Soriano Sarabia, Tizoc
Adrián Altamirano Álvarez

¹Museo de las Ciencias Biológicas de la FES
Iztacala. UNAM. Av. De los Barrios no.1 Col. Los
Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es una contribución al conocimiento de los mamíferos silvestres medianos y grandes de "Arcos del Sitio", el trabajo se realizó en 10 muestreos de diciembre de 2021 a marzo del 2022, en los cuales, se obtuvieron un total de 67 registros, pertenecientes a 7 especies de mamíferos agrupados en dos órdenes y 4 familias. El orden con la mayor riqueza específica fue Carnívora con tres familias (Canidae, Felidae y Procyonidae). La familia mejor representada fue Procyonidae. Por su parte *Nasua narica*, *Bassariscus astutus* y *Urocyon cinereoargenteus* fueron las especies más abundantes. La especie más frecuente fue *N. narica*, apareciendo en el 90% de los muestreos. Todas las especies registradas en este estudio se encuentran bajo la categoría de "Preocupación menor" según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.

Palabras clave: Diversidad, Mamíferos, Tepotzotlan, México.

ABSTRACT

The objective of this study was to contribute to the knowledge of medium and large wild mammals of "Arcos del Sitio". The work was carried out in 10 samplings from December 2021 to March 2022, in which. A total of 67 records were obtained, belonging to 7 species of mammals grouped into two orders and 4 families. The order with the highest specific richness was Carnívora with three families (Canidae, Felidae and Porcyonidae). The best represented family is Procyonidae. For its part, *Nasua narica*, *Bassariscus astutus* and *Urocyon cinereoargenteus* were the most abundant species. The most frequent species was *N. narica*, appearing in 90% of the samples. All species recorded in this study are under the category of "Least Concern" according to the IUCN Red List of Threatened Species.

Key word: Diversity, Mammals, Tepotzotlan, Mexico.

INTRODUCCIÓN:

Los listados faunísticos son la primera aproximación al conocimiento de la fauna silvestre, ya que generan información documentada y nos ayudan a conocer la riqueza, composición, abundancia relativa y otros atributos de las especies que habitan en una región (Jones *et al.*, 1988) y nos permiten poder diseñar políticas de estudios, uso y planes de conservación biológica (Torres, 2012), diseñar programas de educación ambiental y ecoturismo. Aunque existen trabajos sobre los mamíferos en el Estado de México, aún es necesario incrementar el conocimiento de estos organismos; entre los trabajos que se han llevado a cabo en la entidad se encuentran el de Chávez y Ceballos (1998); Sotelo (2004); García (2008); Carlos (2010); Olmos (2011); Torres, 2012); Toledo (2013); Ramírez (2014); Montañez (2016); Espinosa-Graciano y García-Collazo (2017); Hernández (2018), Castillo-Picazo y García-Collazo (2019). Dentro de la entidad federativa se encuentra Tepetzotlán y dentro de dicho municipio existen algunas ANP's, como lo es el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, dentro del cual se encuentra el Parque Ecológico "Arcos del Sitio", a pesar de que este sitio es parte de una ANP, se sabe muy poco acerca de su biodiversidad, ya que, son mínimos los estudios que se han realizado en él. Por ello, en este estudio se pretende contribuir al conocimiento de la mastofauna presente en el Parque Ecológico "Arcos del Sitio".

ÁREA DE ESTUDIO.

La Sierra de Tepetzotlán se encuentra ubicada dentro de los municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca en el Estado de México y se localiza en la parte norte del Estado de México, y al noreste de la ciudad de Toluca, en las coordenadas 19° 43' 50" de latitud norte, y 99° 13' 24" de longitud oeste. El parque Ecoturístico "Arcos del Sitio", se halla en el municipio de Tepetzotlán, Estado de México (fig. 1). Cuenta con una superficie de 75 ha. Se encuentra a 29 km al noreste de la cabecera municipal de Tepetzotlán, dentro de la zona ejidal de San José Piedra Gorda en el Parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán" (Fig. 2). Sus coordenadas geográficas son 19° 45' 55.9" latitud N y 99° 20' 18.6" longitud O. Se encuentra a 2373 msnm (Gobierno del Estado de México, 2003). En base a la clasificación de Kopen, el clima del parque estatal corresponde a C (w) (w"), templado subhúmedo con lluvias en verano, tiene dos subtipos climáticos: al norte, donde empieza la zona semiárida del país C (W0) (W') b (i'), con una precipitación media anual de 600 a 700 mm, en donde se encuentra el Centro Ecoturístico y de Educación Ambiental "Arcos del Sitio" y C (W 1) (W) b (i'), la precipitación media anual es de 700 a 800 mm. La temperatura media anual oscila entre los 12 y 16° C, mientras que las temperaturas máximas promedio anuales, fluctúan entre los 24 y los 32° C (Ángel, 2004).

En el área se pueden identificar cuatro tipos de vegetación, dos de ellos nativos; Bosque esclerófilo caducifolio y Matorral crassicaule y otros dos de origen antropogénico; Pastizal inducido y Matorral bajo esclerófilo caducifolio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación está enfocada en mamíferos medianos y grandes, de modo que se consideró solo a las especies cuyo peso promedio es mayor a 1 kg. Para la elaboración del listado

mastofaunístico se llevaron a cabo muestreos semanales en el área de estudio durante tres meses, de diciembre de 2023 a marzo de 2024.

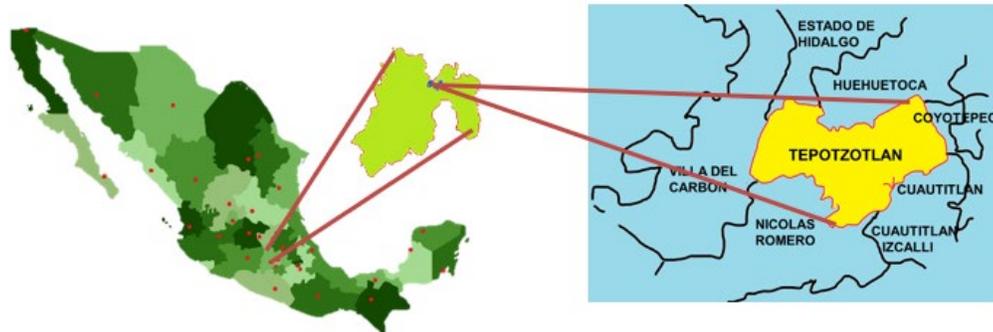


Figura 1. Ubicación del Municipio de Tepotzotlán, Estado de México. Consultado en: <http://arq-js.blogspot.com/2007/10/tepotzotlan-hidrografia-orografia.html>



Figura 2. Área aproximada de "Arcos del Sitio", Tepotzotlán, Estado de México.

En total se efectuaron 10 muestreos con duración de dos días cada uno. Se aplicaron métodos directos e indirectos, en transectos de distancia variable (Olvera, 2012). En el sitio de muestreo se revisaron caminos y cuerpos de agua en busca de pelo, huellas y excretas, estas dos últimas se colectaron e identificaron, de acuerdo con el método descrito por Aranda (2012), se buscaron letrinas encima de grandes rocas y bardas y se contabilizaron organismos observados. Para cada rastro se tomaron los siguientes datos: fecha de colecta, número de registro, localidad, ubicación (coordenadas), dibujo de la excreta y/o fotografía, tipo de vegetación y lugar donde se encontró (suelo, roca, letrina, etc.). En el laboratorio con un calibrador vernier ($\pm 0.1\text{mm}$) se midió el ancho y largo de la excreta. Todo se anotó con plumón indeleble en una bolsa de papel estraza y también se registraron los datos en la

bitácora. Dichas bolsas se colocaron en un saco de manta, sólo si las excretas se encontraban húmedas se secaron al sol, y todas las bolsas fueron trasladadas al Museo de Las Ciencias Biológicas de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, en donde se determinaron las especies a las cuales pertenecen, con base a su forma y tamaño (Aranda, op. cit., 2012).

También se implementó el uso de estaciones olfativas; las cuales consistieron en un círculo de aproximadamente 1 a 2 cm de grosor y de 1 m de diámetro, hecho con tierra tamizada y en el centro se colocó el cebo, los atrayentes utilizados fueron trozos de fruta, pollo, atún y crema de maní, para finalizar, la tierra se humedeció un poco para que las huellas quedaran más fácilmente marcadas. Las camas de arena se revisaron al día siguiente para evitar que las huellas se vieran afectadas por factores ambientales como la lluvia o el viento, así como por animales domésticos y actividades humanas (Aranda, 2000). Al detectar las huellas en campo se tomaron los datos correspondientes; Las huellas se identificaron de acuerdo con el método descrito por Aranda (Idem, 2012), en el cual se toman en cuenta las medidas, forma y/o distancia entre ellas.

Con las huellas se realizó una impresión, por lo que se utilizó yeso tipo alfa, agua, un recipiente y una espátula para mezclar, acetatos y clips (Ramírez-Pulido *et al.*, 1996)

También se colocaron trampas Havahart cebadas con sardina, fruta y/o pollo, (Gallina y López, 2014). Finalmente, se colocó una fototrampa, marca Bushnell, por cada muestreo, con distintos cebos como pollo, fruta y vainilla, para atraer a los mamíferos. Todas las especies que se encontraron, así como sus rastros, se georeferenciaron con un GPS Garmin Scx 60. Con los resultados se elaboró una curva de acumulación de especies de acuerdo con el número de nuevos registros de cada muestreo. Se estimó la diversidad alfa de cada uno de los muestreos, mediante el índice de Simpson (1974) estandarizado a 1, se consideró éste debido a que representa la probabilidad de que dos individuos dentro de la misma muestra y seleccionados al azar pertenezcan a diferentes especies.

$$D = 1 - \sum \frac{n(n-1)}{N(N-1)}$$

Dónde:

n_i = Número de individuos de la especie i

Se obtuvo la categoría de abundancia de las especies en relación al número de organismos por especie que se registraron, para ello se utilizó el criterio de categorías propuestas por Jiménez (1991).

- Especies raras: Cuando se registran de 1 a 2 organismos
- Especies poco comunes: Cuando se registran de 3 a 4 organismos
- Especies comunes: Cuando se registran de 5 a 6 organismos
- Especies abundantes: Cuando se registran más de 7 organismos

Para obtener el porcentaje de abundancia de cada especie, se consideró el número de registros totales de cada especie con relación al total de registros obtenidos, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{No. de organismos de 1 sp}}{\text{No. organismos de todas las sp.}} \times 100$$

La Frecuencia Relativa se calculó de forma individual por especie, para conocer la representatividad de las especies a lo largo del tiempo de muestreo, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{No. de muestreos en los que se registró una especie}}{\text{No. de muestreos totales}} \times 100$$

Los valores obtenidos de la ecuación anterior van del 0 al 100%. Mientras más se acerque al 100%, indica que la especie se registró en un mayor número de muestreos. Para interpretar los porcentajes se tomaron en cuenta las siguientes categorías basadas en los criterios de Aranda *et al.*, 1995.

- Muy frecuente (MF) 76-100%
- Frecuente (F) 51-75%
- Poco frecuente (PF) 26-50%
- Esporádico (E) 0-25%

Con base en los datos de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) se determinó si alguna de las especies registradas en la zona de estudio se encuentra en alguna categoría de riesgo a nivel nacional. Así mismo, se revisó el estado de conservación a nivel global en la Lista Roja de la UICN (UICN, 2017). Se elaboraron mapas de la distribución de las especies encontradas dentro del sitio de estudio, en Google Earth. con las coordenadas registradas en los puntos donde se encontraron los rastros de los organismos, formando polígonos que se plasmaron en mapas del área de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el presente estudio se obtuvieron un total de 67 registros directos e indirectos, pertenecientes a 7 especies de mamíferos agrupados en dos órdenes y 4 familias. Lo que representa el 1.21% de la mastofauna reportada para el país (Sánchez- Cordero *et al.*, 2014) y el 5.6% de todas las especies de mamíferos reportadas para el Estado de México (Ceballos y List, 2009). El orden Carnívora con 6 especies (86%) fue el orden que mostró la mayor riqueza de especies, por su parte el orden Rodentia contribuyó con el 15% del total (1 especie).

Así mismo, dentro de los órdenes registrados, la familia mejor representada fue Procyonidae con el 43% (3 especies) del total, seguida de Canidae con 2 especies (29%). Por su parte Felidae y Sciuridae están representadas cada una con 14% del total (una especie) (Fig. 4, Fig. 24). De acuerdo con la gráfica de acumulación de especies, durante el segundo muestreo la curva pareció alcanzar la asíntota, pues, desde el muestreo número dos y hasta

el muestreo número cinco, hubo un registro de 3 especies (*N. narica*, *U. cinereoargenteus*, *S. aureogaster*). En el muestreo número seis, se encontró una especie más (*B. astutus*). Finalmente, durante el séptimo muestreo se encontraron rastros de tres especies más (*C. latrans*, *P. lotor* y *L. rufus*), con lo que, la curva alcanzó su punto más alto y se mantuvo hasta el décimo muestreo (último muestreo), y la lista llegó a 7 especies (Fig. 25).

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT - 2010	IUCN
CARNÍVORA	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	NI	Pm
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	NI	Pm
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	NI	Pm
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	NI	Pm
		<i>Nasua narica</i>	Coatí	NI	Pm
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache	NI	Pm
RODENTIA	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	NI	Pm

Tabla 1. Composición mastofaunística de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán, Estado de México. NI (No incluida). Pm (Preocupación menor).

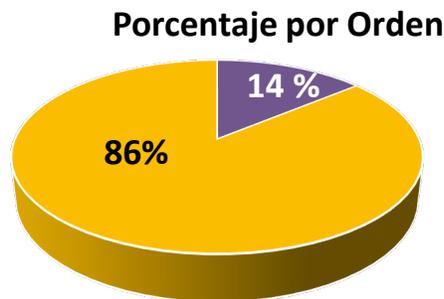


Figura 3. Riqueza específica por orden de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán.

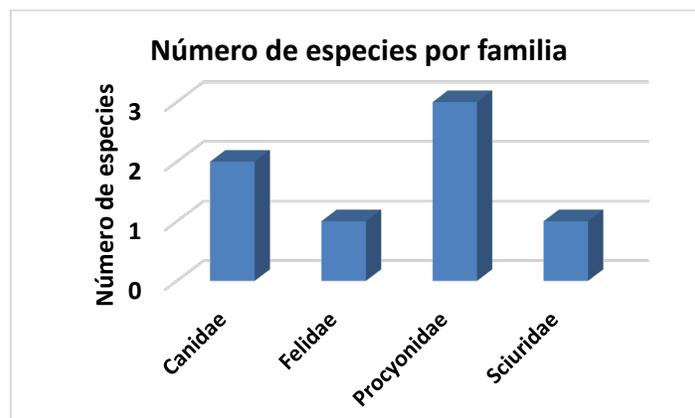


Figura 4. Riqueza específica por familia de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán.

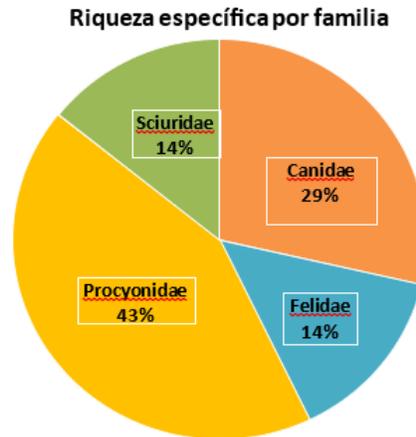


Figura 5. Porcentaje de riqueza específica por familia de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán.

La lista de los mamíferos registrados (Tabla 2) en el Parque estatal "Arcos del Sitio", Tepetzotlán, Estado de México, se realizó con base en Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012):

Clase: Mammalia

Orden: Carnívora

Familia: Canidae

Canis latrans (Say, 1823)

Urocyon cinereoargenteus (Scheber, 1775)

Familia: Felidae

Subfamilia: Felinae

Lynx rufus (Scheber, 1777)

Familia: Procyonidae

Subfamilia: Procyoninae

Bassariscus astutus (Lichtenstein, 1830)

Nasua narica (Linnaeus, 1758)

Procyon lotor (Linnaeus, 1758)

Orden: Rodentia

Familia: Sciuridae

Subfamilia: Sciurinae

Sciurus aureogaster (Cuvier, 1829)

Tabla 2. Lista de mamíferos registrados en Arcos del Sitio.

Utilizando el Índice de Simpson, estandarizado a 1, se obtuvo un valor de diversidad promedio de 0.55 para el Parque Ecoturístico "Arcos del Sitio". La investigación se comenzó con un valor de 1, que se mantuvo hasta el segundo muestro, siendo los valores más altos. Al finalizar la investigación se obtuvo un valor de 0.28. Y el valor más bajo se encontró durante el muestro seis, teniendo una diversidad de cero (Fig.26). Por otro lado, como se observa en la figura 27 el mes que presentó mayor diversidad fue enero, mientras que febrero fue el mes con menor diversidad.

Con base en el índice de abundancia se estimó que *Canis latrans*, *Lynx rufus*, *Procyon lotor* y *Sciurus aureogaster*, se encuentran dentro de la categoría de Rara, con un porcentaje de

Revista de Zoología. 38: 48-79. 2025

abundancia del 1.5% cada una, a excepción de *P. lotor* con 3% (Fig. 28), estas especies representan al 57 % de las especies registradas. El 43% restante, conforman la categoría de abundante, siendo *Nasua narica*, *Basariscus astutus* y *Urocyon cinereoargenteus* (Fig. 29) las especies que encontramos dentro de esta categoría.

La especie con mayor frecuencia relativa fue *N. narica*, apareciendo en el 90% de los muestreos, la cual, se catalogó como Muy frecuente, seguida de *U. cinereoargenteus*, quien apareció en el 60% de los muestreos, hallándose en la categoría de Frecuente. Por su parte *B. astutus* al aparecer en 50% de los muestreos, se encuentra dentro de la categoría de Poco frecuente. El resto de las especies reportadas aparecieron de manera esporádica, siendo *C. latrans*, *L. rufus*, *P. lotor* y *S. aureogaster*, quienes se encontraron en el 10% de los muestreos cada una (Fig. 30).



Figura 6. Curva de acumulación de especies de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán



Figura 7. Diversidad alfa de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán, por muestreo.



Fig. 8. Diversidad alfa de los mamíferos de "Arcos del Sitio". Tepetztlán, por mes.

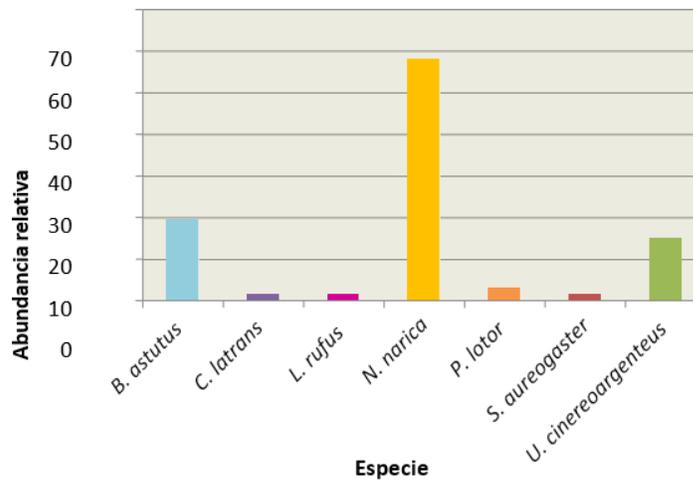


Fig. 9. Abundancia relativa por especie de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetztlán.

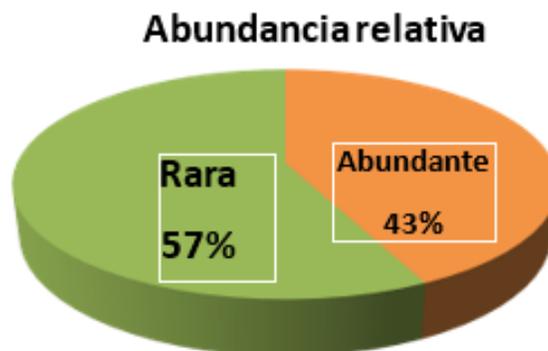


Fig. 10. Abundancia relativa de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetztlán.

Las categorías de riesgo bajo los estándares nacionales fueron consultadas en la Norma Oficial Mexicana 059 de la SEMARNAT (SEMARNAT-2010). Se encontró que ninguna de las especies registradas en este estudio, están bajo alguna categoría de riesgo. De acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2017), todos los mamíferos encontrados en "Arcos del Sitio" durante la investigación, se encuentran bajo la categoría de "Preocupación menor" (Tabla 1).

En la distribución de especies se pudo observar que *N. narica* (Fig. 12 y 13) tiene una amplia distribución a lo largo de toda la ANP, estando presente tanto en las zonas perturbadas, como en las zonas conservadas. Por su parte *U. cinereoargenteus* y *B. astutus* (Fig. 14 y 15 respectivamente) estuvieron presentes cerca del "Acueducto de Tepetzotlán", que es la zona en donde se realizan la mayoría de las actividades turísticas. *S. aureogaster* también tuvo presencia en esta zona, muy cerca del río "Los Arcos" (Fig. 18). Mientras que los dos registros de *P. lotor* (Fig. 16) se encontraron en zonas conservadas del área de estudio, en donde los turistas no tienen tanto acceso.

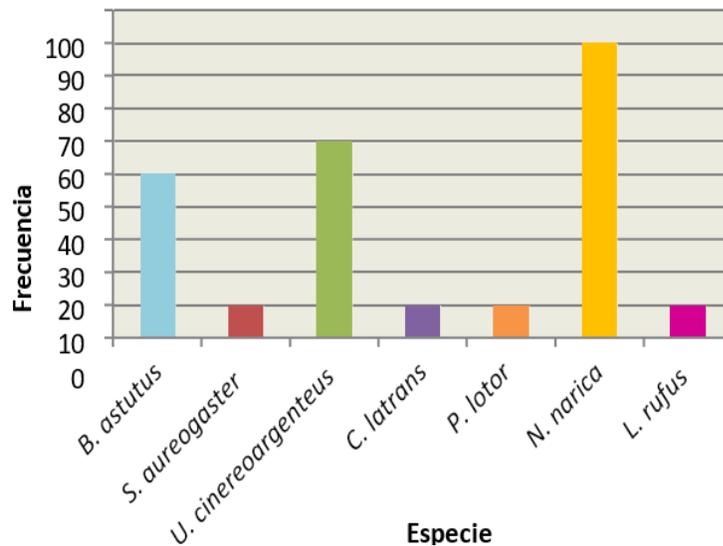


Fig. 11. Frecuencia relativa por especie de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán

El único registro que se tuvo de *C. latrans* (Fig. 17) y de *L. rufus* (Fig. 19) también se encontraron en dicha zona.

La riqueza específica encontrada en Arcos del Sitio se considera relativamente baja, en comparación con otros trabajos, en donde de igual manera se monitorearon los mamíferos silvestres medianos y grandes, y cuyas áreas de estudio tenían características ambientales similares (tipos de vegetación, clima y altitud). En estos estudios se reportaron de 11 a 19 especies (Briones-Salas *et al.*, 2001, Navarro *et al.*, 2007, Hernández-Flores y Rojas-Martínez, 2010, Monroy-Vilchis *et al.*, 2011, Rodríguez, 2012, Torres, 2012, Hernández, 2018, Cortés-Gutiérrez *et al.*, 2019). Dicha situación puede ser resultado de que el área de estudio es pequeña (75 ha) en comparación con los otros sitios, y de varios factores negativos, como lo son: la alta presión antropogénica a la que se encuentra sometido el

parque ecoturístico "Arcos del Sitio", ya que asiste mucha gente, llevando a una alta generación de residuos sólidos e inorgánicos, que a su vez contaminan el suelo y los cuerpos de aguas cercanos, ya que no se les da un manejo adecuado (Flores, 2009).

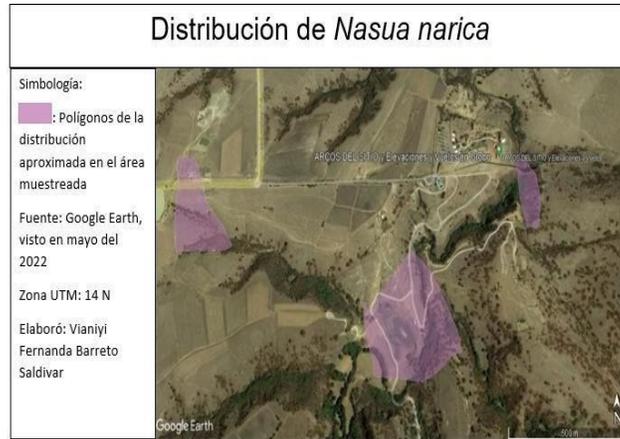


Fig. 12. Distribución aproximada de *N. narica* en "Arcos del Sitio".

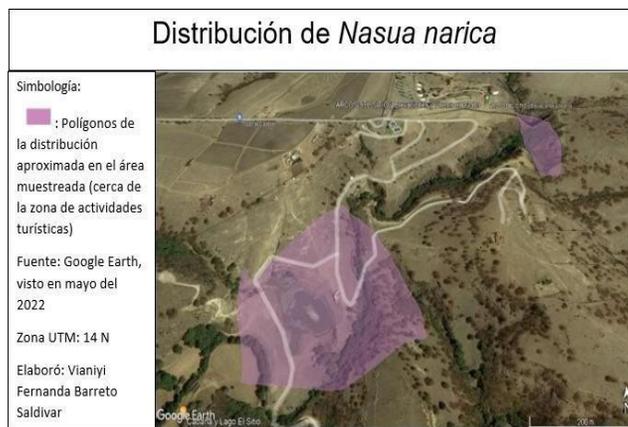


Figura. 13. Distribución aproximada de *N. narica* en la zona de actividades turísticas de "Arcos del Sitio".



Figura 14. Distribución aproximada de *U. cinereoargenteus* en "Arcos del Sitio"



Figura. 15. Distribución aproximada de *Bassariscus astutus* en "Arcos del Sitio"

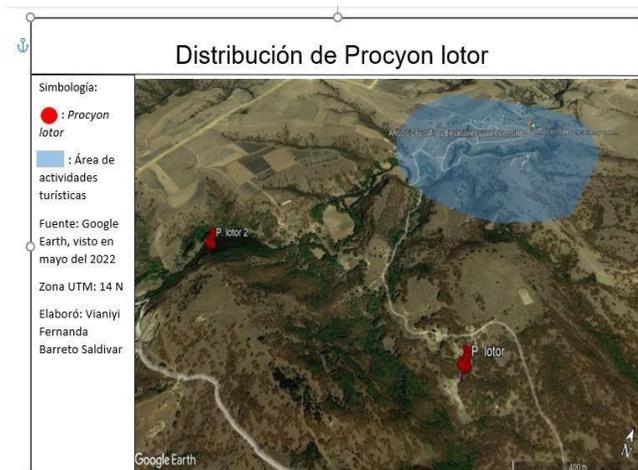


Figura. 16. Distribución de *P. lotor* en "Arcos del Sitio."

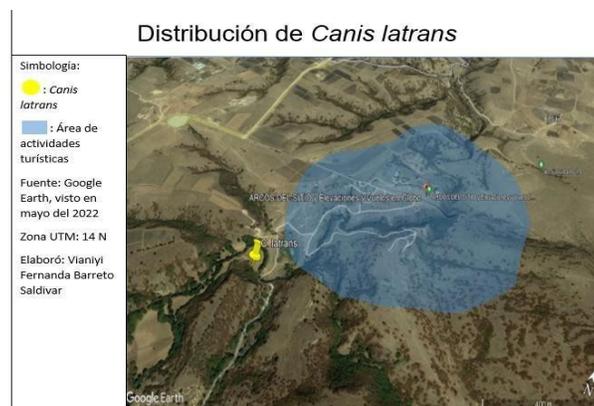


Figura. 17. Distribución de *C. latrans* en "Arcos del Sitio."



Figura. 18. Distribución de *S. aureogaster* en "Arcos del Sitio".

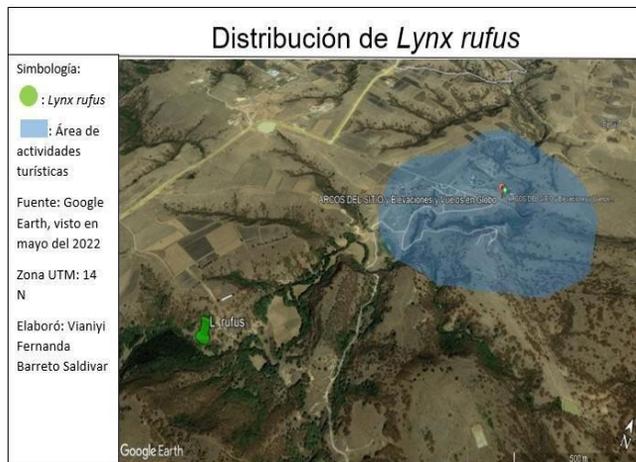


Figura. 19. Distribución de *Lynx rufus* en "Arcos del Sitio"

Además, se ha demostrado que el consumo por parte de los animales, de desechos plásticos como comida, dejados por los visitantes, trae consigo consecuencias negativas para los mismos, tales como un menor consumo de alimentos en su dieta o que incluso dejen de alimentarse, así mismo, les puede producir oclusión o perforación intestinal, pudiendo causarles la muerte (Castillo-Picazo y García- Collazo, 2019). Con el 86% del total de especies registradas en este estudio, el orden que presentó la mayor riqueza fue Carnívora, esto podría deberse a que es el tercer grupo con mayor número de especies en el país, representado por 5 familias, 22 géneros y 32 especies. Para el caso de los Roedores, en este estudio únicamente se registró una especie (*S. aureogaster*), ya que, sólo se consideraron mamíferos medianos y grandes. La curva de acumulación de especies pareció alcanzar la asíntota en dos ocasiones, durante el segundo y séptimo muestro, esto pudo deberse a que durante los dos últimos meses de muestro la afluencia turística en Arcos del Sitio fue menor en comparación con los dos primeros meses, lo que podría disminuir los efectos negativos que tiene la presencia de turistas sobre la fauna, ya que muchas de las actividades realizadas en el área podrían ser perjudiciales para la mastofauna; como el

ruido y la generación de desechos antropogénicos, pues se ha encontrado que los mamíferos silvestres llegan a consumir alimentos de origen antropogénico (servilletas, plástico, papel aluminio y semillas de pepino *C. sativus*) (Castillo-Picazo, y García-Collazo, 2019), lo que representa un riesgo, pues la ingesta de materiales plásticos con los desechos de alimento dejados por los visitantes del parque, podría interferir en los procesos digestivos, además del ingreso de contaminantes químicos contenidos en los plásticos como es el caso de subproductos del petróleo, policlorados y fenoles entre otros (Espinosa-Graciano y García-Collazo, 2017; Teuten *et al.*, 2009).

Al alcanzar el mayor número de especies hasta el penúltimo mes de muestreo, se piensa que se podrían encontrar más especies en el área de estudio si se siguieran realizando muestreos en la zona. Dichas especies podrían ser: *Didelphis virginiana*, *Mephitis macroura*, *Mustela frenata*, *Sylvilagus floridanus*, *Dasyopus novemcinctus* y *S. cunicularis*, esto de acuerdo con lo reportado en algunos estudios realizados en la Sierra de Tepoztlán y en sitios con altitud y tipos de vegetación similares (Cortes-Gutiérrez *et al.*, 2019; Espinosa-Graciano y García-Collazo, 2017; Altamirano *et al.*, 2009).

En el Parque Ecoturístico "Arcos del Sitio", se obtuvo un valor promedio de diversidad de 0.55, por lo que puede ser considerada como representativa. Los valores más altos se presentaron en diciembre, durante los dos primeros muestreos, ya que, únicamente se halló un registro de *U. cinereorgenteus* y uno de *N. narica* para el primer muestro, y durante el segundo muestreo, se registró a *S. aureogaster* y a *N. narica*, una vez a cada uno. Por otro lado, el muestreo número 7, también presenta un valor alto de diversidad, pues, es el muestreo en el que se hallaron entre uno y dos registros de casi todas las especies, a excepción de *N. narica* que tuvo cinco registros y de *S. aureogaster*, pues esta última no se registró, dicho muestreo se llevó a cabo a finales del mes de febrero. Por otro lado, el alto valor de diversidad alfa, obtenido durante el muestro número 7, podría ser explicado por el hecho de que algunas especies de carnívoros medianos y pequeños pueden persistir en áreas alteradas, ya que estos, suelen ser generalistas y oportunistas.

Además, durante estos meses (finales de febrero, principios de marzo) la afluencia turística en AS fue mucho menor, en comparación con los muestreos 3,4,5 y 6, que se llevaron a cabo a mediados del mes de diciembre y durante el mes de enero, en donde se obtuvieron los valores más bajos de diversidad, pues en algunos estudios (Pérez *et al.*, 2010), se ha demostrado que en AS existen algunas repercusiones naturales que han sido provocadas por ciertas actividades o acciones realizadas por los turistas, tales como; fogatas, preparación de alimentos, introducción de vehículos particulares y autobuses, campamentos y recorridos a pie, en bicicleta o a caballo en los senderos del parque; las cuales han impactado esencialmente en el medio físico, biótico e incluso perceptual. Causando principalmente la destrucción de la cubierta vegetal, perturbación de los ejemplares, así como la disminución o sustitución de las especies (Pérez *et al.*, 2010). Además, de lo anterior, en el caso de *N. narica*, factores como su estructura social que puede alcanzar grupos de hasta 20 individuos, su alta tasa reproductiva (Ceballos y Oliva, 2005) y que puede habitar en hábitats boscosos templados y tropicales, también contribuyen a que sea un organismo abundante

en los ecosistemas en que habita. Por otro lado, para *B. astutus*, Arcos del Sitio le brinda infinidad de escondites, pues normalmente sus madrigueras se encuentran en huecos entre las rocas o en los troncos de los árboles, por donde se desplaza comúnmente mientras realiza sus actividades diarias, aunque también suele utilizar los caminos (Aranda, 2012). *Urocyon cinereoargenteus* es la última especie que está dentro de la categoría de abundantes, debido a que también se ha reportado como una especie que es beneficiada por las perturbaciones antropogénicas (Servín et al, 2005).

La comida, tampoco es problema para esta especie, ya que su dieta suele incluir semillas, vertebrados como pequeños mamíferos e insectos (Villalobos *et al.*, 2014; Guerra, 2019) y Arcos del Sitio cuenta con diferentes elementos vegetales tales como frutos, a lo cual se ha reportado que la zorra gris se comporta como insectívoro-omnívoro durante todo el año, con una marcada preferencia hacia la frugívora durante la estación seca (Villalobos *et al.*, 2014) (coincidiendo con la época en la que se llevaron a cabo las salidas a campo), pequeños mamíferos como ardillas y ratones de campo, y diferentes insectos e invertebrados (Castillo- Picazo y García-Collazo, 2019). Además, al ser una zona turística, genera una fuerte cantidad de desechos orgánicos e inorgánicos, los cuales también se han reportado en la dieta de la zorra gris, tales como empaques y envoltorios. Así mismo se ha reportado haber observado en repetidas ocasiones a las zorras consumiendo alimento de origen antropogénico en contenedores de basura (Castellanos *et al.*, 2009).

El atractivo de las áreas perturbadas para *B. astutus* y *U. cinereoargenteus* puede basarse en la presencia de mayores recursos alimenticios naturales y antropogénicos, así como en la disponibilidad de oquedades que les sirven de refugio y una muy baja o nula densidad de sus depredadores naturales (Castellanos *et al.*, 2009). Pues la desaparición de los grandes carnívoros provoca un fenómeno conocido como liberación de los meso-depredadores, a partir de la reducción en la mortalidad por depredación de las especies de carnívoros medianos, como zorras y cacomixtles (Crooks y Soulé, 1999). La categoría de especies raras contiene cuatro especies, entre éstas se encuentra *C. latrans*.

el cual, es una especie que prefiere zonas abiertas, coincidiendo con que el único registro que se tuvo de esta especie se encontró en una zona abierta y con poco acceso a los turistas *S. aureogaster* es otra de las especies que se encuentran en la categoría de especies raras.

La tercera especie que se encuentra dentro de la categoría de las especies raras en este estudio es el *P. lotor*, esta es adaptable y explota distintos hábitats, pudiendo vivir incluso en zonas urbanas (Smith, 2002). En Arcos del Sitio se encuentra el río "Los Arcos", éste, debido a la alta densidad de visitantes y los asentamientos irregulares, se encuentra contaminado (Flores, 2009), se piensa que, debido a esto, dicho cuerpo de agua no le provee el alimento necesario, además, el mapache prefiere los sitios boscosos con alta cobertura vegetal, ya que le proporcionan gran disponibilidad de recursos y protección (Espinosa-García *et al.*, 2015).

Lynx rufus es la última especie que se encuentra en la categoría de especies raras, se cree que solo se obtuvo un registro debido a que en Arcos del Sitio los lagomorfos de los cuales

se alimenta ya no son tan comunes, pues, durante el tiempo de muestreo tampoco se logró encontrar algún rastro de estos. Además, se ha reportado que una de las causas de mortalidad del gato montés es la presencia de un gran número de perros ferales (López- González *et al.*, 2015), los cuales son abundantes en la zona de estudio, pues, son tolerados por los habitantes y turistas del área.

N. narica fue la especie más frecuente en este estudio, pudiendo deberse a que es una especie presente en una gran cantidad de hábitats, entre los que destaca el matorral xerófilo, en Arcos del Sitio, con las especies de nopal y demás características les ofrece un ambiente donde pueden sobrevivir. Por su parte *U. cinereoargenteus* apareció en el 60% de los muestreos, pues como ya se mencionó, es de las pocas especies que se benefician de las perturbaciones antropogénicas (Ceballos y Oliva, 2005), pudiendo vivir cerca o dentro de zonas urbanas, por ello se considera que es una especie frecuente en el área de estudio.

Lo anterior también podría explicar la esporádica aparición del gato montés durante los muestreos, pues, de esta especie también se obtuvo solamente un registro, ya que, a pesar de que la talla corporal del gato montés es próxima a la del coyote, el félido tiende a evitarlo, porque como ya ha sido reportado, el coyote lo puede afectar negativamente por competencia directa, o por segregación espacial (Rich *et al.*, 2018), por ello *L. rufus* prefiere zonas con mayor cobertura vegetal (Witczuk *et al.*, 2015), donde exista la presencia de árboles o arbustos, pues estos hábitats le permiten trepar y escapar de los peligros (Sillero-Zubiri, 2009), dándole ventaja contra la depredación por parte del coyote (Farías *et al.*, 2005), y en Arcos del Sitio, la cobertura vegetal no es muy abundante, por lo que se piensa que el gato montés evita el área de estudio.

S. aureogaster también fue catalogada como una especie esporádica, pues apareció únicamente en el 10% de los muestreos. Las ardillas grises son mamíferos de mediano tamaño y son de hábitos solitarios y sus actividades las realizan durante el día, desplazándose entre las ramas de los árboles, donde obtiene su alimento (Luna, 2002).

Debido a lo anterior, estos organismos pueden volverse presas fáciles, no solo para sus depredadores naturales, como lo son el coyote, el lince, el zorro, el gavilán y el hombre (Luna, 2002), sino también para los perros ferales (Cortés-Gutiérrez, 2019), que como ya se mencionó anteriormente, estos suelen ser abundantes en Arcos del Sitio, lo que podría estar extirpando a la población de *S. aureogaster* presente en el área de estudio. *N. narica*, *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *S. aureogaster*, fueron especies que tuvieron presencia, tanto en zonas perturbadas como en la zona conservada de Arcos del Sitio. La mayoría de los rastros encontrados de estas especies, fueron hallados en las zonas perturbadas, esto podría deberse a que poseen características que les han permitido persistir en áreas alteradas e incluso ser parcialmente beneficiadas de los cambios que ha sufrido el área donde habitan, ya que, suelen ser generalistas y oportunistas, y son tolerantes a la perturbación, lo que les permite vivir en zonas rurales e inclusive, algunas especies pueden sobrevivir en zonas urbanas (Cstellanos *et al.*, 2009). *C. latrans* fue una de las especies de las que únicamente se encontraron rastros en la zona más conservada del AS, que es la zona

más alejada del área en donde se llevan a cabo las actividades turísticas *P. lotor* y *L. rufus*, son especies de las cuales también únicamente se encontraron rastros en la zona conservada del área de estudio. Para ambas especies esto podría deberse a que prefieren las zonas con mayor cobertura vegetal, pues al mapache le proporcionan gran disponibilidad de recursos y protección (Espinosa-García *et al.*, 2015), mientras que al gato la presencia de árboles o arbustos, le permiten trepar y escapar de los peligros (Sillero-Zubiri, 2009).

Los mamíferos identificados en este estudio han sido capaces de tolerar los cambios provocados por las actividades humanas, pues ninguna de las 7 especies registradas se encuentra bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM- 059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT-2010) y en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2017), se encuentran bajo la categoría de "Preocupación menor" (LC). Sin embargo, la población del ejido San Francisco Magú, quienes son los encargados de administrar la actividad turística que se lleva a cabo en AS, admiten que se ha incrementado la deforestación, los incendios forestales y la perturbación de especies silvestres que habitan en el parque (Pérez *et al.*, 2010), por lo que el número de especies, así como el número de individuos de cada una de éstas, se ha visto disminuido durante los últimos años. Por lo que sería importante implementar y enriquecer programas de conservación que garanticen la limpieza de la zona, lo que permitirá preservar la fauna silvestre del lugar y disminuir el impacto provocado por las actividades antropogénicas, así como diseñar talleres y pláticas de educación ambiental para los habitantes del ejido y los visitantes de Arcos del Sitio, en los cuales se les informe acerca del valor de los recursos naturales que posee la ANP, la importancia de cuidarlos y de darles un uso sustentable, así como alternativas que pueden tomar en posibles conflictos con las especies de mamíferos de la zona, además de sensibilizar e invitar a los visitantes para que su estancia en la zona sea responsable y consiente.

CONCLUSIONES

La diversidad específica de los mamíferos medianos y grandes de Parque Ecoturístico "Arcos del Sitio", está compuesta por un total de 7 especies pertenecientes a 2 órdenes y 4 familias. Lo cual representa aproximadamente el 5.6% de todas las especies de mamíferos reportadas para el Estado de México. Con el 86% de las especies reportadas, el orden Carnívora fue el que presentó la mayor riqueza. La familia mejor representada fue Procyonidae, con el 43% de las especies registradas. La curva de acumulación de especies aparentemente alcanzó la asíntota en séptimo muestreo. Sin embargo, al haberse alcanzado el mayor número de especies hasta el penúltimo mes de muestreo, se puede inferir que existe la posibilidad de encontrar más especies, de continuar con los muestreos. Se obtuvo un valor promedio de diversidad alfa de 0.55, por lo que podría considerarse una diversidad media para la ANP. Durante el muestreo número 7, se obtuvo un valor de 0.81, siendo un valor alto, pudiendo deberse a que fue en época de secas y a que hubo poca afluencia turística. Mientras que los valores más bajos se registraron en época vacacional.

De acuerdo con el índice de abundancia relativa, la especie más abundante fue *N. narica*. El 43% de las especies se reportaron como abundantes, siendo éstas: *N. narica*, *B. astutus* y *U. cinereoargenteus*, mientras que, el resto de las especies (*C. latrans*, *L. rufus*, *P. lotor* y *S.*

aureogaster) se encontraron como raras. La especie más frecuente en este estudio fue *N. narica*, quien apareció en el 90% de los muestreos. Seguida de *U. cinereoargenteus*, que apareció en el 60% y de *B. astutus*, encontrada en 5 de los 10 muestreos. Del total de especies registradas en este estudio, ninguna se encuentra bajo alguna categoría de riesgo, esto de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT- 2010. Todas las especies reportadas en este estudio se encuentran incluidas bajo la categoría de "Preocupación menor" según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. pesar de que la mayoría de las especies registradas en este estudio, están adaptadas a vivir en zonas urbanas y perturbadas, al ser un sitio turístico, en el área de estudio existe una alta presión por las actividades antropogénicas, lo que puede estar afectando considerablemente a la fauna del lugar. La falta de información y las actividades humanas están repercutiendo directamente sobre la mastofauna del Parque Ecoturístico "Arcos del Sitio", por lo que el presente trabajo puede representar una base para la elaboración de nuevas estrategias de manejo de los Recursos Naturales y de Educación Ambiental. Sería importante implementar y enriquecer programas de conservación y Educación Ambiental, que involucre a los ejidatarios del sitio, así como a los visitantes, para concientizar y sensibilizar a la población sobre la importancia que representan los mamíferos en esta Área Natural Protegida.

LITERATURA CITADA

Ángel, L. 2004. Estructura de la vegetación del Parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán", Estado de México. Tesis de Ingeniería Forestal. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. México, 63 pp.

Aranda, J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres en México. Primer edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Altamirano, T., M. Sarabia, A. García-Bernal, N. Miranda-González y B. Jiménez-Gutiérrez. 2009. Mamíferos medianos y grandes de la comunidad El Paredón, Miacatlán, Morelos, México. *Revista de Zoología*, (20):17-29.

Briones-Salas. M., V. Sánchez-Cordero y G. Quintero. 2001. Lista de Mamíferos terrestres del norte del estado de Oaxaca, México. *Serie Zoología* 72(1): 125-161.

Carlos, H. 2010. *Registro adicional de mamíferos silvestres en Nanchititla, Luvianos, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 64 p.

Castellanos, M., P. García y R. List. 2009. Ecología del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Historia natural y Ecología de poblaciones. México:

Castillo-Picazo, G. y García-Collazo, R. 2019. Comparación de la dieta del cacomixtle norteño, *Bassariscus astutus* de un bosque templado y un matorral xerófilo, del centro de México. *Biocyt: Biología, Ciencia y Tecnología*, 12(45), 834-845.

Ceballos, G. y Arroyo-Cabrales, J. 2012. Lista Actualizada de los Mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 2, 27-80.

Ceballos, G. y R. List. 2009. La diversidad biológica del Estado de México, Estudio de Estado. México: Gobierno del Estado de México, Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA).

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de la Cultura Económica. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México, DF. 988 p.

Chávez, C. y G. Ceballos. 1998. Diversidad y estado de conservación de los mamíferos del Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 3: 113-134.

Cortés-Gutiérrez, M., Altamirano, T. y Soriano, M. 2019. Mamíferos silvestres del bosque de encino en la Sierra de los Agustinos en el Municipio de Acámbaro, Guanajuato, México. *Rev. Zool.* 30: 20-31.

Crooks, K. y M. Soulé. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature*, 400(6744): 563-566.

Espinosa-Graciano, E. y R. García-Collazo. 2017. Dieta Estacional del Coyote (*Canis latrans*) en el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, Estado de México. *Biología, Ciencia y Tecnología*, 10(37):687-696.

Farias, V., T. Fuller, R. Wayne y R. M. Sauvajot. 2005. Survival and cause-specific mortality of gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in southern California. *J. Zool. Lond.* 266: 249-254.

Flores, R. 2009. *Diagnóstico ambiental del Parque Ecológico "Arcos del Sitio" Tepetzotlán, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 99 p

Gallina, T. y G. López. 2014. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

García, A. 2008. *Diagnóstico ambiental del Parque Estatal Atizapán-Valle Escondido, Municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 116 p.

Hernández-Flores, S. y Rojas-Martínez, A. 2010. Lista actualizada y estado de conservación de los mamíferos del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* 26(3): 563-583.

Hernández, C. 2018. *Contribución al conocimiento de los mamíferos silvestres medianos y grandes del Parque Estatal "Cerro Gordo"*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de

Jiménez, A. 1991. Los mamíferos del Parque Ecológico Omiltemi, municipio de Chilpancingo, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

Jones, J.K. Jr., P. Swanepoel y D.C. Carter. 1977. Annotated checklist of the bats of Mexico and Central America. *Occas. Paper Mus, Texas Tech Univ* 47: 1-35.

López-González, C., D. Ávila-Aguilar y M. Cruz-Torres. 2015. Abundancia del gato montés (*Lynx rufus escuinapae* JA Allen, 1903) en el Parque Nacional el Cimatario, Querétaro, México. *Acta zoológica mexicana*, 31(1), 138-140.

Luna, M. 2002. *Relación del número de eritrocitos micronucleados de sangre periférica de la ardilla gris (Sciurus aureogaster) con el peso edad y sexo*. Tesis de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, México. 44 p.

Montañez, I. H. 2016. *Diagnóstico ambiental de la Localidad El Tular Peña de Lobos, municipio Santa Ana Jilotzingo, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 205 p.

Monroy-Vilchis, O. M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto, L. Soria-Díaz y V. Urios. 2011. Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59(1): 373-383.

Navarro-Frías, J., N. González-Ruíz y S.T. Álvarez-Castañeda. 2007. Los mamíferos silvestres de Milpa Alta, Distrito Federal: Lista actualizada y consideraciones para su conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 23(3): 103- 124.

Olmos, M.G. 2011. *Diagnóstico ambiental de las inmediaciones de la Presa Madín en el municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 114 p.

Olvera, C. 2012. *Mamíferos medianos de la zona Arqueológica de Xochicalco, Estado de Morelos*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 57 p.

Pérez, C., G. Cruz y A. Camacho. 2010. Análisis del aprovechamiento turístico del parque estatal Sierra de Tepozotlán, México, desde la perspectiva de la sustentabilidad. *El Periplo Sustentable. Universidad Autónoma del Estado de México*. 19: 35-68

Ramírez, K. 2014. *Mamíferos medianos y grandes del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (CEIEPASP)*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 69 p.

Ramírez-Pulido, J., R. López-W, C. Müdespacher y I. Lira. 1983. *Catálogo de los mamíferos terrestres nativos de México*. Editorial Trillas, México D.F.

Rich, M., C. Thompson, S. Prange y V. Popescu. 2018. Relative Importance of Habitat Characteristics and Interspecific Relations in Determining Terrestrial Carnivore Occurrence. *Front. Ecol. Evol.* 6(78): 1-13.

Rodríguez, O. 2012. *Mamíferos medianos del Parque Presa El Llano, en el municipio de Villa del Carbón, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 79 p.

Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J. Flores-Martínez, R. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* 85 (1): 496-504.

Servín, J., A. Bejarano, A. Pérez y E. Chacón. 2014. El tamaño del ámbito hogareño y el uso del hábitat de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en un bosque templado de Durango, México. *Therya.* 5(1): 257-269.

Sillero-Zubiri, C. 2009. The Canidae. En: Wilson, D. and R Mittermeier (Ed). *The Handbook of the Mammals of the World*. Vol. 1. Carnivora. Lynx Edicions, Barcelona. 728 p.

Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *nature*, 163(4148), 688-688.

Sotelo, Y. 2004. *Diagnóstico ambiental de la localidad Santa María Magdalena Cahucacán, Nicolás Romero, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 93 p.

Teuten, E., J. Saquing, D. Knappe, M. Barlaz, S. Jonsson, A. Björn, y H. Takada. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526): 2027-2045.

Toledo, J. 2013. *Inventario de la mastofauna de la localidad de Tres Piedras, Cahucacán*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 93 p.

Torres, M. 2012. *Mastofauna del Parque Ehécatl del Municipio de Ecatepec de Morelos, Edo. De México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 61p

Witczuk, J., S. Pagacz, J. Gliwicz y L. Mills. 2015. Niche overlap between sympatric coyotes and bobcats in Highland zones of Olympic Mountains, Washington.