



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y  
RÍQUEZA ESPECÍFICA DE LOS MAMÍFEROS  
MEDIANOS Y GRANDES DE "ARCOS DEL SITIO",  
TEPOTZOTLÁN, ESTADO DE MÉXICO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A:**

**BARRETO SALDIVAR VIANIYI  
FERNANDA**



**DIRECTOR DE TESIS:  
BIOL. MARISELA SORIANO SARABIA**

**TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO, MAYO DEL 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Dedicatoria:**

Este presente simboliza mi gratitud por toda la responsabilidad e invaluable ayuda que siempre me han proporcionado. Porque gracias a su cariño, guía, apoyo, consejos y a los esfuerzos realizados he logrado realizar una de mis más grandes metas, lo cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

A mi madre, Ana, que es el ser humano más maravilloso de todo el mundo. Gracias por haberme brindado tu apoyo y amor incondicional en cada etapa de este largo proceso. Gracias por confiar en cada uno de mis sueños, por tu cariño, por guiar cada uno de mis pasos y por todos tus esfuerzos por hacerme una persona de bien. Eres el pilar fundamental de mi vida. Una mujer extraordinaria. Mis esfuerzos, fracasos y éxitos todo para ti mamá. Te amo.

A mi papá, Fernando, gracias por darme siempre e incondicionalmente tu amor y apoyo, no solo en lo académico, sino en toda mi vida. Gracias por ser mi soporte más grande y por apostar por cada uno de mis proyectos y sueños. Por enseñarme a valorar lo que me da la vida y ha hacer las cosas bien a donde quiera que vaya, para dejar las puertas abiertas, por si algún día necesito volver. Todo tu esfuerzo, desvelos y ese enorme sacrificio que haces a diario se ven reflejados en estas páginas, que son el inicio de este largo camino que deseo compartir contigo. Eres el hombre de mi vida. Te amo, Barreto.

A mi gemela, Astrid, mi Química favorita. Gracias por tu amor incondicional, por ser mi complice en todo. Por tus consejos y regaños, por tu paciencia, cariño y comprensión. Por ser mi respaldo, motivación e impulso para seguir adelante. Gracias por compartir llantos, risas, miedos, sueños y tus éxitos y fracasos conmigo. Eres un ejemplo de dedicación, esfuerzo y disciplina, y también eres esa pequeña mujercita por la que lo daría todo sin pensarlo. Eres el amor de mi vida. Te amo, Jhou.

A mi hermanita, Estefania, mi futura nutrióloga. Gracias por tu cariño y paciencia. Eres la más chiquita de la casa, pero un ser humano enorme; con un corazón gigante, y una entereza admirable. Gracias por escucharme y aconsejarme, y por todas las risas de los últimos meses. También te agradezco por permitirme formar parte de tu vida. Eres esa

niñita a la que siempre voy a cuidar y velar por sus sueños. Siempre serás mi hermanita.  
Te amo, Wiwis.

A mi Max, mi bolita de pelos y cuatro patas. Mi fiel amigo y compañero. Cada noche de desvelo estuvo echado en mis pies, jamás me dejó sola. Y siempre esperando mi regreso a casa, mostrándome lo que es la lealtad y amor incondicional. Te amo, chachito de cielo.

# Agradecimientos:

A mis amigos, Carlos, Fer, Dan, Dani, Lau, Mar, Gaby, Tania y Pau, Muchos de ellos emprendieron este viaje conmigo por la carrera de biología, otros lo hicieron desde la prepa. Gracias por toda su confianza y apoyo. Por toda esa alegría que me han regalado, por el cariño y paciencia que siempre me han mostrado. Por su confianza en mí y en mis sueños. Cada uno tiene un lugarcito en mi corazón. Me alegra mucho verlos triunfar a todos y cada uno de ustedes. Los quiero.

A mis amigos y compañeros de nuestro, al team "Tepo"; Pao, Apu, Rafa, Luisito, Xel y Dani. Gracias por todo su apoyo y cuidados durante los muestreos, en especial a Apu, que siempre me cuidaba, a Pao, que siempre sentía su protección y cariño y a Xel, que me enseñó y compartió conmigo su experiencia en el ratreo de mamíferos, con toda su paciencia y amor. Gracias por todas esas risas, pláticas y aventuras que vivíamos en cada muestro. Los quiero, chicos.

A mis asesores, Marisela y Tizoc. Gracias por aceptarme como parte del equipo del Museo de las Ciencias Biológicas. Por todo su apoyo durante el trabajo de campo y también durante la elaboración de este escrito. Gracias por compartir conmigo todos sus conocimientos, por toda su paciencia y cariño demostrado. Gracias también por esas risas y pláticas que nos regalaban en el museo. Los quiero.

A mis revisora y maestra, Dra. Sandrita. Gracias por aceptar revisar mi trabajo, por sus consejos y sus conocimientos compartidos desde que tuve el honor de tomar clases con usted. La admiro mucho. Es una gran mujer y ejemplo a seguir.

A la Dra. Norma, por sus comentarios para mejorar mi trabajo. Gracias por tomarse el tiempo para leer estas páginas.

Y un agradecimiento muy especial a mi asesor, el Dr. Collazo. Gracias sus consejos desde que este escrito era mi proyecto de LIC, gracias por sus correcciones y aportaciones, y por compartir su conocimiento conmigo. Por su paciencia para explicarme las cosas. Por sus clases, las cuales me enseñaron mucho y fueron base para realizar mis muestreos. Gracias por tomarse el tiempo para revisar con profundidad mi tesis. Mi total admiración y respeto para usted.

# Índice

1. Resumen .....	1
2. Introducción .....	2
3. Antecedentes .....	9
4. Justificación .....	14
5. Objetivos .....	16
6. Área de estudios .....	17
6.1 Medio físico .....	18
6.1.1 Clima.....	19
6.1.2 Topografía .....	19
6.1.3 Hidrología .....	21
6.1.4 Geología y Litología .....	22
6.2 Medio biológico .....	23
6.2.1 Vegetación .....	23
6.2.2 Fauna .....	26
7. Materiales y métodos .....	29
7.1 Trabajo de campo .....	29
7.1.1 Métodos indirectos .....	29
7.1.2 Métodos directos .....	32
7.2. Trabajo de gabinete .....	32
7.2.1 Listado taxonómico .....	32
7.2.2 Acumulación de especies .....	33
7.2.3 Diversidad alfa .....	33
7.2.4 Abundancia relativa .....	33
7.2.5 Frecuencia relativa .....	34
7.2.6 Estado de conservación .....	35
7.2.7 Distribución de las especies.....	35
7.2.8 Fichas descriptivas .....	35
8. Resultados y Análisis .....	36
8.1 Listado taxonómico .....	36
8.2 Acumulación de especies .....	39
8.3 Diversidad alfa .....	39
8.4 Abundancia relativa .....	41
8.5 Frecuencia relativa .....	41
8.6 Distribución de las especies .....	43
8.7. Estado de conservación .....	47

9. Discusión .....	48
8.1 Listado taxonómico .....	48
8.2 Acumulación de especies .....	50
8.3 Diversidad alfa .....	51
8.4 Abundancia relativa .....	52
8.5 Frecuencia relativa .....	58
8.6 Distribución de las especies .....	60
8.7 Estado de conservación .....	61
10. Conclusiones .....	62
11. Referencias .....	64
12. Anexo 1: Fichas descriptivas .....	75

## Resumen:

El Parque Ecoturístico "Arcos del Sitio" se encuentra dentro del Parque Estatal "Sierra de Tepotzotlán", la necesidad de preservación y conservación dentro de éste radica en sus características naturales, ya que mantiene dentro de su territorio especies animales y vegetales que se encuentran amenazadas o casi han desaparecido del Valle de México (Espinosa-Graciano y García-Collazo, 2017). En este sentido, los inventarios faunísticos representan información útil para tomar decisiones sobre acciones de conservación y manejo de las especies; el contar con estudios detallados de los recursos naturales de una determina área geográfica, sirve de base al diseñar políticas para el manejo, uso y conservación de los recursos bióticos (Olvera, 2012).

Es por ello que el objetivo del presente estudio fue contribuir al conocimiento de los mamíferos silvestres medianos y grandes de "Arcos del Sitio", para tal efecto se efectuaron 10 muestreos en el área de estudio, de diciembre de 2019 a marzo del 2020, en los cuales se realizaron transectos de distancia variable, revisando caminos y cuerpos de agua en busca de pelo, huellas y excretas, además, se contabilizaron organismos observados. También se colocaron trampas Havahart y fototrampas en diferentes puntos de muestreo.

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 es 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.

Es necesario continuar enriqueciendo el registro de las especies de mamíferos, así mismo se recomienda incluir a los mamíferos pequeños y voladores.

## Introducción:

Los mamíferos son uno de los grupos más conspicuos de las comunidades terrestres de vertebrados. Su éxito se debe en gran medida a las altas tasas metabólicas que tienen, a la capacidad de incrementar el metabolismo durante los periodos de actividad y a la habilidad de mantener constante la temperatura del cuerpo a través de complejos mecanismos fisiológicos (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). Estos vertebrados se caracterizan por la presencia de pelo en alguna etapa de su vida y por la presencia de glándulas mamarias, que sirven para alimentar a las crías; de aquí se deriva el nombre de mamíferos (Ceballos y Galindo, 1984).

Actualmente la clase Mammalia alberga cerca de 6, 495 especies (6,399 existentes y 96 recientemente extintas) (Burgin *et al.*, 2018), de éstas, México alberga 564 especies (representadas en 14 órdenes, 46 familias y 200 géneros) de las cuales 157 son endémicas (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). Los roedores y los murciélagos son los órdenes más ricos en especies, contribuyendo con más del 70% del total de éstas; les siguen carnívoros, cetáceos, insectívoros y lagomorfos (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012). Lo que hace única a la fauna de mamíferos mexicanos es su riqueza de especies, su gran número de endemismos y sus relaciones biogeográficas (Escalante *et al.*, 2002). Esto se ha explicado como resultado de una serie de factores que incluyen a su historia geológica, zoogeografía, climas, topografía y tipos de vegetación (Ceballos y Navarro, 1991). A pesar de que su territorio comprende alrededor del 1.6% (1, 792, 547 km<sup>2</sup>) de la superficie continental del planeta, en México habita alrededor del 9% de todas las especies de mamíferos (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014), ocupando el tercer lugar a nivel mundial en cuanto a número de especies (Ceballos y Oliva, 2005), sólo por detrás de Indonesia y de Brasil, que cuentan 670 y 648 especies respectivamente (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014).

La ubicación geográfica de México hace que se distinga por ser el territorio de unión de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, lo que muestra que en el país han evolucionado especies de distinta afinidad ecológica y geográfica (CONABIO, 2011). Además, México es el único país del mundo que contiene la

totalidad de un límite entre dos regiones biogeográficas (Brown y Gibson, 1983). La convergencia continental de estas regiones y la accidentada topografía del país, producen una diversidad de paisajes, ecosistemas y culturas que se encuentra entre las más grandes del mundo (Flores y Gerez, 1989). Así, la distribución de las especies de mamíferos entre los órdenes también muestra que la fauna mexicana resulta de la combinación de elementos neárticos y neotropicales. En todos los órdenes, excepto uno, la proporción de especies para México es intermedia entre el valor para la región Neártica y la Neotropical. La excepción es el orden Chiroptera, que representa alrededor del 30% de la fauna de mamíferos terrestres en México, y son principalmente Neotropicales (Arita y Ceballos, 1997).

México también tiene un alto porcentaje de especies endémicas, colocándolo en el segundo lugar a nivel mundial, sólo superado por Indonesia (Arita y Ceballos, 1997; Arita, 1998; Ceballos y Simonetti, 2002; Ceballos y Oliva, 2005). A su vez, México ocupa el primer lugar entre los países continentales, esto es sorprendente, ya que tiene muchas más especies endémicas de las que se esperarían de su territorio o por su número total de especies (Ceballos y Brown, 1995). El mayor aporte de especies endémicas proviene de los roedores (112 especies), lo que es de esperarse debido a su muy elevada diversidad y su baja vagilidad, comparada con otros órdenes. Los roedores endémicos incluyen a 71 mурidos, 14 heterómidos, 13 tuzas, 13 ardillas y un agutí. Le siguen los insectívoros, con 58% de las especies endémicas, de las cuales el 100% son musarañas y los quirópteros con 15 especies. Es importante destacar que México es el único país del mundo que tiene un cetáceo endémico; la vaquita del Golfo de California (*Phocoena sinus*) (Ceballos y Simonetti, 2002).

Además de que los mamíferos representan un alto porcentaje de diversidad biológica en nuestro país, son un recurso muy importante, ya que han sido utilizados como: alimento, vestido, medicina, actividades mágico-religiosas, mascotas, trofeos, símbolos de jerarquía en algunos grupos étnicos, entre otras actividades (Redford y Robinson, 1997). Y cada una de las especies desempeña una función importante dentro de los ecosistemas terrestres y acuáticos donde habitan. En

relación al tipo de dieta, cumplen un papel indispensable dentro de la cadena trófica de su comunidad, ya que por sus hábitos alimentarios selectivos, modifican de forma especial el ecosistema y lo mantienen en un equilibrio dinámico beneficiando directa e indirectamente al hombre (Ceballos y Galindo, 1984; Flores, 2001); por su locomoción y comportamiento participan en los procesos de polinización y dispersión de las plantas silvestres y de interés agrícola; son controladores biológicos de especies que podrían convertirse en plagas y ser perjudiciales para el hombre y contribuyen al enriquecimiento y aeración del suelo. También tienen un interés cultural y estético en algunas pinturas rupestres; recreativo en zoológicos y parques; económico como fuente tradicional de alimento, medicinas y pieles, además de su importancia cinegética; han sido domesticados para procesos terapéuticos; en los laboratorios son parte fundamental de modelos experimentales y los mamíferos de talla pequeña, al formar grandes poblaciones, son el primer recurso alimenticio de reptiles, aves rapaces y mamíferos de talla mediana y grande (Mercado, 1998).

En contraparte a los beneficios que nos provee la mastofauna, el crecimiento acelerado de la población humana que demanda cada vez más recursos para satisfacer sus necesidades, tiene como consecuencia un proceso acelerado de destrucción (Olvera, 2011). Así, México se encuentra entre los cinco países con el mayor número de especies en peligro de extinción, debido a la fuerte presión que ejerce el hombre sobre el ambiente (el tráfico de especies, la cacería ilegal, la fragmentación del hábitat, contaminación, entre otros) y a la falta de conocimiento que se tiene de algunas especies (Ceballos y Navarro, 1991). Actualmente la norma mexicana de especies en peligro de extinción considera que alrededor del 30% de las especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, y el número de especies de mamíferos que se han extinguido o han desaparecido del territorio nacional se ha elevado en los últimos años (Ceballos y Oliva, 2005). Sin embargo, los mamíferos mexicanos están mal representados en las listas internacionales de especies de importancia para la conservación, las regulaciones internacionales protegen algunas especies clave de la mastofauna mexicana, pero son claramente

inadecuadas si la protección de la totalidad de la diversidad es la meta de conservación (Arita y Ceballos, 1997).

Debido a lo anterior, es de suma importancia realizar estudios faunísticos, pues el conocimiento detallado del número y tipo de fauna presente en un área geográfica determinada es fundamental en diversos aspectos de la conservación biológica (Torres, 2012). 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). Así mismo la elaboración de los listados nos permite poder diseñar políticas de estudios, uso y de conservación biológica (Torres, 2012), diseñar programas de educación ambiental y ecoturismo, en trabajos de impacto ambiental nos permite determinar el estado en el que se encuentra el hábitat y directamente el de la población, y nos permite planear estrategias para un manejo sustentable del recurso (Mercado, 1998). Adicionalmente, las listas faunísticas han mostrado ser de gran utilidad como punto de referencia a especialistas y principiantes, así como en el trabajo de campo, de laboratorio y en otros aspectos sobre el conocimiento de la fauna (Jones *et al.*, 1977).

Es un hecho que el conocimiento y el uso de la diversidad biológica dependen no solo de la disponibilidad, sino de la precisión y la amplitud de los listados biológicos (Cervantes *et al.*, 1994). A pesar de ello, el inventario completo de la riqueza biológica de México y su nivel de endemismo es una tarea aún incompleta. Esto se debe a que existen todavía numerosos grupos biológicos que no han sido estudiados o colectados, así como zonas geográficas en las que la colecta y el estudio de la flora y la fauna aún no han sido considerables. En este sentido, es muy probable que las cifras para muchos grupos taxonómicos aumenten en la medida en la que se profundice en el estudio de la diversidad y la geografía del país (SEMARNAT, 2010).

Una entidad altamente afectada por la actividad humana es el Estado de México; con poco más de 14 millones de habitantes es la zona más poblada del país, lo que

aunado a su ubicación geográfica colindante con la capital de la república, ocasiona una intensa actividad industrial y comercial (Hernández, 2018). La ubicación del Estado de México es determinante en la definición de su biodiversidad. La historia geológica, relieve, topografía y régimen climático tan heterogéneos le confieren cualidades especiales para el desarrollo de una amplia biodiversidad en un territorio que apenas representa el 1% de la superficie nacional (López *et al.*, 2009). Cabe recordar que el Eje Neovolcánico Transversal corre a través del Estado de México, lo que le brinda la cualidad de tener presente en su territorio flora y fauna característica de las dos zonas biogeográficas que se encuentran en México, y a su vez, distintas especies en la franja donde convergen (Gobierno del Estado de México, 2007). Más de la mitad de la superficie del estado se ocupa para la agricultura, dominando ampliamente el cultivo de maíz y posteriormente el de frijol, cebada, avena y papa; en casi el 13% podemos encontrar pastizales y alrededor del 27% está ocupado por bosques de tipo templado como bosques de coníferas, bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, así como sus respectivas asociaciones (López *et al.*, 2009).

Gracias a sus características, en el Estado de México se encuentran un total de 125 especies de mamíferos, representadas en ocho órdenes, 21 familias y 77 géneros. Estas especies simbolizan 26% de las especies de mamíferos terrestres en el país. Los roedores y los murciélagos son los órdenes con mayor diversidad, con 72% de las especies registradas para el estado. Otro orden que contribuye con un número importante de especies es el de los carnívoros, con 18 especies (Chávez *et al.*, 2009). Aproximadamente un cuarto (33) de las especies registradas para el Estado de México son endémicas para el país, su nivel de endemismo es bajo si se compara con el del país, donde cerca del 30% de especies son endémicas. Sin embargo, es una de las regiones del país con un alto número de géneros endémicos (Ceballos *et al.*, 1998), pues ocho (66%) de los 13 géneros endémicos del país se encuentran presentes en el Estado de México (Ceballos y Rodríguez, 1993; Ceballos *et al.*, 2005). Los mamíferos del Estado de México se pueden agrupar en ocho diferentes categorías de acuerdo con su tipo de alimentación. Un porcentaje elevado de

especies son insectívoras (37%), seguidas por las herbívoras (31.25%), frugívoras (25.20%) y otros grupos (Ceballos y List, 2009).

Para algunas comunidades del Estado de México, los mamíferos silvestres siguen siendo un recurso alimenticio importante, pues, actualmente la cacería de subsistencia o tradicional es una fuente adicional de proteínas en determinadas épocas del año (Chávez *et al.*, 2009). Es por ello que el uso potencial de la mastofauna mexicana como un recurso natural renovable, requiere de estrategias de manejo y conservación, que, a su vez, tienen una estrecha relación con la disponibilidad de información adecuada sobre la diversidad biológica (Chávez y Ceballos, 1998)

Por ello, dentro del Estado de México existen algunas Áreas Naturales Protegidas, las cuales tienen como objetivo; preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas del país, así como los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos; asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, en particular de las especies en peligro de extinción, amenazadas, endémicas, raras y las sujetas a protección especial; proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas, y rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías tradicionales o nuevas, que permitan conservar la biodiversidad nacional (García, 2008).

Tepetzotlán es uno de los 125 municipios del Estado de México, 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", realizando una evaluación de los mamíferos terrestres medianos y grandes de dicha área, mediante la elaboración de un listado mastofaunístico, con la finalidad de obtener conocimientos para apoyar

en futuras acciones de uso, conservación y manejo adecuado de la mastofauna del sitio.

## **Antecedentes:**

Debido a la importancia biológica, económica y cultural que representan los mamíferos, a nivel mundial y nacional se han realizado diversos estudios faunísticos, en los que se incluyen listados de la mastofauna y diagnósticos ambientales. El enfoque principal de muchos de estos trabajos ha sido conocer el uso potencial de la mastofauna, medir número y representatividad de las especies de mamíferos, logrando con ello elaborar estrategias para un manejo sustentable del recurso y su explotación controlada, de esta forma los recursos en peligro perdurarán por más tiempo (Mercado, 1998).

En nuestro país se han elaborado varios listados mastofaunísticos, destacando la recopilación bibliográfica sobre los mamíferos terrestres de México (Ramírez-Pulido *et al.*, 1983)

Arita y Ceballos (1997) actualizaron la lista taxonómica de los mamíferos terrestres, marinos e introducidos de México, recopilaron la información presentada por diversos autores para cada uno de los grupos y establecieron los patrones de distribución basándose en Hall (1981). Registraron 504 especies nativas y tres introducidas, clasificadas en 188 géneros y 45 familias.

También existen trabajos donde se ha actualizado la nomenclatura de los mamíferos mexicanos, entre estos podemos encontrar "Estado actual y la relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México" (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005).

De igual manera se han actualizado las listas taxonómicas de los mamíferos de México (Ceballos *et al.*, 2005; Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012) ambos trabajos se basaron en compilaciones de trabajos anteriores y en ambos se excluyeron a los roedores mórvidos exóticos. Para el primer caso se reportaron 529 especies nativas y para el segundo se reportaron 545 especies, reportando en ambos el estado de conservación de las especies.

También se han realizado estudios sobre los mamíferos de diferentes entidades de la República mexicana, entre los que destacan el de Retana y Lorenzo (2002),

quienes realizaron una lista taxonómica actualizada de los mamíferos terrestres del Estado de Chiapas con base en literatura y bases de datos existentes, encontrando una composición mastofaunística representada por 204 especies.

Solano (2012) actualizó el listado taxonómico de los mamíferos del estado de Sinaloa, a través de recopilaciones de la literatura y los registros de colecciones biológicas, mostrando que en Sinaloa existen 128 especies y 142 subespecies, pertenecientes a 78 géneros, 30 familias y 9 órdenes, sin tener ninguna especie endémica en Sinaloa.

De igual manera, en algunas localidades de México, se han llevado a cabo estudios sobre su mastofauna. Tal es el caso del estudio realizado por Briones-Salas (2000), en el cual realizó la lista anotada de los mamíferos de la región de la Cañada en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, considerando ejemplares colectados y registros obtenidos de colecciones científicas. Se registraron 52 especies; 28 fueron colectadas y 24 registros de museo. Los mamíferos terrestres comprenden el 50% del total de las especies registradas y los mamíferos voladores constituyen al otro 50%.

Ríos y Álvarez-Castañeda (2002) realizaron el listado taxonómico de los mamíferos de la Reserva del Valle de los Cirios en Baja California, reportando cinco órdenes, 11 familias, 21 géneros, 27 especies y 38 subespecies, lo que corresponde al 5.9% de las especies de mamíferos reportadas para México

Ruíz-Soberanes y Gómez-Álvarez (2010) realizaron durante 2007 y 2008 un estudio mastofaunístico en el Parque Nacional Malinche en Tlaxcala, determinando la distribución de los mamíferos en cuatro tipos de vegetación, registraron un total de 27 especies, las cuales representan el 40.3% de las especies totales del estado

Olvera (2012) en su trabajo "Mamíferos medianos de la zona Arqueológica de Xochicalco, Estado de Morelos" registró a través de un total de 422 rastros directos e indirectos 17 especies, 17 géneros, 10 familias y 6 órdenes, donde los carnívoros representan el 69% del total de especies.

Miranda (2014) reportó para el Rancho "La Doña" en el municipio de Jalpan, Estado de Puebla, 12 especies de mamíferos, siendo el orden Carnívora el más representativo.

Otro estudio realizado en Puebla fue llevado a cabo por Bahena (2014), quien realizó un inventario de mamíferos de mediano y gran tamaño en San Miguel Tzinacapan, reportando un total de 19 especies silvestres y 23 especies de aprovechamiento común.

En cuanto a lo realizado sobre mamíferos en localidades del Estado de México se pueden mencionar los siguientes estudios:

Chávez y Ceballos (1998) presentaron una lista actualizada de los mamíferos del Estado, considerando el estado de conservación de los mismos. Reportaron 118 especies de mamíferos silvestres, que representan a ocho órdenes, 21 familias y 73 géneros. Los grupos mejor representados son los murciélagos, los roedores y los carnívoros

Sotelo (2004) llevó a cabo el diagnóstico ambiental de la localidad Santa María Magdalena Cahuacán, Nicolás Romero, reportó 12 especies de mamíferos silvestres, destacando el orden carnívora con 5 especies clasificadas en tres familias; Canidae, Procyonidae y Mustelidae.

Romero y Ceballos (2004), elaboraron la lista de los mamíferos de Encinillas Polotitlán, recopilando información bibliográfica y por medio de trabajo de campo, encontrando 52 especies de mamíferos, siendo Carnívora y Rodentia los órdenes mejor representados.

Se realizó un diagnóstico ambiental en el municipio de Isidro Fabela (Garza, 2007) en el que se reportó un total de 15 especies, clasificadas en tres órdenes, siendo el más abundante el grupo de los carnívoros

García (2008) realizó un diagnóstico ambiental en el Parque de los Ciervos, Atizapán de Zaragoza, reportó 2 especies de mamíferos; *Dasyus novemcinctus* (Linnaeus, 1758) y *Didelphis virginiana* (Allen, 1900)

Carlos (2010) en su trabajo "Registro adicional de mamíferos silvestres en Nanchititla, Luvianos, Estado de México" realizó cuatro visitas entre 1997 y 1998 obteniendo un total de 24 especies, que se encuentran distribuidas en ocho órdenes, 15 familias y 23 géneros.

Olmos (2011) realizó un diagnóstico ambiental de las inmediaciones de la Presa Madín en el Municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México, reportando 17 especies de mamíferos, clasificadas en nueve familias y cinco órdenes, siendo el orden Rodentia el más significativo con ocho especies.

Se llevó a cabo un registro de la mastofauna del Parque Ehécatl del Municipio de Ecatepec de Morelos (Torres, 2012), en donde se obtuvo un total de 376 registros, pertenecientes a 11 especies, entre ellas se encuentra *Puma yagouaroundi* (Lacepede, 1809).

Toledo (2013) realizó el inventario de la mastofauna de la localidad de Tres Piedras, Cahuacán, registrando 19 especies, mayormente representadas en el orden Carnívora

Ramírez (2014) contribuyó al conocimiento de la mastofauna presente en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (CEIEPASP) en el municipio de Chapa de Mota, registrando 13 especies, 12 géneros, siete familias y tres órdenes en 12 salidas a campo.

Navarro (2015) realizó un diagnóstico ambiental de las comunidades Ejido El Socorro, San Sebastián Xhala y Parque Industrial Xhala, Cuautitlán Izcalli, y su aplicación en un modelo de educación ambiental, en el cual reportó cuatro especies, de las cuales identificó dos; *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) y *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769).

Montañez (2016) reportó para la Localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo, 13 especies de mamíferos medianos y grandes, agrupados en seis órdenes, dos subórdenes, nueve familias y nueve subfamilias, siendo las familias Procyonidae, Canidae, Felidae y Mustelidae las más representativas

Hernández (2018) en su trabajo "Contribución al conocimiento de los mamíferos silvestres medianos y grandes del Parque Estatal "Cerro Gordo", Estado de México" obtuvo un total de 119 registros directos e indirectos, pertenecientes a 11 especies, repartidas en cinco órdenes, ocho familias y 11 géneros. El orden Carnívora presentó la mayor riqueza con siete especies.

Y de lo realizado en el municipio de Tepetzotlán, se pueden citar los trabajos de:

Flores (2009), quien realizó un diagnóstico ambiental en el área de estudio. Reportando mediante métodos indirectos, la presencia de mapache y coyote en Arcos del Sitio.

En 2017 Espinosa-Graciano y García-Collazo analizaron la dieta estacional de *Canis latrans*, en la Sierra de Tepetzotlán, reportando la existencia de *Didelphis virginiana*, *Mephitis macroura*, *Mustela frenata*, *Sciurus aureogaster* y *Sylvilagus floridanus*, mediante el análisis de las excretas del coyote

Finalmente, Castillo-Picazo y García-Collazo (2019) analizaron la dieta del *Bassariscus astutus* en el bosque templado de Arcos del Sitio reportaron la existencia de *S. aureogaster* en el área de estudio, mediante el análisis de las excretas del cacomixtle.

## **Justificación:**

El conocimiento básico de la diversidad de cualquier grupo biológico al cual se quiera estudiar, será de gran utilidad para desarrollar y llevar a cabo planes de manejo y conservación a nivel nacional, estatal, regional o local; y de esta manera se disminuya el riesgo de tomar decisiones inadecuadas, o la ejecución de políticas de prohibiciones absolutas frecuentemente inoperantes.

Ante la necesidad de conocer la diversidad biológica de regiones poco exploradas, resulta importante la realización de inventarios biológicos que proporcionen elementos para plantear, desarrollar y promover proyectos sobre la ecología de una especie o de una comunidad particular, y sobre el manejo y la conservación de los recursos naturales de una región (Chávez y Ceballos, 1998; Ojasti y Dallmeier, 2000; Villa y Cervantes, 2003). Ninguna especie puede ser protegida en tanto no se le determine y se conozca su estado de conservación adecuadamente. Por lo tanto, para alcanzar el conocimiento preciso de los recursos naturales de una región, es necesario el recuento y catalogación de especies de manera profunda e integral en cuanto a diversidad, abundancia y distribución ecológica (Martínez, 2000).

Los mamíferos desempeñan una función importante ecológica en las comunidades en que viven, por lo que su presencia puede resultar determinante para el buen funcionamiento de los ecosistemas, además de los beneficios que proporcionan directa e indirectamente al hombre. Sin embargo, los procesos naturales a los que están sujetos, y el impacto que el ser humano ocasiona sobre el medio ambiente, repercuten en la vida de todas las especies.

Pese a que en algunas zonas del Estado de México la mastofauna ha sido estudiada, aún no se cuenta con la suficiente información sobre estos organismos en algunas otras, tal es el caso del Parque Ecológico "Arcos del Sitio", Tepotzotlán. A pesar de que este sitio es parte de un Área Natural Protegida, se sabe muy poco acerca de su biodiversidad, ya que, son mínimos los estudios que se han realizado en él. Tomando en cuenta la importancia que tienen los mamíferos en los ecosistemas, la importancia de las ANP's y que no se han llevado a cabo estudios

sobre la mastofauna existente en el lugar, se consideró necesario realizar el listado mastofaunístico del Parque, para así poder contar con información que pueda ayudar en futuros planes de conservación y el manejo adecuado de los recursos naturales, y así, dicha área pueda contribuir a la conservación, restauración, aprovechamiento y manejo de los recursos naturales del Estado de México.

**Objetivo general:**

Contribuir al conocimiento de los mamíferos medianos y grandes de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán, Estado de México.

**Objetivos particulares:**

- Realizar un listado de los mamíferos medianos y grandes en el sitio de estudio
- Determinar la abundancia relativa de los mamíferos medianos y grandes en el sitio de estudio
- Determinar la frecuencia relativa de los mamíferos medianos y grandes en el sitio de estudio
- Identificar categorías de riesgo de las especies reportadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y UICN 2017
- Conocer la distribución de las especies de mamíferos encontradas en el sitio de estudio
- Realizar fichas descriptivas de las especies registradas para la zona de estudio para tener un mejor conocimiento de los organismos

## Área de estudio:

El municipio de Tepetzotlán colinda al norte con los municipios de Villa del Carbón, Huehuetoca, Coyotepec y Teoloyucan y el Estado de Hidalgo; al este con los municipios de Teoloyucan y Cuautitlán Izcalli; al sur con los municipios de Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero; al oeste con los municipios de Nicolás Romero y Villa del Carbón (Gobierno del México, 2003).

La Sierra de Tepetzotlán cuenta con 10,299.13 hectáreas, 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 encuentra en el municipio de Tepetzotlán, Estado de México. 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". 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).



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



Fig. 2. Área aproximada del "Arcos del Sitio", Tepetzotlán, Estado de México

### **Características del medio físico:**

La Sierra de Tepetzotlán pertenece a la zona climática templada, misma que cubre una superficie de 390,241 km<sup>2</sup> e integra cuatro grandes estructuras geomorfológicas: la Sierra Madre Occidental, el Eje Neo volcánico, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre del sur (Gobierno del Estado de México, 2003). Según Rzedowski (1978), fisiográficamente se localiza en la Provincia "Eje Neo volcánico Transversal" dentro de la subprovincia "Lagos y Volcanes de Anáhuac", estando tipificada como parte del "Escudo Volcanes Aislados o en Conjunto".

## **Clima:**

En base a la clasificación de Kopen, el clima del parque estatal corresponde a C (w) (w''), templado subhúmedo con lluvias en verano, al localizarse en una zona de transición, tiene dos subtipos climáticos: al norte, donde empieza la zona semiárida del país C (W<sub>0</sub>) (W') b (i'), con una precipitación media anual de 600 a 700 mm, siendo donde se encuentra el Centro Ecoturístico y de Educación Ambiental "Arcos del Sitio" y C (W 1) (W) b (i'), de precipitación media anual de 700 a 800 mm en la parte sur donde aún se conservan características de humedad del Valle de México (PEEM, 2004).

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, presentando estas últimas mayor incidencia entre los meses de abril y mayo. Las temperaturas mínimas promedio anuales van de 4 a 10° C, con una marcada presencia durante enero y febrero (Ángel, 2004).

Las lluvias en la Sierra de Tepotzotlán son básicamente de tipo ciclónico y en especial se presentan durante el verano y en menor proporción se asocian con nortes durante el invierno. La marcha anual de las precipitaciones presenta una estación lluviosa definida entre los meses de mayo a octubre durante los cuales se precipita aproximadamente el 75% de la lluvia promedio anual, el valor máximo ocurre generalmente entre junio y septiembre. La estación seca corresponde al periodo de noviembre a abril con los meses de lluvia mínima en los meses de diciembre a febrero, donde el porcentaje de lluvia anual es el 5% de valor anual. El número de días con lluvias apreciables muestran valores que fluctúan de 70 a 100 días/año.

## **Topografía:**

La Sierra de Tepotzotlán corresponde al segundo sistema orográfico de la Sierra madre Occidental, la topografía que le corresponde es la de "Sierra", compuesta por un complejo de elevaciones, barrancas, lomeríos y laderas. Tiene pendientes medias pronunciadas con un rango inclinado que va del 25 al 30% (PEEM, 2004).

El perfil complejo se conforma por dos macizos geológicos divididos de norte a sur por la barranca de Alcaparrosa a una altitud de aproximadamente 2,550 msnm y creando un valle intermedio conocido como "La Estancia" (Gobierno del Estado de México, 2003).



Fig. 3. Acueducto de Tepotzotlán. Fotografía Paola Fuentes



Fig. 4. Sierra de Tepotzotlán. Fotografía: Vianiyi Barreto

## **Hidrología:**

La Sierra de Tepotzotlán se encuentra ubicada en la Región Hidrológica N° 26 (RH26) "Alto Pánuco", dentro de la cuenca del río Moctezuma y la subcuenca Lago de Texcoco-Laguna de Zumpango desde donde descarga directamente al acuífero del Valle de México.

Al interior del Área Natural Protegida existen 238 cauces de diferentes órdenes que poseen una longitud acumulada de 250.19 km, siendo 31 arroyos principales que en conjunto tienen una longitud 107.6 km. Con excepción del Río Los Arcos todos los cauces son del tipo intermitente y solo permanecen con agua durante el periodo de lluvia (Gobierno del Estado de México, 2003).

La presa Peña Alta localizada al norponiente de la Sierra, es el único cuerpo de agua permanente que se encuentra dentro de los límites del Parque Estatal; posee un espejo de agua de 2.46 ha, con una capacidad estimada de 3.98 millones de m<sup>3</sup> y provee agua a las tierras cultivables del Ejido San José Piedra Gorda, Estado de Hidalgo (PEEM, 2004).

Como dato importante, debe mencionarse que los estudios realizados para respaldar las obras de drenaje profundo de la Ciudad de México, revelan que el subsuelo de la Sierra de Tepotzotlán se encuentra saturado de agua, representando así una importante fuente para el aprovechamiento (Angel,2004)



Fig. 5 y 6. Río "Los Arcos". Fotografías: Paola Fuentes



Fig. 7. Lago "El Sitio". Fotografía: Vianiyi Barreto

### **Geología y Litología:**

En esta Sierra se localizan rocas sedimentarias del tipo depósitos clásticos, rocas continentales, conglomerados y brechas, existiendo andesitas y tobas como únicas rocas ígneas, todas pertenecientes al período terciario de la Era Cenozoica (Gobierno del Estado de México, 2003).

### **Suelos:**

Se reconocen en el parque siete tipos diferentes de suelos, los cuales son: Feozem, Vertisol, Cambisol, Litosol, Regosol, Luvisol y Fluvisol. Los de mayor abundancia con un 90% de la superficie total del área protegida entre los tres son: Feozem, Vertisol y Cambisol (PEEM, 2004)



Fig. 8 Río "Los Arcos". Fotografía: Paola Fuentes

### **Características medio biológico:**

#### **Vegetación:**

El parque se localiza en el área de transición entre las regiones semiárida del norte y templada del sur, se encuentra ubicado en la Región Xerófita Mexicana del Río Neotropical. La vegetación presente pertenece tanto a la denominada provincia del Altiplano Mexicano, que se extiende hasta el norte del país, pasando hasta los E.U.A., así como a la de las Serranías Meridionales, que abarca las montañas del centro y sur de México (Gobierno del Estado de México, 2006). Esta especial ubicación le confiere un gran potencial de diversidad biológica, además de condiciones ecológicas variadas en donde se desarrollan gran cantidad de microambientes y, por consiguiente, una gran variedad florística natural.

La Sierra de Tepotzotlán no presenta en la actualidad tal diversidad, dada la presión de las actividades humanas, que data de hace más de 12 o 15 mil años y que han influido en sus condiciones ecológicas. La vegetación natural, de acuerdo con Niedenberger (1976, citado en Azura, 1990) corresponde a un bosque de encino

(*Quercus sp.*), aile (*Alnus sp.*) y madroño (*Arbutus sp.*) como especies dominantes acompañadas por ejemplares de tepozán (*Buddleia sp.*), pirul (*Schinus molle*), acacia (*Acacia sp.*) y Mesquite (*Prosopis sp.*), ubicándose los encinos en las partes más altas y laderas medias, los ailes, pirules y madroños a lo largo de las cañadas y en las áreas más secas y desprotegidos los mezquites y acacias (Ángel, 2004).

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

El bosque esclerófilo caducifolio se restringe principalmente a la zona más alta de la Sierra, está integrado principalmente por árboles del género *Quercus*. Ocupa una superficie de 3, 294 hectáreas, que equivale al 31.98% de la superficie del Parque Estatal. Se localiza a una altura de 2480 a 2980 msnm en cerriles con pendientes del 20 al 60%. En la parte superior la altura de los árboles llega a los 10m, con densidades aproximadas a los 2 500 árboles por hectárea, aun cuando resulta más frecuente el bosque abierto con altura promedio de 3 a 5 m. Las especies representativas son *Q. rugosa*, *Q. desertícola*, *Q. microphylla*, *Q. laurina*, *Q. crassipes*, *Q. obtusata*, *Q. laeta* y *Q. mexicana*. Además de identificarse otras especies arbóreas que conforman el sotobosque como *Arbutus xalapensis*, *A. tessellata* (madroño), *Alnus arguta* (aile), *Buddleia cordata*, *B. parviflora* y *B. sessiliflora* (tepozán). Estos bosques se encuentran en las zonas más inaccesibles, con menor exposición a las antenas de microondas (Ángel, 2004).

El matorral crasicaule es la segunda comunidad vegetal nativa más abundante en la actualidad, con dominancia de ejemplares del género *Opuntia* (nopales) y de la especie *Mimosa biuncifera* (uña de gato), ocupa una superficie de 1, 347 hectáreas, que representan el 13.07% de la superficie total de Parque Estatal. Se localiza de los 2,350 a los 2,980 msnm. Las especies arbóreas y arbustivas dominantes son las siguientes: el nopal (*Opuntia streptacantha*, *O. imbricata*, *O. tunicata*), *Schinus molle* (pirul), *Mimosa biuncifera* (uña de gato), *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce), *Acacia tortuosa*, *A. farnesiana* (huizache), *Q. microphylla* (encino rastrero), principalmente; en el estrato herbáceo se encuentran pastos de las especies

*Buoteloau gracias*, *B. hirsuta*, *B. curtispindula*, *Lycurus phleoides*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Aegopogon cenchroides*, *Bromus sp.*, *Nassella leucotricha*, *Panicum sp.*, *Buchloe dacyiloides*, *Hilaria cenchroides* y *Eragrostis sp* (Segura, 2010).

El pastizal inducido es una comunidad de origen secundario, que se ha establecido como sucesión vegetacional después del desmonte del bosque esclerófilo caducifolio y el matorral crasicale. La estructura es variable y depende en cierto grado de las condiciones físicas y biológicas en donde se desarrolla. Ocupa una superficie de 3,505 ha, que equivalen al 34.03% de la superficie total del Parque Estatal. Se localiza de forma dispersa, principalmente en las formas bajas, lomeríos suaves y en todos los lugares que estén más deteriorados debido a la agricultura,



Fig. 9. Cactácea encontrada en AS. Fotografía: Vianiyi Barreto



Fig. 10. Nopal (*Opuntia sp.*) encontrada en AS. Fotografía: Vianiyi Barreto

tala y al pastoreo. Las especies dominantes son gramíneas como *Lycurus phleoides*, *Muhlenbergia macroura*, *Nassella sp.*, *Agrostis sp.*, *Festuca sp.*, *Bromus sp.*, *Asistida sp.* principalmente; es posible observar la presencia de encino rastrero *Quercus mycrophylla* o *Q. frutex*, en algunas áreas (Segura, 2010).

La cuarta comunidad vegetal de la Sierra, la conforma el Matorral bajo Esclerófilo Caducifolio de *Quercus*. Este tipo de vegetación está formado principalmente por la dominación de *Q. mycrophylla*, que forma una carpeta muy densa con cerca de un metro de altura. Esta especie es de hojas pequeñas, ramificación muy abundante y se reproduce vegetativamente. Cubre una superficie de 305 ha, las cuales representan el 9.96% de la superficie del Parque. Se localiza de los 2,300 a los 2,900 msnm, está rodeado principalmente de pastizal inducido, en una topografía compuesta de lomeríos y cerriles, con pendientes de 5 a 30%. Además del encino rastrero, son dominantes algunas especies de pastos *Setaria geniculata*, *Hilaria cenchroides* y *Lycurus phleoides* (Segura, 2010).



Fig. 11. Vegetación presente en AS. Fotografía: Vianiyi Barreto

## **Fauna:**

De acuerdo con la división zoogeográfica de Jerzy Rzedowski, la Sierra de Tepetzotlán se ubica en la zona de transición entre el Reino Neártico al norte y al Reino Neotropical al sur, por lo que la composición faunística de área es particular y especialmente compleja. La mayoría de las especies que han sido reportadas son de origen neártico, encontrándose que la mayor diversidad se halla en el área de matorral y en el bosque de encino (Gobierno del Estado de México, 2003).

Las actuales condiciones de disturbio que pueden percibirse en gran parte de la Sierra, han disminuido las poblaciones nativas, y el incremento de las especies oportunistas y nocivas como ratas, perros y gatos ferales. En general la tendencia

des espectro faunístico, está enfocado hacia las especies generalistas con alto grado de adaptabilidad (Gobierno del Estado de México, 2003).

Con relación a las aves, se tiene la evidencia de la presencia de 72 especies, entre las que destacan *Melanotis caerulescens* (azulejo), *Junco phaeonotus* (ojitos de lumbre), *Bubo virginianus* (Búho), *Icterus cucullatus* (calendaria), *Buteo jamaicensis* (halcón cola roja), *Heliothrix barroti* (colibrí) y *Lampornis viridipallens* (colibrí) (Segura, 2010).

Es importante resaltar que la Sierra de Tepotzotlán se ubica dentro de la ruta migratoria del Norte, y que los cuerpos de agua que la rodean sirven como áreas de reposo para las aves migratorias, conjuntamente con la Laguna de Zumpango y el Lago de Guadalupe (Segura, 2010).

Por su parte los mamíferos están representados por varias especies medianas y pequeñas, destacando de manera peculiar la identificación de una comunidad de *Canis latrans* (coyote) en pleno desarrollo al interior del parque, que, si bien es abundante en el país, se encuentra en peligro inminente de desaparecer del Valle de México. Otros casos no menos relevantes se refieren a la presencia de *Lynx rufus* (gato montés) y *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris), en las partes más inaccesibles de la Sierra (Segura, 2010).



Fig. 12. Lagartija encontrada en AS. Fotografía: Andrés Pineda



Fig. 13. Sapo encontrado en AS. Fotografía: Astrid Barreto



Fig. 14. Serpiente encontrada en AS. Fotografía: Astrid Barreto



Fig. 15. Rana encontrada en AS. Fotografía: Vianiyi Barreto



Fig. 16. Lagartija encontrada en AS. Fotografía: Vianiyi Barreto



Fig. 17. Rana encontrada en AS. Fotografía: Rafel Córdoba

## **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 (Srbek y Chiallero, 2005).

El trabajo se dividió en dos etapas principales; el trabajo de campo y el trabajo de gabinete.

### **Trabajo de campo:**

Para la elaboración del listado mastofaunístico se llevaron a cabo muestreos semanales en el área de estudio durante tres meses, de diciembre de 2019 a marzo de 2020. En total se efectuaron 10 muestreos con duración de un día cada uno. Se aplicaron métodos directos y métodos 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. También se colocaron trampas Havahart y fototrampas en diferentes puntos de muestreo.

### **Métodos indirectos:**

Para cada una de las excretas se tomaron los siguientes datos en campo: 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 ( $\pm 0.1$  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 hizo registro de los datos en la bitácora.

Dichas bolsas se colocaron en un saco de manta, sólo si las excretas se encontraban húmedas el saco se puso a secar al sol, y todas las bolsas fueron trasladadas al Museo de Las Ciencias Biológicas "Enrique Beltrán" 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, 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 pedazos de fruta, pollo, atún y crema de maní, para finalizar, la tierra se mojó 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 detectarse las huellas en campo se tomaron los datos correspondientes; fecha de colecta, número de registro, localidad, ubicación (coordenadas), dibujo de la huella y/o fotografía, tipo de vegetación, lugar donde se encontró (cerca del cuerpo de agua, cerca de madriguera, etc.) y medidas del largo y ancho de la huella, esto se realizó con una regla. Las huellas se identificaron de acuerdo al método descrito por Aranda (2012), en el cual se toman en cuenta las medidas, forma y/o distancia entre ellas.

Si las huellas se encontraban en buen estado, se hizo una impresión de ellas. Para lo cual se utilizó yeso tipo alfa, agua, un recipiente y una espátula para mezclar, acetatos y clips. La mecánica consistió en hacer un círculo con el acetato alrededor de la huella y fijarlo con los clips, posteriormente se realizó la mezcla de yeso y agua, y se vertió el contenido dentro de la huella; el círculo de acetato funcionó como un límite físico para evitar que la pieza obtenida quedara demasiado delgada y así, fuera más resistente (Ramírez-Pulido *et al.*, 1996).



Fig. 17. Excreta de Coatí (*N. narica*) Fotografía: Vianiyi Barreto



Fig. 18. Excreta de Cacomixtle (*B. asstutus*) Fotografía: Vianiyi Barreto



Fig. 19. Excreta de Zorra gris (*U. cinereoargenteus*) Fotografía: Vianiyi Barreto



Fig. 20. Excretas de Gato montés (*L. rufus*) Fotografía: Vianiyi Barreto



Fig. 21. Excretas de Coyote (*C. latrans*) Fotografía: Vianiyi Barreto

### **Métodos directos:**

Se realizaron recorridos en el área de estudio, y así se identificaron directamente a los organismos en el sitio de muestreo, debido a su tamaño y características morfológicas externas particulares.

También se colocó por muestreo, cerca de algún cuerpo de agua o senderos, pues fueron las zonas donde se esperaba hubiera mayor afluencia de acuerdo con los hábitos de los animales, una trampa Havahart cebada con sardina, fruta y/o pollo; fueron colocadas en la mañana y revisadas por el atardecer-anocheecer (Gallina y López, 2014).

Para concluir se colocó una fototrampa, marca Bushnell, por cada muestreo, con distintos cebos como pollo, fruta y vainilla, para atraer a los mamíferos. La fototrampa fue colocada durante la mañana y revisada al anocheecer.

Todas las especies que se encontraron, así como sus rastros, se georeferenciaron con un GPS Garmin 60.

### **Trabajo de gabinete:**

#### **Elaboración del Listado Taxonómico:**

El listado de especies se elaboró registrando las especies encontradas en los muestreos, con ayuda de la identificación de pelo, excretas y huellas. Se hizo de acuerdo a la clasificación de Ramírez– Pulido *et al.* (2005), ya que recopila los cambios más recientes en cuanto a la nomenclatura, que han presentado con ayuda de los avances metodológicos de investigadores especializados en ciertos grupos de mamíferos. Los cambios taxonómicos que se incluyen, corresponden a la propuesta de nuevos sistemas de clasificación, uno por arriba del nivel de especie; descripción de nuevas especies; cambio de estado taxonómico de subgéneros, géneros, subfamilias y familias.

### **Acumulación de especies:**

Se realizó una curva de acumulación de especies de acuerdo al número de nuevos registros que se iban acumulando en cada muestreo.

### **Diversidad alfa:**

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.

$$D_s = 1 - \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

Dónde:

$n_i$ = Número de individuos de la especie  $i$

$N$ = Número de individuos de todas las especies

Los valores del índice de Simpson indican diversidad baja cuando tienden a 0 y una diversidad alta cuando tienden a 1.

### **Abundancia relativa**

Se obtuvo la categoría de abundancia de las especies en relación al número de organismos por especie que se registraron, 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



### **Distribución de las especies:**

Se elaboraron mapas de la distribución de las especies encontradas dentro del sitio de estudio, en Google Earth. Se marcaron con las coordenadas registradas los puntos donde se encontraron los rastros de los organismos, formando polígonos que se plasmaron en mapas del área de estudio.

### **Fichas técnicas:**

Se realizaron fichas técnicas de las especies encontradas en el Parque Ecoturístico "Arcos del Sitio". La información de cada ficha se obtuvo de literatura especializada y contiene datos generales de las especies, tales como: Nombre científico, nombre común, descripción de la especie, hábitat, uso e importancia y su distribución en México.

## Resultados y Análisis:

### Composición mastofaunística

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) (Tabla 1).

El orden Carnívora con 6 especies (85%) fue el orden que mostró la mayor riqueza de especies, por su parte el orden Rodentia contribuyo con el 15% del total (1 especie) (Fig. 22).

Tabla 1. Composición mastofaunística de "Arcos del Sitio", Tepotzotlán, Estado de México. NI: No incluida

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Carnívora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	NI	Preocupación menor
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	NI	Preocupación menor
	Felidae	<i>Lynx Rufus</i>	Gato montés	NI	Preocupación menor
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	NI	Preocupación menor
		<i>Nasua narica</i>	Coatí	NI	Preocupación menor
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache	NI	Preocupación menor

Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	NI	Preocupación menor
----------	-----------	----------------------------	--------------	----	--------------------

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 por el 14% del total (una especie) (Fig. 23) (Fig. 24).

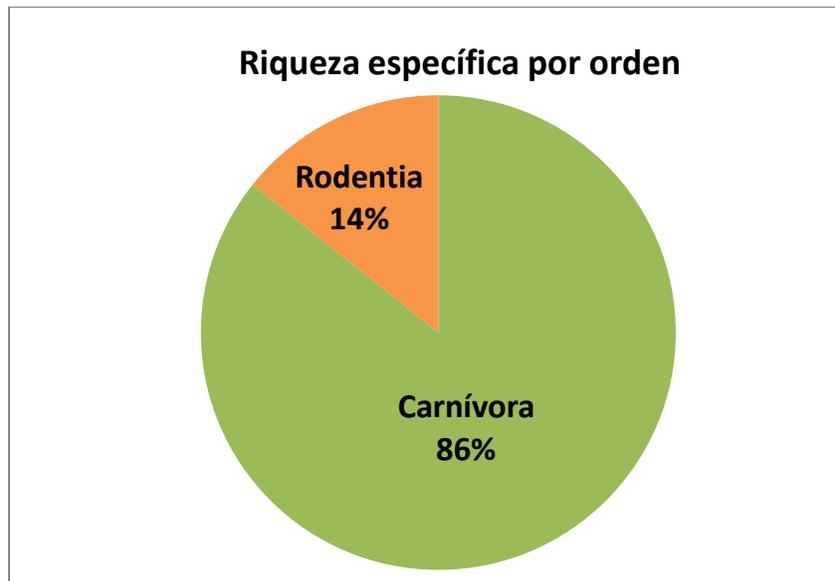


Fig. 22. Riqueza específica por orden de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán

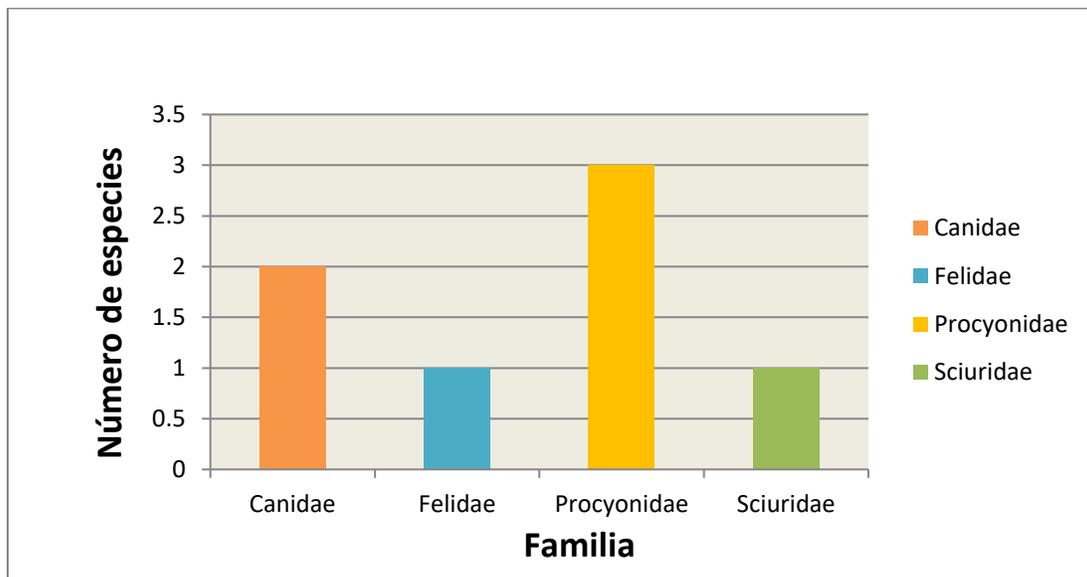


Fig. 23. Riqueza específica por familia de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán.

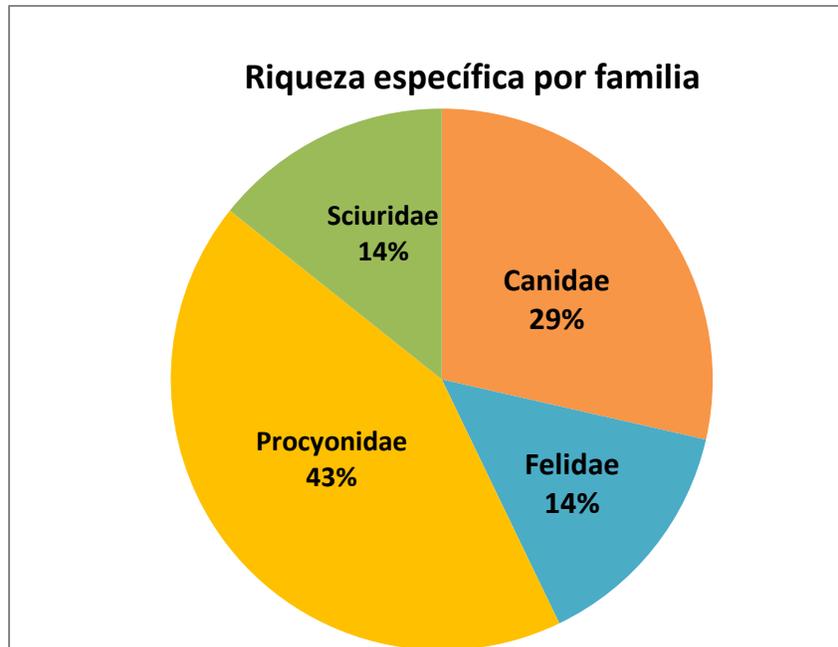


Fig. 24. Porcentaje de riqueza específica por familia de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepotzotlán.

### Lista sistemática:

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

Clase: Mamalia

Orden: Carnívora

Familia: Canidae

*Canis latrans* Say, 1823

*Urocyon cinereoargenteus* Schreber, 1775

Familia: Felidae

Subfamilia: Felinae

*Lynx rufus* Schreber, 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

## Acumulación de especies:

De acuerdo con la gráfica de acumulación de especies el 8 de diciembre del 2019, 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*). El primero de Febrero del 2020, durante 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).

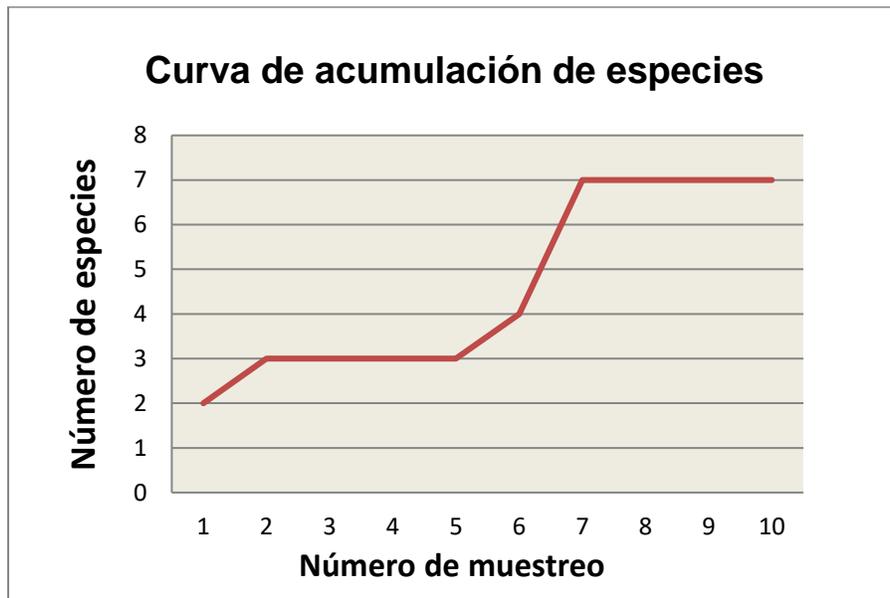


Fig. 25. Curva de acumulación de especies de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán

## Diversidad alfa:

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



Fig. 26. Diversidad alfa de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán, por muestreo.

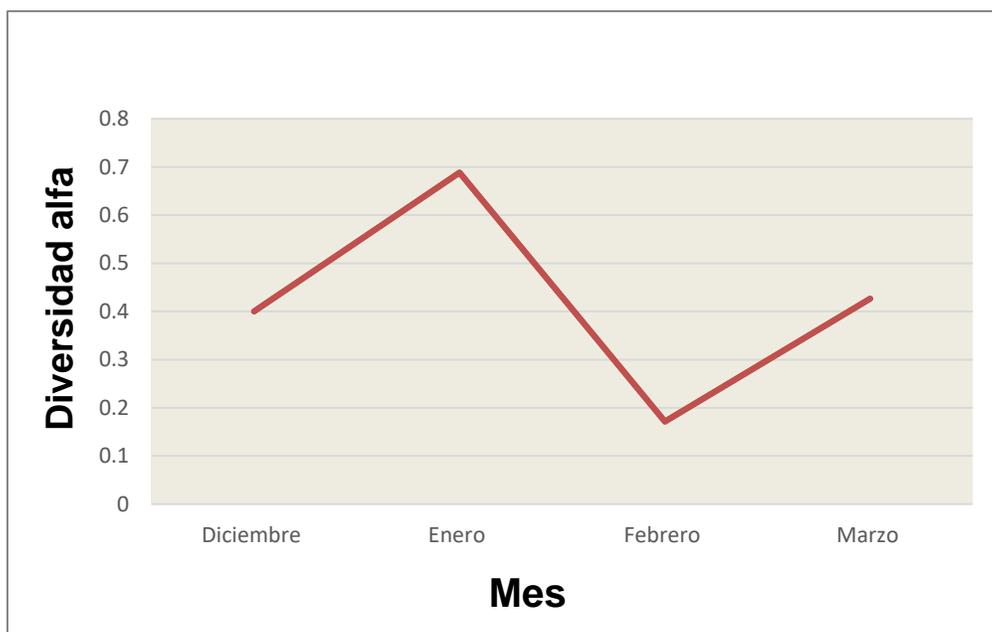


Fig. 27. Diversidad alfa de los mamíferos de "Arcos del Sitio". Tepetzotlán, por mes.

## Abundancia relativa:

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 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.

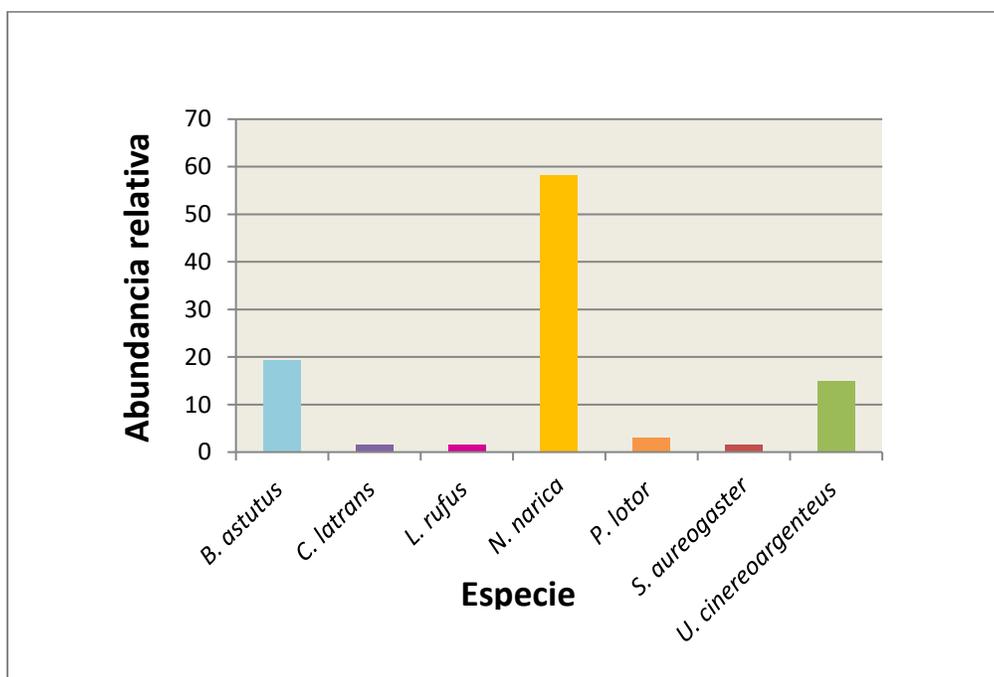


Fig. 28. Abundancia relativa por especie de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán

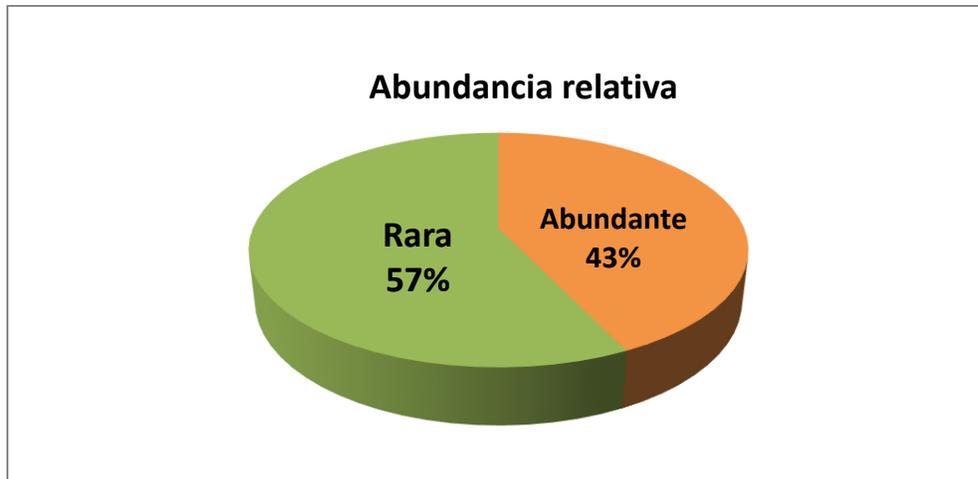


Fig. 29. Abundancia relativa de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán

### Frecuencia relativa:

La especie con mayor frecuencia relativa fue *N. narica*, apareciendo en el 90% de los muestreos, siendo catalogada dentro del rango de 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* dichas especies, quienes se encontraron en el 10% de los muestreos cada una (Fig. 30).

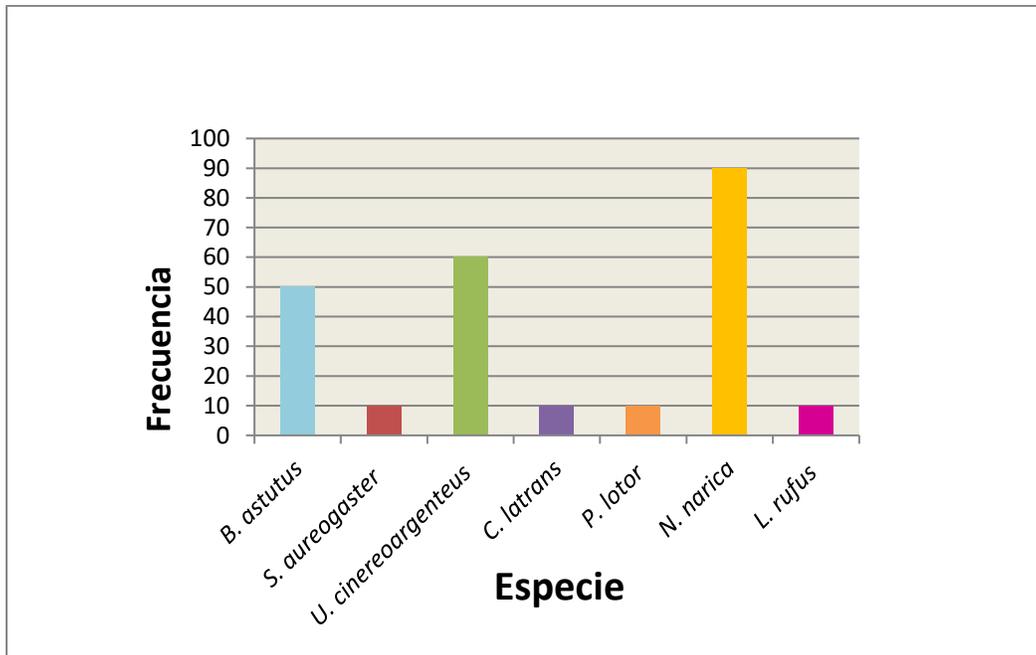


Fig. 30. Frecuencia relativa por especie de los mamíferos de "Arcos del Sitio", Tepetzotlán

## Distribución de las especies de mamíferos encontradas en "Arcos del Sitio"

En la distribución de especies se pudo observar que *N. narica* (Fig. 31 y 32) tiene una amplia distribución a lo largo de toda la ANP, estando presente tanto en las zonas perturbadas, como en las zonas conservadas.



Fig. 31. Distribución aproximada de *N. narica* en "Arcos del Sitio"

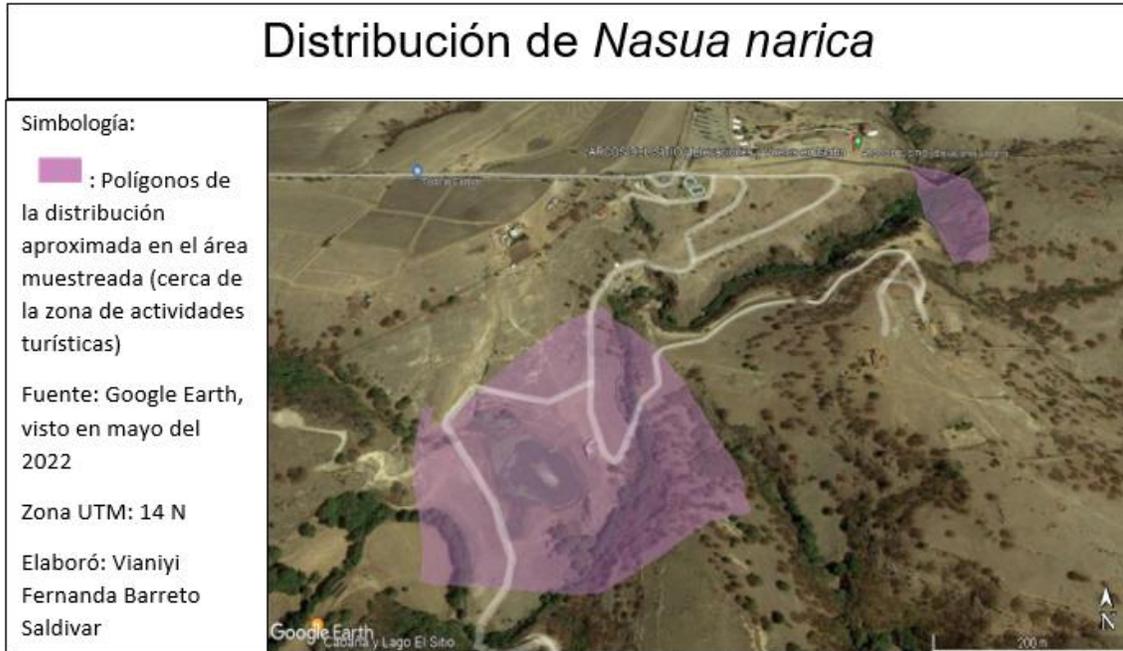


Fig. 32. Distribución aproximada de *N. narica* en la zona de actividades turísticas de "Arcos del Sitio"

Por su parte *U. cinereoargenteus* y *B. astutus* (Fig. 33 y 34 respectivamente) estuvieron presentes cerca del "Acueducto de Tepotzotlán", 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. 37).



Fig. 33. Distribución aproximada de *U. cinereoargenteus* en "Arcos del Sitio"



Fig. 34. Distribución aproximada de *Bassariscus astutus* en "Arcos del Sitio"

Mientras que los dos registros de *P. lotor* (Fig. 35) se encontraron en zonas conservadas del área de estudio, en donde los turistas no tienen tanto acceso. El único registro que se tuvo de *C. latrans* y el de *L. rufus* (Fig. 36 y Fig. 38) también se encontraron en dicha zona.



Fig. 35. Distribución de *P. lotor* en "Arcos del Sitio"

## Distribución de *Canis latrans*



Fig. 36. Distribución de *C. latrans* den "Arcos del Sitio"

## Distribución de *Sciurus aureogaster*



Fig. 37. Distribución de *S. aureogaster* en "Arcos del Sitio"

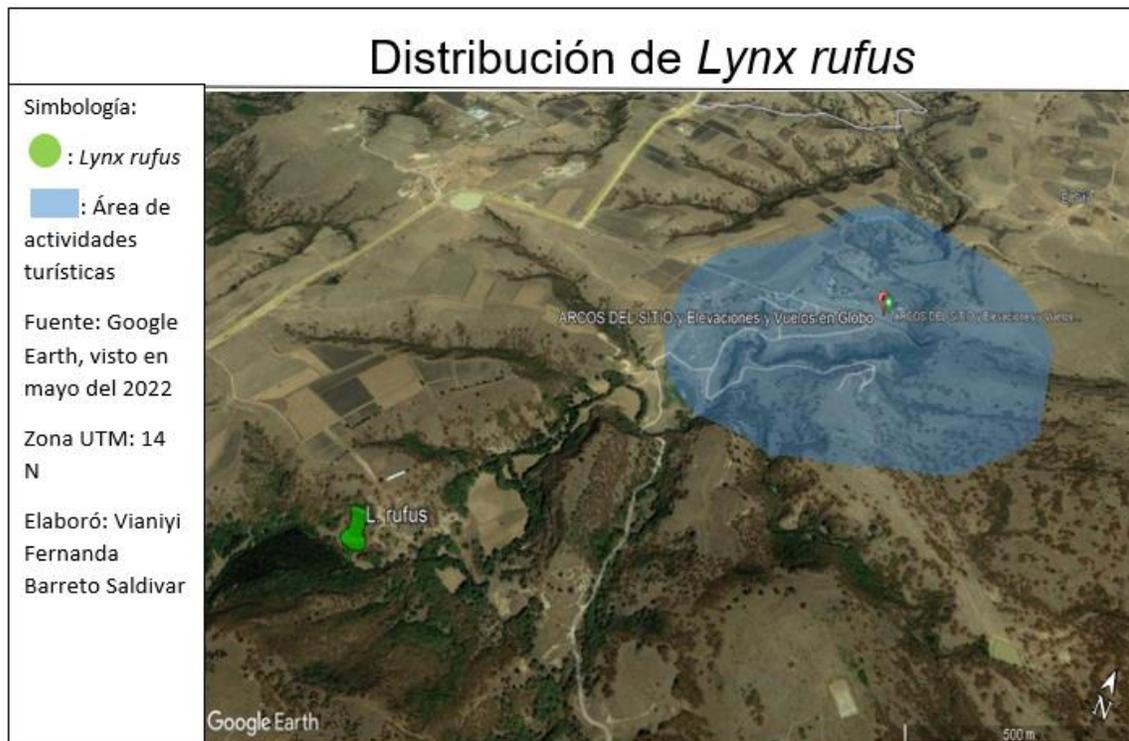


Fig. 38. Distribución de *Lynx rufus* en "Arcos del Sitio"

### **Categoría de riesgo:**

Las categorías de riesgo bajo los estándares nacionales fueron consultadas en la Norma Oficial Mexicana 059 de la SMENARNAT (SEMARNAT-2010). Se encontró que ninguna de las especies registradas en este estudio, se encuentra 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" (LC) (Tabla 1).

## **Discusión:**

Se han reportado 125 especies de mamíferos para el Estado de México, el 28% de éstas representa a los mamíferos medianos y grandes (35 spp) (Ceballos y List, 2009). En este estudio se encontraron 7 especies de mamíferos medianos y grandes, que representan el 20% de los reportados para el Estado y el 1.21% de las especies totales reportadas para el país (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). Los mamíferos medianos y grandes juegan un papel sumamente importante en el ecosistema, ya que incluyen especies herbívoras y granívoras que regulan la presencia de plantas y dispersan semillas, influyendo de manera importante en la dinámica de las comunidades vegetales (Martínez-Romero y Mandujano, 1995; Mandujano *et al.*, 2004); a su vez, estas especies son fuente básica de alimento de carnívoros, que al encontrarse en lo alto de la cadena alimenticia, generalmente suelen ser indicadores de la calidad del ecosistema (Miller y Rabinowitz, 2002).

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 su área 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 a él asiste mucha gente y se realizan actividades que afectan el desarrollo y la abundancia de sus recursos naturales, tales como; extracción de material pétreo, extracción de flora silvestre para uso doméstico (como combustible, con fines medicinales, actividades artesanales, etc.), agricultura, deforestación, extracción de fauna silvestre, caza y captura ilegal de especies, y, al ser una zona turística, existe una alta densidad de visitantes, actividades de acampado y tirolesa; 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).

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, de tal manera que son el tercer grupo más numeroso de especies nativas, después de los Roedores (22 especies) y Quirópteros (136) (Servín, 2013) y, a que presenta gran cantidad de especies de talla mediana (Briones-Salas *et al.*, 2001) de entre 4 y 20 kg, también conocidos como mesocarnívoros (Servín, 2013). Situación que se evidenció con el número de familias que se reportaron para dicho orden; registrando 3 de las 8 reportadas para México (Servín *et al.*, 2014; Escamilla, 2017).

En los carnívoros existe una amplia variedad de tallas, desde 100 g (*Mustela frenata*), hasta especies cuyos individuos alcanzan pesos superiores a 70 kg como el jaguar (*Panthera onca*), el Puma (*Puma concolor*), y el Oso negro (*Ursus americanus*). Además de tener presencia en todo el territorio mexicano, son elementos importantes y claves en la dinámica de los ecosistemas y también claves en el mantenimiento de la biodiversidad local y regional (Servín, 2013).

Para el caso de los Roedores, a pesar de que conforman el grupo más diverso de mamíferos, tienen una amplia distribución y se encuentran en una gran variedad de hábitats, en este estudio únicamente se registró una especie (*S. aureogaster*), ya que, sólo se consideraron mamíferos medianos y grandes. Las especies de este orden son importantes dentro del ecosistema, ya que cumplen funciones como procesadores de material y dispersores de semillas, también participan en la

determinación de la estructura vegetal, en la aireación del suelo y son presas capaces de soportar una gran cantidad de biomasa a niveles tróficos altos (Villa y Cervantes, 2003). Por lo tanto, su presencia y actividades dentro de un área afectan de manera directa e indirecta la distribución de otras especies de organismos (Suárez, 2005).

### **Curva de acumulación de especies**

Una curva de acumulación de especies o curva de colecta de especies describe gráficamente la temporalidad con la que se añaden especies nuevas al listado de la zona de estudio (Hernández, 2018). En ésta, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo, cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva se mantiene. El momento en el que esta pendiente se mantiene corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Durante el tiempo en que se realizó este estudio la curva pareció alcanzar la asíntota en dos ocasiones, durante el segundo y séptimo muestro (Fig.25), 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 del lugar, ya que muchas de las actividades realizadas en el área podrían ser perjudiciales para la mastofauna del lugar; como el ruido y la generación de desechos antropogénicos, pues se ha encontrado que los mamíferos de AS 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), lo que podría representar efectos deletéreos en la salud y sobrevivencia de la mastofauna (Espinosa-Graciano y García-Collazo, 2017).

Al haberse alcanzado 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*, *Dasypus novemcinctus* y *S. cunicularis*, esto de acuerdo con lo reportado en algunos estudios realizados en la Sierra de Tepotzotlán 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).

## **Diversidad alfa**

En el Parque Ecoturístico "Arcos del Sitio", se obtuvo un valor promedio de diversidad de 0.55, por lo que puede ser considerada como media. 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. El alto valor de diversidad obtenido durante febrero e inicios de marzo puede deberse a que, al ser época de secas, los rastros indirectos como huellas y excretas se conservan mejor (Aranda, 2012). 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, son tolerantes a la perturbación e incluso pueden ser parcialmente beneficiadas por la degradación del hábitat, aprovechando la reducción de depredadores naturales y la presencia de animales domésticos y cultivos agrícolas como fuente de alimento (Castellanos *et al.*, 2009) Tal es el caso del coyote (*C. lantrans*), la zorra gris (*U. cinereoargenteus*), el mapache (*P. lotor*), el cacomixtle (*B. astutus*) y el coatí (*N. narica*), cinco de las seis especies reportadas durante dicho muestreo.

Además, durante estos meses (finales de febrero, principios de marzo) la afluencia turística en AS, ya era mucho menor, pues, ya no se estaba en temporada vacacional, 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).

### **Abundancia relativa**

La mayoría de las especies registradas en este estudio 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, aprovechando la reducción de los depredadores naturales y la presencia

de animales domésticos y cultivos agrícolas como fuentes de alimento (Castellanos *et al.*, 2009). Los animales que se encuentran en zonas perturbadas pueden cambiar su comportamiento, modificando principalmente sus hábitos y patrones de alimentación y actividad (Sol *et al.*, 2013). Además de las adaptaciones antes mencionadas, cada especie posee peculiaridades, las cuales les permiten colonizar, más o menos exitosamente algún ambiente, determinando así cuales serán más abundantes que otras (Hernández, 2018).

Dentro de los cánidos y prociónidos, hay especies que se han reportado como beneficiadas por la construcción de urbes y la destrucción del hábitat natural por el humano, como es el caso del coyote (*C. latrans*), la zorra roja (*Vulpes vulpes*), la zorra del desierto (*Vulpes macrotis*), la zorra gris (*U. cinereoargenteus*), el mapache (*P. lotor*) y el cacomixtle (*B. astutus*) (Castellanos *et al.*, 2009; Crooks, 2002). En este estudio *N. narica* y *B. astutus* fueron las dos especies más abundantes, entre ambas suman el 77 % de todos los registros obtenidos, esto podría deberse a que son considerados organismos generalistas, cuya dieta incluye frutos, invertebrados, pequeños vertebrados, flores y polen (Nava *et al.*, 1999), lo que les permite adaptarse a diversos sitios teniendo una amplia distribución (Castellanos y Rurik, 2005) y a la movilidad de ambas especies, pues están adaptadas para desplazarse tanto en el suelo como en rocas y árboles (Ceballos y Oliva, 2005). También debe considerarse que son organismos que regularmente utilizan los caminos y veredas de las personas, por lo que es fácil encontrar sus rastros como huellas y excretas, estas últimas sobre rocas y troncos caídos, formando letrinas. Sumado a esto, ambas especies están reportadas como abundantes en el país. Lo que les confiere más posibilidades de prosperar en zonas perturbadas (Castellanos y Rurik, 2005), coincidiendo con que el mayor número de registros para estas especies se encontraron en la zona más perturbada de AS; la zona donde se realizan las actividades turísticas (Fig. 32 y Fig. 34)

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 desde el nivel del mar hasta los 3,500

m (Wilson y Reeder 2005) en hábitats boscosos templados y tropicales (Gompper 1995), 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 y Chacón, 2005) como la construcción de urbes y la destrucción de hábitat natural por parte del humano (Castellanos *et al.*, 2009). La zorra gris es un animal que puede vivir cerca o dentro de las zonas urbanas, es un mesodepredador solitario, activo tanto de día como de noche, cuya alimentación es omnívora y oportunista, e incluye pequeños vertebrados, invertebrados y frutos (Hernández, 2018). La proximidad al agua es una característica clave de su hábitat preferido y suelen estar cerca de áreas con árboles, ya que la mayoría de sus guaridas generalmente se encuentran a nivel de piso en árboles o troncos huecos, en grietas entre rocas grandes y en madrigueras subterráneas, y es el único cánido que normalmente sube a los árboles gracias a sus garras semi-retractiles (Aranda, 2012; Gallina *et al.*, 2016); esta preferencia por ciertas características del hábitat coinciden con las observadas en campo, pues, la mayoría de sus rastros (excretas) fueron encontrados cerca del río "Los Arcos", sobre rocas y troncos cortados de árboles (Fig. 33).

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 cuanta 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 frugivoría 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 coyote es posiblemente el carnívoro más exitoso del continente americano pues aún continúa extendiendo su área de distribución, en parte debido a su gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes y alimentos (Aranda *et al.*, 1995). Ocupa una gran variedad de hábitats, que incluyen los pastizales, desiertos y montañas (Marín-Sánchez *et al.*, 2015), sin embargo, 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 ( Fig. 35) ya que los bosques bien conservados no le favorecen, pues compite directamente con otras especies como el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*), que están mejor adaptadas a estos hábitats (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2006).

Es un organismo activo durante el día, pero tiende a serlo mucho más durante las primeras horas de la mañana y alrededor de la puesta del sol (Marín-Sánchez *et al.*, 2015). El coyote es un carnívoro generalista-oportunista (Bekoff y Wells, 1980), cuya dieta está constituida principalmente de lagomorfos y roedores, secundariamente

de insectos, vegetales, aves, peces y reptiles (Espinoza-Graciano y García-Collazo, 2017). *C. latrans* ha logrado adaptarse a la presencia del ser humano (Madrigal, 2004) y gracias a su capacidad para explotar los recursos humanos ha podido ocupar zonas urbanas y de cultivo (Berger *et al.*, 2008). A pesar de ser una de las especies reportadas como beneficiada por las perturbaciones antropogénicas, ya que, las actividades humanas han aumentado el número de presas disponibles para el coyote, principalmente en lo que se refiere a los animales domésticos (Aranda *et al.*, 1995), en este estudio, solo se encontró una excreta de coyote, esto podría deberse a que el coyote depreda sobre animales de interés cinegético, animales domésticos y en ocasiones causan daños a los cultivos agrícolas, considerándose una especie perjudicial para las actividades del ser humano (Bekoff y Wells, 1980) y en Arcos del Sitio se practica la agricultura temporal y la ganadería, lo que lleva a pensar que el coyote podría estar siendo perseguido y cazado por los pobladores del área. Sumado a esto, se considera que el mayor problema en este estudio fue para la identificación de los rastros del coyote, ya que se pueden confundir con los de los perros domésticos, y estos últimos son muy abundantes en el área de estudio.

*Sciurus aureogaster* es otra de las especies que se encuentran en la categoría de especies raras, pues, sólo se registró un avistamiento de la ardilla gris. Ésta, es una especie que suele habitar en una amplia variedad de ecosistemas, desde el nivel del mar hasta los 3, 300 msnm aproximadamente (López-Arévalo *et al.*, 2011). *S. aureogaster* se encuentra principalmente en los bosques tropicales de hoja ancha, aunque también ocupa plantaciones de cacao, áreas suburbanas y urbanas, y fragmentos de bosque (Cuauhtémoc y Ceballos, 2009). Se alimenta principalmente de bellotas y piñones, pero también puede consumir hongos, insectos, huevos y polluelos (López-Barrera *et al.*, 2005). Las ardillas grises son de hábitos arborícolas, y a menudo se le ve en lo alto de los árboles, a más de 6 m, colgando de una rama por las extremidades posteriores y alimentándose de semillas y frutos de los árboles, aunque, también busca alimento en el suelo (Ceballos y Oliva, 2005). Por lo anterior, se piensa que la baja abundancia de *S. aureogaster* en este estudio puede deberse a que sus rastros no se encuentran con frecuencia y son difíciles de observar y de capturar (Aranda, 2000). También se le atribuye a que las ardillas

prefieren habitar en grupos densos de árboles de encino en áreas perturbadas (Ceballos y Oliva, 2005), Arcos del Sitio, a pesar de ser una zona perturbada, ya no cuenta con una vegetación tan densa.

La tercera especie que se encuentra dentro de la categoría de las especies raras en este estudio es el *P. lotor*. Esta especie se adapta y explota distintos hábitats, pudiendo vivir incluso en zonas urbanas (Smith, 2002). La cobertura forestal y la proximidad al agua definen el hábitat del mapache (Baldwin *et al*, 2006), siendo esta última un requerimiento de hábitat, que controla el uso del espacio de *P. lotor* (Gehrt y Fritzell, 1998), pues las riberas de los ríos y los humedales son sus principales áreas de alimentación. A pesar de que 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. El gato montés es considerado por su tamaño mediano el tercer felino más grande que habita en México (Romero, 2005). Se distribuye en México desde el norte donde es muy abundante y centro donde generalmente es poco común (Rodríguez-Martínez *et al.*, 2007). Su hábitat se restringe principalmente a zonas montañosas templadas donde la topografía es irregular, prefiere las zonas con abundante matorral, en combinación con sitios rocosos y cañadas profundas (Romero, 2005). Debido a sus hábitos crepusculares resulta difícil de estudiar (Monroy y Briones-Salas, 2012). Es un carnívoro que se alimenta de una gran variedad de presas que van desde tamaños pequeños como musarañas, hasta medianos conejos (Romero, 2005), su dieta está compuesta principalmente de mamíferos, siendo los lagomorfos y roedores sus principales presas (Aranda *et al.*, 2002). Por lo anterior se piensa que solo se obtuvo un registro debido a que en Arcos del Sitio los lagomorfos 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.

### **Frecuencia relativa**

*Nasua 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, y a que los coatíes son omnívoros oportunistas que se alimentan de fruta (principalmente tunas), invertebrados y pequeños vertebrados (Hernández, 2018), es por eso que Arcos del Sitio, con sus especies de nopal y demás características les ofrece un ambiente donde pueden sobrevivir. A pesar de que estas condiciones también pueden favorecer la presencia de *B. astutus*, pues se sabe que la disponibilidad de agua y de frutos carnosos es de gran importancia para que la especie pueda habitar un sitio (Aranda, 2000), y a que eso coincide con Castillo-Picazo y García-Collazo (2019), quienes en su estudio sobre la dieta del cacomixtle norteño en el bosque templado de Arcos del Sitio, encontraron que el elemento más importantes de la dieta de *B. astutus* en dicha área son los frutos de nopal, el cacomixtle apareció únicamente en 5 de los 10 muestreos realizados, lo que lo cataloga como una especie poco frecuente, se piensa que esto puede deberse a que los rastros de la especie ya habían sido intemperados cuando se encontraron y ya no se pudieron identificar con certeza.

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. Esto también podría explicar la aparición esporádica de *C. latrans*, quien únicamente apareció en uno de los muestreos, pues a pesar de que también es una especie adaptada a vivir en zonas perturbadas y en áreas aledañas a las zonas urbanas y suburbanas (Ceballos y Oliva, 2005), se sabe que existe una interferencia competitiva por los recursos con la zorra gris, se cree que esta competencia provoca

la segregación por exclusión competitiva (Marín-Sánchez *et al.*, 2015) y también existe riesgo de depredación por parte de los coyotes hacia la zorra gris (Fedriani *et al.*, 2000), ya que se ha observado que existe una superposición entre la dieta de los dos cánidos (Small, 1971) por ende se esperaría encontrar a los coyotes en los sitios con mayor disponibilidad de recursos para explotar, como lo son los cerros cercanos a Arcos del Sitio y que la zorra gris evite los hábitats del coyote y se encuentre en hábitats con menos recursos como lo es la zona 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, lo que se ve reflejado en la Fig. 38, donde se visualiza que el único registro de esta especie, se encontró en una zona alejada de las actividades turísticas, además, de que los recursos por explotar no son tan abundantes.

*Sciurus 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 linco, el zorro, el gavián 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.

## **Distribución de las especies:**

*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. Se piensa que esto se debe a que, a pesar de ser un carnívoro generalista-oportunista (Bekoff y Wells, 1980) que ha logrado adaptarse a la presencia del ser humano (Madrigal, 2004) y a las zonas perturbadas (Aranda *et al.*, 1995), también es una especie que depreda sobre animales de interés cinegético, animales domésticos y en ocasiones causa daños a los cultivos agrícolas, por lo que se considera una especie perjudicial para las actividades del ser humano (Bekoff y Wells, 1980) y en Arcos del Sitio se practica la agricultura temporal y la ganadería, lo que lleva a pensar que el coyote podría estar siendo perseguido y cazado por los pobladores del área, lo que lo lleva a alejarse a la zona de menor accesibilidad para los pobladores.

*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).

## **Categoría de riesgo:**

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. Sin embargo, debe considerarse que su área total es pequeña y que la investigación tuvo que suspenderse debido a causas ajenas a la misma, muestreándose solo durante 4 meses.
- 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. Esto de acuerdo con lo reportado en la literatura.
- 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.

- La mayoría de las especies registradas en este estudio se distribuyen en la zonas perturbadas de Arcos del Sitio, ya que son especies generalistas-oportunistas, que están adaptadas a vivir en zonas alteradas.
- Las especies que se encontraron en la zona más conservada del área de estudio prefieren sitios con amplia cobertura vegetal que les confieran protección
- 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.
- A 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.

## Referencias:

- 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, M., O. Rosas, J. Ríos y N. García. 2002. Análisis comparativo de la alimentación del gato montés (*Lynx rufus*) en dos diferentes ambientes de México. *Acta zoológica mexicana*, (87), 99-109.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 212 pp.
- Aranda, M., N. Rivera y L. De Buen. 1995. Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra del Ajusco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, (65), 89-99.
- Aranda, J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres en México.
- Arita, H. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 33-71.
- Arita, H. 1998. Escalas y la diversidad de mamíferos de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIB-Conabio proyecto No. P075. México D. F.
- Altamirando, 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.
- Bahena, J. 2014. *Inventario de mamíferos de mediano y gran tamaño y su uso tradicional en San Miguel Tzinacapan, Cuetzalan del Progreso, Puebla*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 73 p.
- Baldwin, R., A. Houston, M. Kennedy y P. Liu. 2006. Predicting Raccoon, *Procyon lotor*, occurrence through the use of microhabitat variables. *Canadian Field Naturalist*, 120(2): 225-231.
- Bekoff, M. y M. Wells. 1986. Social ecology and behavior of coyotes. *Advances in the Study of Behavior*, 16, 251-338.
- Berger, K., E. Gese y J. Berger. 2008. Indirect effects and traditional trophic cascades: a test involving wolves, coyotes, and pronghorn. *Ecology*, 89(3): 818-828
- 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.

- Briones-Salas, M. 2000. Lista anotada de los mamíferos de la región de la Cañada en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 81: 83-103.
- Brown, J. y A. Gibson. 1983. Biogeography. C.V. Mosby. Cost. Louis, Missouri USA.
- Burgin, J., J. Colella, P. Kahn y N. Upham. 2018. How many species of mammals are there?. *Journal of Mammalogy*, 99(1):1–14.
- 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: Instituto de Ecología, UNAM. 371-381.
- 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., S. Blanco y E. Martínez. 2006. *Canis latrans* (Coyote). Distribución potencial, escala 1:000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ceballos G., S. Blanco y E. Martínez. 2006. *Lynx rufus* (Lince, gato montés). Distribución potencial, escala 1:000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ceballos G., S. Blanco y E. Martínez. 2006. *Procyon lotor* (Mapache). Distribución potencial, escala 1:000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ceballos G., S. Blanco y E. Martínez. 2006. *Urocyon cinereoargenteus* (Zorro gris). Distribución potencial, escala 1:000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

- Ceballos G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. 2006. *Nasua narica* (Tejón, Coatí). Distribución potencial, escala 1:000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ceballos G., S. Blanco y E. Martínez. 2006. *Sciurus aureogaster* (Ardilla gris). Distribución potencial, escala 1:000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México
- 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.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín y Y. Domínguez-Castellanos. 2005. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9: 21-71
- Ceballos, G. y J. Simonetti. 2002. Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales. Conabio/Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 582 p.
- Ceballos, G., P. Rodríguez y R. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiversity Mexico: mammalian diversity, endemism and endangerment. *Ecological Applications* 8(19): 8-17.
- Ceballos, G. y J.H. Brown. 1995. Global patterns of mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Conservation Biology* 9: 559-568
- Ceballos, G. y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II. Patrones de endemismos. *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, (1), 97-108
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. In: Mares, M. A. y D. J. Schmidly (eds.). *Latin American Mammalogy: History, Biodiversity*.
- Ceballos, G. y L.C. Galindo. 1984. *Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México*. Instituto de Ecología y Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. Ed. Limusa. 299 p.
- Cervantes, F., A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 65: 177-190.
- Chávez, C., G. Ceballos, R. List, I. Salazar y L. Espinosa. 2009. La diversidad biológica del Estado de México. Gobierno del Estado de México. 145-152 pp
- 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.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. *El sistema Nacional de Información sobre biodiversidad en México (SNIB)*. Disponible en: [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx).
- Cortés-Gutiérrez, M., Altamirano, T. y Soriano, M. 2019. Mamíferos silvestres del bosque de encino en la Sierra de los Agustino en el Municipio de Acámbaro, Guanajuato, México. *Rev. Zool.* 30: 20-31.
- Crooks, K. 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation biology*, 16(2): 488-502.
- Crooks, K. y M. Soulé. 1999. Mesopredator reléase and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature*, 400(6744): 563-566.
- Cuauhtémoc, C. y G. Ceballos. 2009. Implications for conservation of the species diversity and population dynamics of small mammals in an isolated reserve in Mexico City. *Natural Areas Journal* 29:27–41
- Escalante, T., D. Espinosa y J.J. Morrone. 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 87: 47-65.
- Escamilla, C. S. 2017. *Mamíferos silvestres medianos y grandes de las comunidades del Rincón y Peña de Lobos, municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 54 p.
- Espinosa-Graciano, E. y R. García-Collazo. 2017. Dieta Estacional del Coyote (*Canis latrans*) en el Parque Estatal Sierra de Tepotzotlán, Estado de México. *Biología, Ciencia y Tecnología*, 10(37):687-696.
- Espinosa-García, C., J. Martínez-Calderas y J. Palacio-Núñez. 2015. Distribución potencial del mapache (*Procyon lotor* L.) en la Sierra Madre Oriental de México. *AgroProductividad*, 8(5): 11-16.
- 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.
- Fedriani, J., T. Fuller, R. Sauvajot y E. York. 2000. Competition and intraguild predation among three sympatric carnivores. *Oecologia*. 125(2):258-270.
- Flores, R. 2009. *Diagnóstico ambiental del Parque Ecológico "Arcos del Sitio" Tepotzotlán, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 99 p
- Flores, R. A. 2001. *Algunos aspectos alimentarios de los mamíferos medianos en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla en el Estado de Morelos*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 46 p.

- Flores, V. y P. Gerez. 1989. *Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo*. Instituto Nacional sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz, México
- Gallina, S., P. López-Colunga, C. Valdespino y V. Farías. 2016. Abundancia relativa de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* (Carnívora: Canidae) en la zona centro de Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(1): 221-233.
- Gallina, T. y G. López. 2014. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. México: Secretaria 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.
- Garza, P. 2007. *Diagnóstico ambiental de Las Canalejas, Isidro Fabela, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 71 p.
- Gehrt, S. y E. Fritzell. 1998. Resource distribution, female home range dispersion and male spatial interactions: group structure in a solitary carnivore. *Animal Behaviour*, 55(5): 1211- 1227.
- Gobierno del Estado de México. 2007. Diagnóstico Ambiental del Estado de México por Regiones Hidrográficas 2007. México: Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA).
- Gobierno del Estado de México. 2006. Secretaria de Ecología, Coordinación General de Conservación Ecológica. Consultado en Enero de 2021. <http://www.edomex.gob.mx>
- Gobierno del Estado de México. 2003. Conservación Ecológica. Folleto del Parque Estatal de la Sierra de Tepetzotlán. Gobierno del Estado de México, Secretaria de Ecología, México.
- Gompper, M. 1995. *Nasua narica*. *Mammalian species*, 487: 1-10.
- Guerra, L. 2019. *Patrones de coexistencia de tres especies de carnívoros en un matorral xerófilo de Baja California Sur, México*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de investigaciones biológicas del Noreste, SC. 104 p.
- Hall, E.R. 1981. The mammals of North America. Second ed. John Wiley and Sons, New York, 1:1-600 + 90, 2:601-1181 + 90.
- 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 Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 73 p.

- Hidalgo, M., L. Cantú-Salazar, C. López-González, P. Martínez-Gutiérrez, E. Fernández y A. González-Romero. 2006. Coyote habitat use in a tropical deciduous forest of western Mexico. *The Journal of wildlife management*, 70(1), 216-221.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8(31): 151-161.
- 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.
- López-Arévalo, H., S. Gallina, R. Landgrave, E. Martínez-Meyer y L. Muñoz-Villers. 2011. Local knowledge and species distribution models' contribution towards mammalian conservation. *Biological Conservation* 144:1451–1463
- López, J., C. Lorenzo., F. Barragán y J. Bolaños. 2009. La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. 72 pp.
- López-Barrera, F., A. Newton y R. Manson. 2005. Edge effects in a tropical montane forest mosaic: experimental tests of post-dispersal acorn removal. *Ecological Research* 20:31–40.
- 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.
- Madrigal, Á. 2004. Migración y emigración de especies. *Revista de Ciencias Ambientales*, 28(1), 3-12.
- Mandujano, S., S. Gallina, G. Arceo y L. Pérez-Jiménez. 2004. Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(2):45-67.
- Marín-Sánchez, A., M. Briones-Salas, R. López-Wilchis, y J. Servín. 2015. Ámbito hogareño del coyote (*Canis latrans*) en un bosque templado de la

sierra Madre de Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(2), 440-447.

- Martínez-Romero, L. y S. Mandujano. 1995. Hábitos alimentarios del pecarí de collar (*Pecari tajacu*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 64, 1-20.
- Mercado, R. I. 1998. *Inventario de la mastofauna de la Sierra del Carmen, Estado de México*. Tesis de licenciatura en Biología, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 67 p
- Miller, B. y A. Rabinowitz. 2002. ¿Por qué conservar al jaguar? *El jaguar en el nuevo milenio*. 303-315.
- Miranda, A. 2014. *Diagnóstico ambiental del Rancho "La Doña" en el municipio de Jalpan, Estado de Puebla*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 104 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, G. y M. Briones-Salas. 2012. Primeros datos sobre Área de actividad de gato montés (*Lynx Rufus*) en Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*, 28(2), 471-474.
- 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.
- Nava, V. J. Tejero y C. Chávez. 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnívora: Procyonidae) en un matorral xerófilo en Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 70(1):51-63.
- 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.
- Navarro, I. 2015. *Diagnóstico ambiental de las comunidades Ejido El Socorro, San Sebastián Xhala y Parque Industrial Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México y su aplicación en un modelo de educación ambiental*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 124 p.

- 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.
- Olvera, M. E. 2011. *Determinación de los hábitos alimentarios del coyote Canis latrans (Carnivora: Canidae) en Tlazala de Fabela, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 123 p
- Pérez, C., G. Cruz y A. Camacho. 2010. Análisis del aprovechamiento turístico del parque estatal Sierra de Tepetzotlán, México, desde la perspectiva de la sustentabilidad. *El Periplo Sustentable. Universidad Autónoma del Estado de México*. 19: 35-68
- PEEM (Poder Ejecutivo del Estado de México). 2004. Programa de Manejo del Parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán". Gaceta del Gobierno 17 de Febrero de 2004. Toluca, Méx.
- 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., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* 21(1): 21-82.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occasional Papers, The Museum, Texas Tech University*, 158, 1-62.
- Ramírez-Pulido, J., R. López-W, C. Müdspacher y I. Lira. 1983. *Catálogo de los mamíferos terrestres nativos de México*. Editorial Trillas, México D.F.
- Redford, H. y J. Robinson. 1997. *Uso y Conservación de la Vida Silvestre Neotropical*. Limusa. D.F., México
- Retana, O. y C. Lorenzo. 2002. Lista de mamíferos terrestres de Chiapa, endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 25-49.
- 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.
- Ríos, E. y S. Álvarez-Castañeda. 2002. Mamíferos de la Reserva del Valle de los Cirios en Baja California, México. *Acta Zoológica Mexicana* 86: 51-85

- 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.
- Rodríguez-Martínez, L., J. Vázquez, y A. Bautista. 2007. Primer registro del gato montés (*Lynx rufus*) en el parque nacional La Malinche, Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 11(1), 80-84.
- Romero, F. 2005. Lince, gato montés. *Los mamíferos silvestres de México*, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Fondo de Cultura Económica, México, DF*, 362-364.
- Romero, F. y G. Ceballos. 2004. Diversidad, historia natural y conservación de los mamíferos de Encinillas Polotitlán, Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 8: 21-49.
- Ruiz-Soberanes, J. y G. Gómez-Álvarez. 2010. Estudio mastofaunístico del Parque Nacional Malinche en Tlaxcala. *THERYA* 1(2): 97-110
- Rzedowski, J. *Vegetación de México*. Limusa. México, 432 pp.
- 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.
- Segura, D. Y. 2010. *Registro de murciélagos en Arcos del Sitio, Tepotzotlán, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 63, p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010. Segunda Sección. 78 pp.
- 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.
- Servín, J. 2013. Perspectivas de estudio, conservación y manejo de los Carnívoros en México. *Therya*, 4(3), 427-430.
- Servin, J. y E. Chacón. 2005. Zorra gris. *Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, México*. 354-355 pp.

- Sillero-Zuburu, 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. 1974. Measurement of Diversity. *Nature*. 163-688 pp.
- Small, R. 1971. *Interespecific competition among three species of Carnivora on the Spider Ranch, Yavapai Co., Arizona*. Thesis (M.S.). Tucson AZ. University of Arizona. 78 p.
- Smith, H. 2002. An extraordinary raccoon, *Procyon lotor*, density at an urban park. *Canadian Field-Naturalist*, 116(4): 636-639
- Sol, D., O. Lapiedra y C. González-Lagos, 2013. Behavioural adjustments for a life in the city. *Animal Behaviour*, 85(5):1101-1112.
- Solano, J.E. 2012. *Listado mastofaunístico del Estado de Sinaloa*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 140 p.
- Sotelo, Y. 2004. *Diagnóstico ambiental de la localidad Santa María Magdalena Cahucán, Nicolás Romero, Estado de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 93 p.
- Srebek-Araujo, A. y A. Chiarello. 2005. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 121-125.
- Suárez G. 2005. Patrones de distribución del orden Rodentia en Baja California Sur, México.
- 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, Cahucán*. 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
- UICN, I. 2017. Red List of Threatened Species. Versión 2016. 4.
- Villa, R. y F. Cervantes. 2003. Los mamíferos de México.
- Villalobos, A., A. Buenrostro-Silva y G. Sánchez-de la Vega. 2014. Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therya*, 5(1): 355-363.

- Wilson, D. y D. Reeder. 2005. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. *JHU Press*
- Witczuk, J., S. Pagacz, J. Gliwicz y L. Mills. 2015. Niche overlap between sympatric coyotes and bobcats in Highland zones of Olympic Mountains, Washington. *J. Zool.* 297(3):176-183.

# Anexo 1:

## Fichas descriptivas:

### Coyote

*Canis latrans* (Say, 1823)



<https://www.naturalista.mx/observations/7947019> Visto en abril 2021

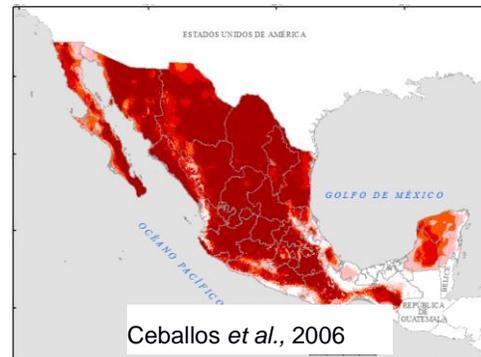
#### Descripción de la especie:

Cánido mediano. El color del pelaje varía desde el color gris castaño hasta el dorado rojizo en el dorso, blanco grisáceo en el vientre y en la parte interna de las patas, y la cola tiene la punta negra. Las orejas son grandes y puntiagudas. La longitud de su cuerpo puede ser de 1 a 1.15 m., su cola alcanza de 1 a 1.15 m de largo. Los animales adultos pesan entre 8 y 16 kilos.

#### Hábitat y distribución en México:

Ocupa una variedad de ambientes desde el nivel del mar hasta alrededor de los 3,500 m de altitud. Habita en desiertos, matorrales, pastizales, bosques de pino, bosques tropicales, áreas de cultivo, pastizales utilizados en ganadería, zonas urbanas y suburbanas.

En México ocupa casi todo el territorio nacional, su distribución se ha expandido en los últimos años y se han registrado organismos de esta especie en lugares donde anteriormente no se habían observado.



#### Ecología:

Mamífero terrestre, activo de día y de noche. Animal solitario, pero presentan hábitos familiares, por lo que se pueden formar parejas estables y también se pueden observar grupos familiares. Se comunican por medio de aullidos. Son depredadores oportunistas y generalistas, por lo que se pueden alimentar de mamíferos pequeños a medianos, aves, reptiles, frutas, hierbas y otros vegetales.

#### Usos e importancia:

Es un controlador de poblaciones de vertebrados pequeños, sin embargo, en ocasiones puede dañar el ganado, por lo que suele ser cazado.

**Estatus de conservación:**

No se encuentra en ninguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pero, de acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2017), se encuentra bajo la categoría de "Preocupación menor".

**Zorra gris**

*Urocyon cinereoargenteus* (Schreber, 1775)



<https://www.naturalista.mx/observations/9118369> Visto en abril, 2021

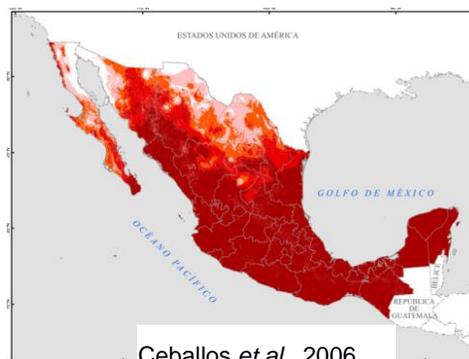
**Descripción de la especie:**

Cánido de tamaño mediano, con pelaje color grisáceo en la parte dorsal, la parte lateral del cuello, la base de la cola y el abdomen son café rojizo, mientras que, en la garganta, nuca y a lo largo del medio abdomen el pelaje se vuelve blanco. Posee una cola larga y esponjada con una franja y la punta color negro. Tiene el hocico agudo, orejas rectas y sus patas son cortas, sin embargo, son fuertes lo que le permite trepar. Los animales adultos pesan entre 1.5 y 5 kilos

**Hábitat y distribución en México:**

Ocupa distintos hábitats naturales y puede vivir muy cerca o dentro de las zonas urbanas, desde el nivel del mar hasta alrededor de los 3200 m de altitud. Habita en bosques templados, selvas medianas caducifolias, selvas medianas subcaducifolias, selvas espinosas, dunas costeras, matorrales xerófilos, y pastizales.

Esta especie está altamente distribuida por todo el territorio nacional.



Ceballos et al., 2006.

**Ecología:**

Mamífero solitario, pero las hembras forman grupos pequeños con sus crías, activo en el día y la noche. Es terrestre con la capacidad de trepar en los árboles, lo que le permite escapar de sus depredadores. Su alimentación es omnívora-oportunista e incluye mamíferos pequeños, aves, insectos, carroña, frutos, y pequeños reptiles.

**Usos e importancia:**

Es un importante dispersor de semillas, y al ser un mamífero adaptado a las perturbaciones humanas podría tener un impacto positivo en el mantenimiento, regeneración y conectividad de algunas especies vegetales. Además, mantiene un papel importante entre la relación depredador-presa.

**Estatus de conservación:**

No se encuentra en ninguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pero, de acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2017), se encuentra bajo la categoría de "Preocupación menor".

### Gato Montés

*Lynx rufus* (Schreber, 1775)



<https://www.inaturalist.org/photos/3590866> Consultado en abril, 2021.

#### Descripción de la especie:

Felino de talla mediana, con cabeza pequeña, orejas puntiagudas, erectas y terminadas en un mechón de pelos, y cola proporcionalmente muy corta con la punta negra. Su pelaje es pardo rojizo ligeramente moteado con tonos grises y negros en las partes superiores, aclarándose hacia la parte ventral.

El peso y volumen corporal varía geográficamente, y por su tamaño mediano se considera el tercer felino más grande de México.

#### Hábitat y distribución en México:

Ocupa distintos hábitats naturales y puede habitar en las cercanías de los asentamientos humanos. Esta especie puede encontrarse en matorrales áridos, bosques de coníferas, bosques de encinos, bosques mixtos de pino-encino, pastizales y selvas bajas caducifolias, desde el nivel del mar hasta los 3657 m de altitud.

En México abarca toda la parte norte del país y todo el Altiplano Central, hasta el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.



#### Ecología:

Cazador solitario, activo de día y de noche. Es terrestre, pero trepa con facilidad a los árboles. Es un depredador oportunista, cuya alimentación está constituida por mamíferos, aves y reptiles, sin embargo, existen autores que mencionan que son especialistas y tienen una selección positiva hacia los lagomorfos.

Es un organismo territorial, utiliza marcas de garras y depósitos de orinas y heces para establecer sus límites territoriales.

#### Usos e importancia:

En la industria peletera su piel ha remplazado la de otros felinos que se encuentran en el apéndice I de las CITES.

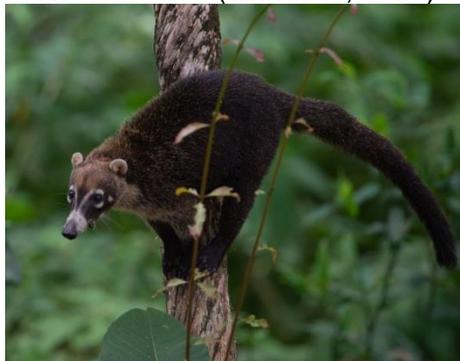
Por otra parte, estos organismos fungen como depredadores de muchas especies de mamíferos y aves, por lo que tienen un papel fundamental en la cadena trófica.

**Estatus de conservación:**

No se encuentra en ninguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2017), se encuentra bajo la categoría de "Preocupación menor"

**Coatí**

*Nasua narica* (Linnaeus, 1766)



<https://www.naturalista.mx/observations/27975056> Consultado en abril 2021

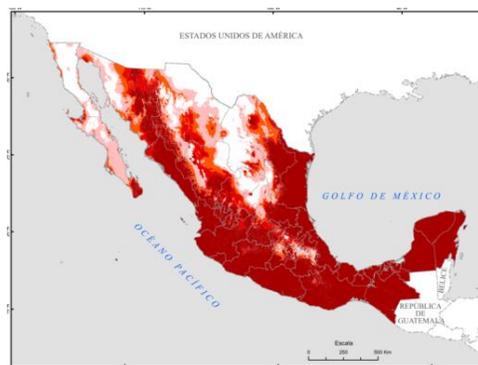
**Descripción de la especie:**

Prociónido de talla mediana, con orejas pequeñas y redondas, extremidades cortas y cola larga, delgada y puede presentar anillos tenues. Tiene el hocico pronunciado y móvil, y garras fuertes y largas que le facilitan trepar. Su cuerpo es largo y esbelto. La coloración dorsal varía en tonos castaño-oscuro y castaño-rojizo, presenta manchas blancuzcas sobre la garganta, alrededor de los ojos, la parte inferior de las mejillas y la punta del hocico. Alrededor de las manchas oculares tiene una mancha en tonos café oscuro, a manera de antifaz. Los animales adultos pesan entre 3 y 6 kilos.

**Hábitat y distribución en México:**

El coatí habita desde el nivel del mar hasta los 3500 m de altitud, en una diversidad de ambientes, como los bosques templados, tropicales y subtropicales, ocasionalmente en desiertos y matorrales xerófilos. Y hace incursiones a los campos de cultivo.

Presenta una amplia distribución en el país, que incluye todos los estados, a excepción de la península de Baja California y las porciones más secas de la Altiplanicie Mexicana.



Ceballos *et al.*, 2006

**Ecología:**

Es un mamífero de hábitos gregarios con manadas compuestas por hembras y crías, los machos suelen ser solitarios. Carnívoros diurnos y activos tanto en el suelo como en los árboles. Es un omnívoro colector, que se alimenta principalmente de frutos e

insectos principalmente, y en menor proporción caza pequeños vertebrados como roedores, anfibios y reptiles.

Los grupos pasan la mayor parte del tiempo en busca de alimento entre la hojarasca

**Usos e importancia:**

Es un importante dispersor de semillas y forma parte importante en la dieta de los depredadores tropicales como el puma y el jaguar. Además, es una especie importante para la cacería de subsistencia, por lo que se le caza para ser empleado como alimento.

**Estatus de conservación:**

No se encuentra en ninguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pero, de acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2017), se encuentra bajo la categoría de "Preocupación menor".

**Mapache**

*Procyon lotor* (Linnaeus, 1758)



<https://www.naturalista.mx/observations/2402257> Visto en Abril 2021

**Descripción de la especie:**

Prociónido de talla mediana con orejas redondas, cuerpo rechoncho y corta cola anillada, su pelaje presenta una coloración de grisácea a negruzca con tonos amarillentos o pardos en las partes dorsales. El vientre varía de color pardo-amarillento a grisáceo. Posee una característica zona negra cubriendo los ojos, a manera de antifaz. Su peso puede variar entre 3 y 9 kg, lo que depende de la latitud, la estación del año y el sexo.

**Hábitat y distribución en México:**

El mapache habita en todos los tipos de vegetación, desde el nivel del mar hasta alrededor de los 3,500 m de altitud. Su hábitat original son los bosques mixtos o caducifolios, sin embargo, se ha adaptado con éxito en las zonas urbanas.

En México habita prácticamente en todo el país, a excepción del centro de la península de Baja California.



Ceballos *et al.*, 2006.

**Ecología:**

Los machos son solitarios, pero las hembras forman grupos con las crías cada año. Es un animal nocturno, activo en el suelo, en los árboles y en el agua. Posee un carácter agresivo. Es un mamífero omnívoro, en su dieta incluye anfibios, moluscos, peces, aves, huevos y una amplia gama de vegetales y frutas.

Son organismos oportunistas, con la capacidad de cazar y depredar.

**Usos e importancia:**

Se conoce como un importante germinador y dispersor de semillas, además de un controlador de poblaciones de anfibios y lagartijas.

Debido a su potencial colonizador constituye una amenaza grave, por lo que en el Catálogo español se ha incluido como especie exótica invasora.

**Estatus de conservación:**

No se encuentra en ninguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pero, de acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2017), se encuentra bajo la categoría de "Preocupación menor".

**Ardilla gris**

*Sciurus aureogaster* (Cuvier, 1829)



<https://www.naturalista.mx/observations/10305465> Visto en abril, 2021.

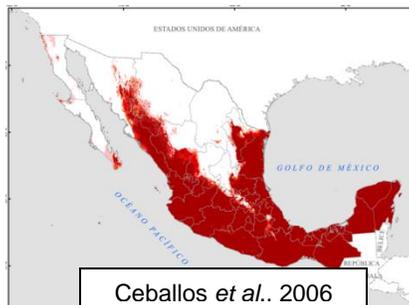
**Descripción de la especie:**

Ardilla grande de color gris en el dorso y café rojizo en el vientre, en la nuca y en la rabadilla. Sobre este patrón se presentan muchas variantes, desde dorsos de color casi blanco o vientres de color gris claro, hasta ardillas totalmente negras. Su cola es larga,

esponjada y con una coloración grisácea. Miden entre 47 y 57 cm. Los animales adultos pesan entre 400 y 700 gramos.

**Hábitat y distribución en México:**

Habita prácticamente en cualquier tipo de vegetación arbórea, desde el nivel del mar hasta los 3,800 m de altitud. Viven en bosques de pino-encino, abies, cedro y oyamel, también puede habitar en bosques tropicales estacionales y húmedos y matorrales espinosos. Son comunes en áreas perturbadas y parques de las ciudades. Es una especie endémica del centro de México, y se distribuye desde los estados de Nayarit, por el lado del Pacífico, y de Nuevo León y Tamaulipas por el Golfo de México, hacia el sur de Tabasco y Chiapas.



**Ecología:**

Roedor solitario, diurno y arborícola, aunque frecuentemente baja al suelo en busca de alimento o para cruzar algún camino. Su alimentación es omnívora, aunque principalmente vegetariana, e incluye hojas, brotes, tallos, flores, polen, frutos, semillas y corteza, además de invertebrados y huevos de polluelos.

**Usos e importancia:**

Sus poblaciones en algunas regiones de México ocasionan daños a cultivos y se les consideran plagas. Son utilizados como fuente de proteína animal para consumo humano y son adquiridas como mascotas

**Estatus de conservación:**

Se encuentra en la categoría de Sujeta a protección especial, según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pero, de acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2017), se encuentra bajo la categoría de "Preocupación menor".

**Cacomixtle**

*Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830)



<https://www.naturalista.mx/observations/27809983> Consultado en abril de 2021

**Descripción de la especie:**

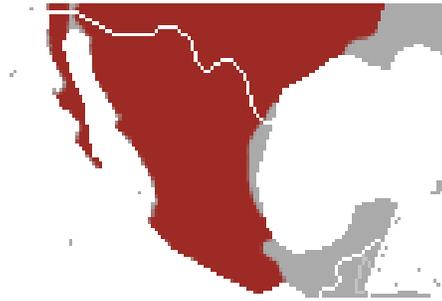
Mamífero de tamaño pequeño a mediano, posee orejas redondas, extremidades cortas y cola larga, muy peluda, esponjada y anillada. El color del dorso es café claro,

volviéndose más claro hacia la parte ventral. Los adultos pueden alcanzar un peso que va desde los 700 gr hasta 1.5 kg.

**Hábitat y distribución en México:**

Habita en una diversidad de ambientes desde el nivel del mar hasta los 3200 m de altitud, incluyendo matorrales xerófilos, bosque tropical caducifolio, bosques de encinos y bosque de coníferas.

En México se distribuye en todo el norte del país y centro del país; solo se encuentra ausente en la Vertiente del Golfo de México, la península de Yucatán, Chiapas y parte de Oaxaca.



*Ceballos y Arroyo, 2012*

**Ecología:**

Carnívoro solitario, nocturno activo tanto en tierra como en árboles. Su área de actividad es variable y depende directamente del hábitat, estación del año y sexo. Su alimentación es omnívora, y se alimenta principalmente de pequeños mamíferos, frutos, semillas, insectos, lagartijas, aves y ocasionalmente de néctar.

**Usos e importancia:**

Esta especie es un controlador importante, principalmente en las poblaciones de roedores, sin embargo, pueden ocasionar daños a los cultivos y al alimentarse de las aves de corral.

**Estatus de conservación:**

No se encuentra en ninguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2017), se encuentra bajo la categoría de "Preocupación menor".

## **Anexo 2:**

**Mapas de Distribución de los mamíferos encontrado en Arcos del Sitio.**