

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



## FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Análisis de la diversidad de mamíferos en el Área de  
Protección de Flora y Fauna, Boquerón de Tonalá, Oaxaca.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
BIÓLOGO  
**P R E S E N T A:**  
MARCO ANTONIO MAYEN ZARAGOZA

**DIRECTORA DE TESIS**  
DRA. LIVIA SOCORRO LEÓN PANIAGUA  
**ASESOR INTERNO**  
DR. URI OMAR GARCÍA VÁZQUEZ



CIUDAD DE MÉXICO  
2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“ZARAGOZA”

DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
PRESENTE.**

Comunico a usted que el alumno **MAYEN ZARAGOZA MARCO ANTONIO**, con número de cuenta **305547244**, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día **16 de abril de 2021** a las **16:00 hrs.**, para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

**PRESIDENTE** M. en C. **MARÍA DE LAS MERCEDES LUNA REYES**

**VOCAL** Dra. **LIVIA SOCORRO LEÓN PANIAGUA\***

**SECRETARIO** M. en C. **URI OMAR GARCÍA VÁZQUEZ**

**SUPLENTE** Dr. **DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA**

**SUPLENTE** Dr. **ALBERTO MÉNDEZ MÉNDEZ**

El título de la tesis que presenta es: **Análisis de la diversidad de mamíferos en el Área de Protección de Flora y Fauna, Boquerón de Tonalá, Oaxaca.**

Opción de titulación: Tesis

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

**ATENTAMENTE**  
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”  
Ciudad de México, a 19 de marzo de 2021

**DR. VICENTE JESÚS HERNÁNDEZ ABAD**  
DIRECTOR

VO. BO. ,  
M. en C. **BÁRBARA SUSANA LUNA ROSALES**  
JEFA DE CARRERA

RECIBÍ  
OFICINA DE EXÁMENES  
PROFESIONALES Y DE GRADO

*You know that life isn't set  
I lead the pack I ain't no pretender  
You give as good as you get  
We live and die 'cause there's no surrender*

*You know the way that I feel  
If you're with me you better hold on tighter  
I'm only keeping it real  
That's who I am, I'm just a non-stop fighter*

*Run out of road  
The end of the days  
Not for the weak  
Only the brave*

*I'm chasing a dream as I go higher  
I'm playing it mean, my heart's on fire  
I'm living my life, ain't no pretender  
Ready to fight with no surrender*



## **AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS**

Principalmente quiero agradecer a todos los profesores que, a través de mi vida me han otorgado las herramientas no solo para aprender cosas nuevas sino para ser una buena persona y un ejemplo a seguir.

A la Dra. Livia Socorro León Paniagua por darme la oportunidad de tomar clase con ella y ampliar mi panorama sobre los mamíferos, posteriormente a unirme a su equipo de trabajo y ser mi directora de tesis. Gracias por enseñarme a coleccionar en campo, por esos momentos gratos y de motivación para continuar.

Al Dr. Uri Omar García Vázquez por ofrecerme su confianza y nunca abandonarme a pesar de un proyecto de tesis cancelado. Gracias por hacerme dar cuenta de mis errores, no solo académicos, sino personales, por ayudarme con el proyecto tanto en campo como a la hora de redactar, así como por el financiamiento aportado.

Al Dr. Adrián Nieto Montes de Oca, la Dra. Marysol Trujano Ortega y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) por el proyecto PJ016 mediante el cual fue posible la realización de este proyecto. De igual modo, agradecemos a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y a la Unión de Propietarios y Poseedores de tierras del Boquerón de Tonalá, A. C por su apoyo constante durante el desarrollo del proyecto.

Al profesor Cristóbal Galindo por iniciarme en este maravilloso mundo de los mamíferos, por darme una visión a futuro de lo que implica ser un mastozoólogo y por enseñarme que, aun cuando hay trabajo, también existe la oportunidad de divertirse.

A mis sinodales El Dr. David Nahum Espinosa Organista, la M. en C. María de las Mercedes Luna Reyes y el Dr. Alberto Méndez Méndez por sus aportaciones y sugerencias en el contenido y la redacción de este trabajo, por tomarse el tiempo de leer y cuestionar todo lo escrito aquí.

No puedo dejar de mencionar a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por alojarme en su recinto, permitirme rondar sus pasillos, salones, laboratorios y áreas verdes, darme ese sentido de pertenencia que en ninguna otra institución encontré.

Pero sobre todo a la UNAM, máxima casa de estudios del país, por la nobleza con la que fui tratado, por dejarme ser uno más de sus estudiantes egresados y por permitirme llevar en alto lo que es ser orgullosamente universitario.

**¡GRACIAS!**

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

A mis padres, por no dudar de mí en ningún momento, por sentirse orgullosos siempre, porque aun con todas y cada una de las circunstancias adversas por las que hemos pasado, nunca me han abandonado, por apoyar a éste ser humano con tantas dudas e inquietudes y por dejarme ser yo mismo en todo momento.

A mi tío Nacho, por ayudarme a decidir y estar a mi lado en situaciones complicadas, por apoyarme a lo largo de la carrera y siempre motivarme a ser mejor persona, siempre serás un ejemplo a seguir para mí.

Al Arthur King, Lars Frantic y Jhony Money por ser mis hermanos, mis carnales, mis brothers, aunque no corra el mismo ADN en nuestros cuerpos. Porque sin ustedes el Death Bed y el Deceiver Fate nunca hubieran sido posibles, por adentrarme más en la música y por hacerme encontrar ese músico que todos llevamos dentro.

A mi gran amigo Omar, por esas largas charlas, viajes en moto, conocimiento compartido y sobre todo por escucharme en todo momento y situación.

A Güemez, Andy, Bryan, Chileno, Chucho, Alan, Erick, Nata, Ulises, Thelma y Karen, por grandes recuerdos y experiencias a su lado en este viaje llamado universidad.

A esa escudería de la FESZ, Charls, Toño, Alan, Axl, Mabel y Sylvia, puro team masto-herpe, su ayuda y compañía, dejo grandes recuerdos y una amistad eterna.

A todos los mastozoólogos que estuvieron a mi lado en esta etapa de mi vida ya sea en la carrera, en exámenes, en campo, en el trabajo o en la fiesta: Dave, Gio, Lázaro, Tania, Pablo, Yiré, Martín, Juan Solo, Juan Aquino, Caro Carollia, Alf, Jotchos, Sarita, Lore e Ivan.

A Don Marco, Don Rolando, a Erick y al Chino por ser nuestros guías en campo y unas verdaderas amistades en quien apoyarse y confiar. También a toda la gente que nos ayudó en nuestra estancia en Santo Domingo Tonalá, sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

Y no podías faltar tú, Tania Vargas Ruiz (Tano) por amarme incondicionalmente y confiar en mí, por ser mi apoyo, por estar en las malas y en las buenas, por darme consejos y siempre alentarme a echarle ganas y no darme por vencido, por todas esas aventuras de Tano y Maco, por dejarme ser y perseguir mis sueños, por siempre recibirme con los brazos abiertos después de cada viaje y creer en mí hasta el último momento... ¡te amo!

# ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>Justificación</b>	<b>7</b>
<b>Objetivos</b>	<b>8</b>
<b>Metodología</b>	<b>9</b>
<b>Trabajo de Campo</b>	<b>17</b>
<b>Trabajo de Gabinete</b>	<b>20</b>
<b>Análisis de Datos</b>	<b>21</b>
<b>Resultados</b>	<b>30</b>
<b>Discusión</b>	<b>48</b>
<b>Acciones de Conservación y Perspectivas a Futuro</b>	<b>78</b>
<b>Conclusión</b>	<b>81</b>
<b>Literatura Citada</b>	<b>83</b>
<b>Apéndices</b>	<b>107</b>

## RESUMEN

El Área de Protección de Flora y Fauna Boquerón de Tonalá es una Área Natural Protegida, ubicada en el municipio de Santo Domingo Tonalá, en la región de la Mixteca Alta del estado de Oaxaca. Dentro del programa de manejo, se cuenta con poca información sobre las especies de mamíferos que existen dentro del ANP motivo por el cual se realizó un inventario y análisis mastofunístico del área.

Las actividades de campo se llevaron a cabo de junio del 2017 a mayo del 2018, efectuando cuatro salidas de 8 días cada una, divididas en lapsos de tres meses que cubrieran las dos temporadas durante el año. Durante este tiempo se realizaron registros directos e indirectos de mamíferos mediante diversas técnicas, en los dos tipos de vegetación predominantes en diez localidades dentro del ANP.

Se registraron 44 especies de mamíferos silvestres de las cuales siete son especies endémicas al país y cinco se encuentran en alguna categoría de riesgo bajo la NOM-059 de México, los tratados mundiales de CITES y/o la lista roja de la IUCN. Se obtuvo un valor de diversidad en general para la zona ( $H'=3.195$ ) que comparado con otros trabajos similares es elevado, de igual forma la complementariedad para la zona es alta al tratarse de dos ecosistemas diferentes que poseen características particulares, lo cual propicia el tener biotas específicas.

Esta ANP cuenta con el Consejo Municipal de Vigilancia de Fauna y Flora (COMUVIFAF) que se encarga de trabajos de mantenimiento, reforestación y monitoreo de fauna en general, con el objetivo de conservar en buen estado el sitio, sin embargo aún se tienen problemas como la tala ilegal, cacería furtiva, sobrepastoreo y la constante acción humana causada por el turismo y el paso de gente a poblados cercanos, cuestiones por la cual es importante mantener monitoreos constantes y eficientes así como implementar programas de vigilancia y seguridad dentro del área, además de mejorar el plan de manejo actual.

## INTRODUCCIÓN

Nuestro país ha observado en las últimas décadas un proceso muy intenso de deforestación y desaparición crítica de hábitats y ecosistemas. Frente a ello, el decreto y operación de Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituye uno de los instrumentos más trascendentes de política pública con la finalidad de contener y revertir las tendencias hacia la pérdida de biodiversidad (SEDESMA, 2007).

Desde la creación del primer parque nacional en 1917 hasta finales de 1994 se habían decretado en el país una gran cantidad de áreas naturales de jurisdicción federal con diversas categorías o estatus de protección. Importantes áreas con bosques templados y tropicales, montañas y paisajes relevantes, en los que se encontraba abundancia de vida silvestre quedaron sujetas a un régimen jurídico y normativo que trataba de garantizar su resguardo ante el desarrollo de actividades que tuvieran un fuerte impacto sobre sus ecosistemas y recursos naturales (Villalobos, 2000).

Las ANP se crearon con el objeto de preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas, ecológicas y ecosistemas de mayor fragilidad en México (Péresbarbosa *et al.*, 2007). El objetivo principal de una ANP es asegurar la continuidad de los procesos ecológicos, la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad (Peña-Jiménez *et al.*, 1998). Sin embargo, la mayoría de las ANP en México enfrentan una serie de problemas que afectan su manejo y por ende su conservación. Conflictos como la tenencia de la tierra, escasez de vigilancia, falta de planes de manejo, así como la poca información sobre los recursos bióticos que albergan y las condiciones en que estas se encuentran en la actualidad son parte de estos problemas (Halffter, 2005). A fin de manejar efectivamente estas áreas naturales protegidas es necesario contar con inventarios específicos actualizados que indiquen con que taxones se cuenta y donde se distribuyen, además, de que contribuyan al conocimiento de la historia natural de las especies registradas (Janzen, 1997).

El Boquerón de Tonalá es una Área Natural Protegida en la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna (de ahora en adelante mencionada como APBT), que se encuentra al poniente del estado de Oaxaca dentro de la Mixteca Alta (DOF, 2008). Uno de los objetivos principales de la creación de esta ANP fue evitar la tala indiscriminada, los incendios forestales, la pesca con explosivos y la caza de venado cola blanca. Actualmente presenta problemas de cacería furtiva, extracción de maderas de encino (*Quercus* sp.) y cambio de uso de suelo (SEMARNAT, 2013) por parte de otros municipios.

### **Antecedentes**

México es un país que posee una gran riqueza biológica, esta diversidad se da por su abrupta orografía, sus climas y gran riqueza de ambientes producto de la ubicación geográfica de nuestro país, la cual es una zona de transición de dos grandes regiones biogeográficas (la neotropical y la neártica), este contacto entre biotas ha dado como resultado una rica mezcla de fauna y flora (Arita, 1993; Flores y Gérez, 1994; Morrone, 2004, 2005).

Actualmente la mastofauna de México se encuentra representada por 14 órdenes, 46 familias, 200 géneros y 564 especies, de las cuales 162 son endémicas al país (28%); los órdenes más diversos son Rodentia y Chiroptera que contribuyen con más del 70% de todas las especies, les siguen Carnivora, Soricomorpha, Cetacea y Lagomorpha (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014).

Situado al sur de México, Oaxaca es reconocido como uno de los estados con mayor diversidad tanto de flora como de fauna debido a su heterogeneidad ambiental y una accidentada orografía lo que conlleva a una amplia diversidad de climas, microclimas y tipos de vegetación (García-Mendoza *et al.*, 2004; Chagoya, 2011).

Respecto a los mamíferos, Santos-Moreno (2014) toma como base el listado integrado por Ceballos y Oliva (2005) y lo actualiza con los registros publicados posteriormente (Alfaro *et al.*, 2005; Lira y Sánchez-Cordero, 2006; Botello *et al.*, 2007; Carraway, 2007; García-García *et al.*, 2007; Lira-Torres, 2007; Meraz y Sánchez-Díaz, 2008; Olguín Monroy *et al.*, 2008; Redondo *et al.*, 2008; Santos-Moreno *et al.*, 2010; Alfaro y Santos-Moreno, 2012; Vallejo y González-Cózatl, 2012; Santos-Moreno y Gallardo-Sipriano, 2014), registrando para el estado 12 órdenes, 34 familias, 130 géneros y 222 especies. De estas, 93 son murciélagos, 116 especies terrestres no voladoras y 13 acuáticas; 45 endémicas a México y 14 al estado, colocando a la entidad en el primer lugar de mastofauna a nivel nacional, (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014), sin embargo, aún existen vacíos de información biológica para la mayoría de las especies (Briones-Salas, 2012).

En relación a la legislación nacional, 69 especies están incluidas en alguna categoría de riesgo: 27 amenazadas, una extinta en vida silvestre (el lobo gris mexicano), 13 en peligro y 28 en protección especial. Destaca el orden Cetacea, con las 12 especies representadas en los mares estatales, incluidas en la categoría de protección especial y en segundo término aparecen los quirópteros con 20 especies. En el contexto de sistemas internacionales, 28 especies se encuentran en alguna de las categorías reconocidas por CITES y 38 en el sistema IUCN (CITES, 2001; SEMARNAT, 2010; Santos-Moreno, 2014; IUCN, 2020).

El conocimiento de la mastofauna en el noroeste de la entidad no es homogéneo, Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) señalan que la Mixteca Alta y la Sierra Atravesada, son las subprovincias fisiográficas del estado con menor número de registros y que aún existen zonas por explorar, resaltando la importancia de dar continuidad a los inventarios en Oaxaca, particularmente en las áreas montañosas, donde el aprovechamiento forestal es una de las actividades económicas más importantes. Por lo tanto, el estudio de la diversidad biológica que habita en estos territorios es un elemento que refuerza e impulsa acciones de conservación (Lavariega *et al.*, 2012), dado que los inventarios proporcionan

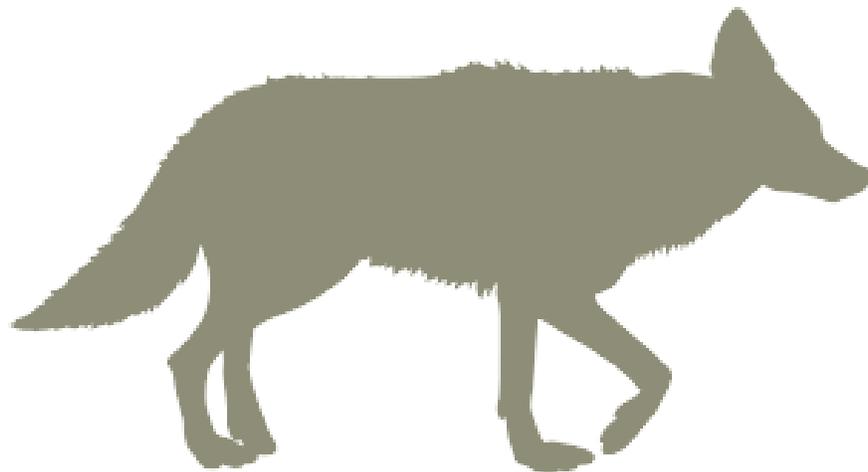
información básica que constituye el principal insumo en los análisis taxonómicos (Patterson, 2002; Reeder *et al.*, 2007) y son la base para diseñar esquemas de conservación (Margules y Sarkar, 2007; Illoldi-Rangel *et al.*, 2008).

Como se señaló anteriormente, los estudios sobre mamíferos en la Mixteca Alta son muy escasos; para el APBT son casi nulos, encontrándose solo el realizado por Flores-Manzanero *et al.* (2013), acerca del uso y conocimiento de *Odocoileus virginianus*, un estudio de estructura y dieta de murciélagos nectarívoros en el municipio de San Marcos Arteaga donde se reportan nueve especies de murciélagos (Palacios, 2011) y la lista de mamíferos incluida en el plan de manejo (SEMARNAT, 2013) en el que se reportan 61 especies, sin embargo se desconoce metodológicamente como se realizó. Además de estos estudios, se encuentra el realizado en la ciudad de Huajuapán de León por Goodwin (1969) y el realizado por Cervantes y Riveros (2012) en el municipio de Cosoltepec que sirven como referencia, pues ambos municipios están situados al norte del APBT. Se han realizado monitoreos constantes por parte de la comunidad, centrándose principalmente en mamíferos medianos y grandes, dejando un gran sesgo en la información sobre los mamíferos pequeños. De aquí la importancia y la necesidad de llevar a cabo un trabajo faunístico en la zona para poder actualizar la información, ampliar los listados y analizar la diversidad de los mamíferos presentes.

La importancia de los mamíferos radica principalmente en los servicios ecosistémicos que ofrecen cómo la polinización de plantas, dispersión de semillas y contribución al control biológico de plagas, son la base de estudios biomédicos con impacto en la salud humana, algunos de ellos son de importancia médica pues albergan o transmiten enfermedades que pueden provocar la muerte o son hospederas de vectores de otras enfermedades (Ibarra-Cerdeña *et al.*, 2009); proveen de comida y vestido, sobre todo a pobladores rurales y grupos indígenas (Aranda, 2000; Sánchez-Hernández *et al.*, 2005; Tirira, 2007). Especies como el armadillo y el conejo siguen siendo de importancia en la caza local ya que su

carne es un platillo demandado (Ceballos y Galindo, 1984). Las tuzas y otros roedores han sido una fuerte presión para la agricultura ya que son abundantes, tolerantes a perturbaciones humanas y comunes en cultivos (Hernández y Oliva, 2005; Morales y Castro, 2005).

Sin embargo, el principal impacto de los mamíferos radica en su contribución al mantenimiento y correcto funcionamiento de los ecosistemas que proveen de servicios vitales a la humanidad (Sánchez-Hernández *et al.*, 2005), por ejemplo, son parte de las redes tróficas, asumiendo distintos papeles ecológicos, ya sea como depredadores generalistas o especialistas (Ceballos y Ehrlich, 2009). En este mismo sentido y como se ha mencionado en un inicio, Oaxaca alberga una amplia variedad de órdenes, familias, géneros y especies de mamíferos, lo cual refleja una larga historia evolutiva que abarca millones de años. Con esta diversidad de formas y hábitos que son resultado de la evolución, los mamíferos silvestres en Oaxaca almacenan la capacidad de cambio evolutivo en el futuro, un correcto funcionamiento de los ecosistemas y un continuo descubrimiento de productos útiles para el hombre (Faith *et al.*, 2010).



## **JUSTIFICACIÓN**

La abrupta orografía y la marcada estacionalidad presente en el APBT conllevan a tener una zona con diversos tipos de vegetación y complejas variables climáticas. Todo esto, aunado a su buen estado de conservación nos permite encontrar una alta riqueza y diversidad de mamíferos permitiéndonos analizar su distribución a nivel local o regional y la estructura a nivel de comunidad. Los registros de mamíferos en la región de la Mixteca Alta son escasos por lo cual este estudio busca actualizar y enriquecer la información que se tiene para la zona, además de permitirnos con los análisis correspondientes sentar las bases para estudios biológicos posteriores y permitir plantear mejoras en las estrategias de conservación más dirigidas y asociadas al establecimiento de programas de aprovechamiento sustentable que puedan favorecer íntegramente a las poblaciones aledañas al APBT. De igual forma se espera que la información contenida dentro de este escrito ayude a actualizar el plan de manejo de acuerdo con el artículo 66 sección VI de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente donde establece que: El programa de manejo de las áreas naturales protegidas deberá contener por lo menos, lo siguiente: los inventarios biológicos existentes y los que se prevea realizar (DOF, 1988).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Realizar un análisis mastofaunístico en el APBT.

### **Objetivos Particulares**

- Registrar la riqueza de especies encontradas en la zona de estudio.
- Describir la composición de la comunidad mediante gremios tróficos, la distribución por tipo de vegetación y afinidad biogeográfica de las especies.
- Analizar y evaluar por medio de índices la diversidad los mamíferos registrados, así como su abundancia y remplazo de especies.
- Documentar la categoría de riesgo de las especies registradas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y la Lista Roja de la IUCN.

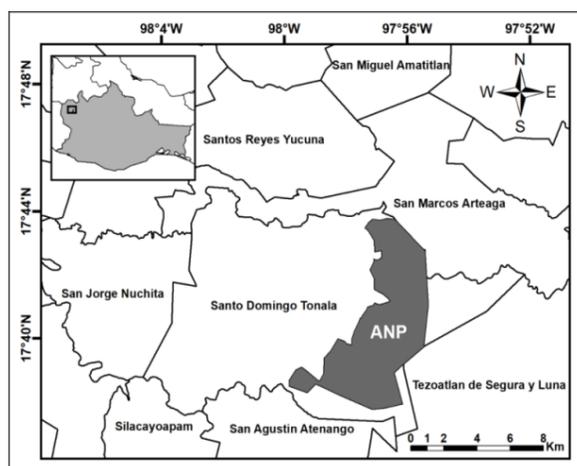
## METODOLOGÍA

### Área de Estudio

El nombre Boquerón de Tonalá hace referencia al proceso geológico que domina el paisaje, una división del terreno por una ruptura geológica producto de la separación de las capas terrestres, un cañón con paredes de más de cien metros de altura el cual es la insignia del municipio y del Área Natural Protegida.

### Localización

El APBT se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la Mixteca Alta (Cervantes-Zamora *et al.*, 1990), pertenece a las provincias biogeográficas de la Depresión del Balsas (en su mayoría) y a la Sierra Madre del Sur (CONABIO, 1997), entre las coordenadas geográficas extremas 17° 37' 45" a 17° 43' 46" de latitud norte y 97° 55' 18" a 97° 59' 50" de longitud oeste. La superficie del APBT corresponde políticamente en mayor extensión a la jurisdicción del municipio Santo Domingo Tonalá, colindando al noreste con el municipio de San Marcos Arteaga, al sureste con el municipio de Tezoatlán de Segura y Luna y al sur con el municipio de San Agustín Atenango (Fig. 1). Cuenta con una superficie de 39.12 km<sup>2</sup> y es una de las ANP más pequeñas y recientes (Cervantes-Zamora *et al.*, 1990; SEMARNAT, 2005; SEMARNAT, 2013).



**Figura 1.** Localización del APBT en el estado de Oaxaca.

## Clima

Dentro del APBT las condiciones de relieve, altitud y exposición del territorio favorecen la presencia de dos tipos climáticos según la clasificación Köppen, modificado por García (1964):

- Semiseco, semicálido (BS1hw). Presenta una temperatura media anual de 18°C, temperatura media del mes más frío >18°C y del mes más caliente <22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. De mayor distribución, se identifica desde la parte más baja hasta la zona media (de este a oeste) y privilegia la existencia de ecosistemas secos como el bosque tropical caducifolio y el matorral xerófilo (García, 1998, SEMARNAT, 2013).
- Templado subhúmedo (C(wo)), en menor medida y hacia zonas de mayor altitud, la influencia de aires secos ha permitido la existencia de un ecotono de bosque de encino con elementos de bosque tropical caducifolio (SERBO, 2009). Su temperatura media anual oscila entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y del mes más caliente bajo 22°C. Porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual (García, 1998; SEMARNAT, 2013).

Los porcentajes de lluvia son mínimos en ambos casos (menos de 40 milímetros de lluvia en el mes más seco) situando la precipitación anual de 600 a 800mm, siendo esta de régimen de lluvias en verano, por lo que una gran parte del año los ecosistemas carecen de agua, se secan y la vegetación pierde la mayoría de sus hojas (SEMARNAT, 2013; Cuervo-Robayo *et al.*, 2014).

## Edafología

De acuerdo a INEGI (1982-1988) y Alfaro-Sánchez (2004), cuatro unidades edafológicas son las que conforman los suelos del APBT:

- Rendzina (E+I/3): ocupan 3 mil 18.5 hectáreas, generalmente arcillosos, con una capa rica en humus muy fértil, se representan por un horizonte A mólico situado encima de un material calcáreo, por lo que no son muy profundos.
- Litosol (I+E/2): con una profundidad menor a 10 cm, limitados por la presencia de rocas; suelen tener rendimientos variables y su uso se limita por la carencia de agua suficiente y la erosión; cubren 755.46 hectáreas.
- Feozem (Hc+Rc/2): abarcan solo 106.84 hectáreas, que se caracterizan por tener una superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. En laderas o pendientes suelen ser menos profundos, limitados por alguna roca o cementación. Tienen rendimientos bajos y se erosionan con facilidad.
- Vertisol (Vc+Jc/1): presentes en una pequeña porción de 31.55 hectáreas. De color negro o gris-oscuro con una estructura masiva y un alto contenido en arcilla característica que promueve la formación de grietas y superficies de deslizamiento cuando se humedece. Muy fértiles pero con alta susceptibilidad a la erosión.

## **Hidrografía**

El APBT está situada en la vertiente del pacífico; pertenece a la región hidrológica del Río Balsas RH18, en la cuenca del río Mixteco o Atoyac (INEGI, 1995; López de Juambelz, 2015).

En el área adyacente al río y dentro del área de protección no existen corrientes de agua importantes debido a la presencia de un sustrato geológico de tipo cárstico que conduce el agua hacia galerías subterráneas, de tal manera que el único cuerpo de agua superficial es el río Mixteco, localmente llamado “El Salado”, no obstante, existen diversos manantiales y arroyos formados en las partes altas de la zona (CONANP, 2005).

El río Mixteco nace a los 3,220 metros sobre el nivel del mar en el suroeste de la ciudad de Tlaxiaco, de la unión del río Tlaxiaco y el de Juxtlahuaca, aumentando su caudal con el río Silacayoapam, el río Huajuapam y el río del Oro. Fluye hacia el Norte y Noroeste con una trayectoria sinuosa hasta salir del estado al norte de Mariscala de Juárez a 950 metros de altitud; recorre aproximadamente 175.4 kilómetros sobre un lecho de areniscas y conglomerados, tiene un caudal de 26.4 m<sup>3</sup>/s y drena una superficie de 7167 km<sup>2</sup> entre el estado de Oaxaca y Puebla (Dehesa, 2007).

Fluye dentro del APBT en una dirección Este-Oeste atravesando el ANP, es la principal fuente de agua de la comunidad pues en el cauce del río y en los límites del APBT se encuentra una presa y pequeños acueductos que abastecen de agua a la población de Santo Domingo Tonalá y municipios cercanos aledaños.

## Orografía

El APBT se encuentra constituida por dos grandes formas en la superficie de la tierra (SEMARNAT, 2013):

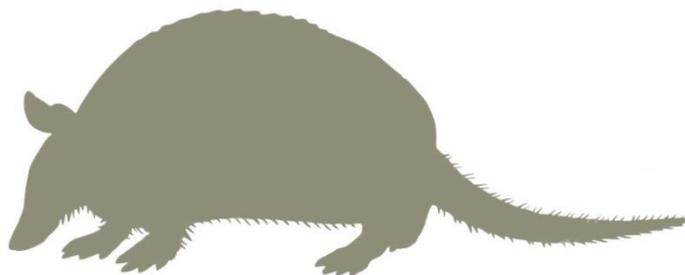
Zonas de montaña, que abarcan el 81.5% de la superficie total, posee cinco unidades con características propias:

- Cerro de Yucununi: es una unidad aislada con una superficie de 139 hectáreas al suroeste del ANP y tiene una elevación de 1500 metros. La vegetación dominante en esta zona es el bosque tropical caducifolio.
- Laderas suaves: representadas en 576 hectáreas, se encuentran en la parte baja de parajes localmente conocidos como La Cruz, Las Conchas, La Culebra, Tacua, Puerta de la Iglesia, Cuesta del Obispo y Cañada del Aguacate donde la pendiente es menor a los 15°. Predomina el bosque tropical caducifolio y el matorral xerófilo.
- Laderas moderadas: ubicadas donde la pendiente del terreno se encuentra entre los 15° a 30°, en porciones de La Cruz, Amate, Amarillo, Tacua y Puerta de la Iglesia; en total 857.4 hectáreas en donde la vegetación dominante es el bosque de *Quercus*.
- Laderas pronunciadas: zonas donde la pendiente es mayor a los 45°. Abarca una extensión de 992.5 hectáreas en la parte más escarpada de los cerros de Las Tumbas, Boquerón de Tonalá y Las Conchas. La vegetación correspondiente se asocia al bosque tropical caducifolio y el matorral xerófilo aunque algunas partes se encuentran desprovistas de vegetación.

- Lomeríos: correspondientes a terrenos donde la pendiente no sobrepasa los 15° y abarcan 621 hectáreas. Se encuentran al oeste donde domina el bosque tropical caducifolio, al norte donde se presenta un área considerable de matorral xerófilo, y en el sur donde se reporta una superficie sin vegetación aparente por su alta concentración de yeso.

Las planicies tienen una menor representación con en el 18.5 por ciento de la superficie y se encuentran divididas en dos unidades:

- Planicie intermontaña: extensiones de terreno con pendiente muy ligera formando pequeñas mesas en la parte alta. Ocupa una superficie de 652 hectáreas, encontrándose una vegetación característica de bosque de *Quercus* y pastizales secundarios.
- Planicie aluvial: se encuentra en la parte central del ANP en dirección este-oeste con una superficie de 73.6 hectáreas. Forma parte del valle de inundación del río Mixteco donde se encuentra asentada la comunidad de Santo Domingo Tonalá, la vegetación característica es el bosque de galería.



## Vegetación

En su mayoría, el área se encuentra cubierta por bosque tropical caducifolio y bosque de *Quercus* (Apéndice 7) de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (2006), aunque también existe dentro de la zona, matorral xerófilo, bosque de galería y pastizal en menor proporción.

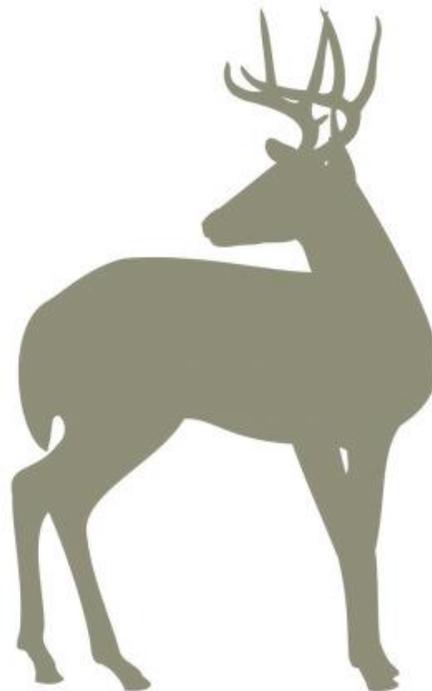
El bosque tropical caducifolio está representado por árboles y arbustos que habitan en clima cálido, no sobrepasan los 15 metros, pierden sus hojas en la época de sequía y presentan un follaje verde exuberante en la época de lluvia; se encuentra principalmente en la parte baja del ANP y las laderas de los cerros y peñascos, cubren el 65.68% del área (25.69 km<sup>2</sup>). La vegetación es dominada por árboles del género *Bursera* (copales y cuajotes) destacando especies como *Bursera morelensis*, *B. aptera*, *B. bipinnata*, *B. bolivarii*, *B. submoniliformis* en asociación con otras especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y cactáceas; las más comunes son *Cyrtocarpa procera*, *Actinocheita filicina*, *Plumeria rubra*, *Randia thurberi*, *Cnidosculus tubulosus*, *Ipomoea* sp., *Mammillaria tonalensis* y *M. dixanthocentron* entre otras (SEMARNAT, 2013).

Por otra parte, el bosque de *Quercus* es representado solo por el 16.92% (6.62 km<sup>2</sup>) y se desarrolla en zonas con mayor altitud. Presenta árboles de encino como vegetación dominante que pueden llegar a medir hasta 12 metros de altura, de copa cerrada o abierta y perennifolios o caducifolios. Las especies sobresalientes son *Quercus acutifolia*, *Q. glaucoides* y *Q. liebmanii* que se encuentran en asociación con *Dasyllirion serratifolium*, *Agave angustifolia*, *A. convallis*, *A. petrophila*, *A. potatorum*, *A. seemanniana*, y diferentes especies del género *Tillandsia*; en zonas con laderas calizas y suelos pedregosos existen asociaciones con palmares (*Brahea dulcis*), acompañadas de *Dasyllirium serratifolium*, *Yucca periculosa* y diferentes especies de los géneros *Agave* y *Hechtia* (SEMARNAT, 2013).

## Actividades productivas

Las principales actividades dentro del ANP son la ganadería sobre todo de ganado vacuno, caprino y ovino (por lo que existe libre pastoreo) y la agricultura de temporal, lo que en consecuencia genera perturbación debido a la modificación de la cubierta vegetal. También se encuentran la presa derivadora construida sobre el Río Salado que suministra agua a varios poblados cercanos a él. El ANP posee yacimientos de yeso que tienen una concesión vigente pero sin actividad de aprovechamiento en la actualidad; además se encuentra una planta procesadora de antimonio que opera solo de manera estacional (SEMARNAT, 2013).

El turismo juega un papel relevante pues la visita al lugar genera una importante entrada económica al pueblo ya que es un sitio que frecuentemente se visita a la par del ANP, sin embargo, es motivo de impacto dentro de la zona pues es común encontrar basura y desperdicios generados por las personas que la visitan.

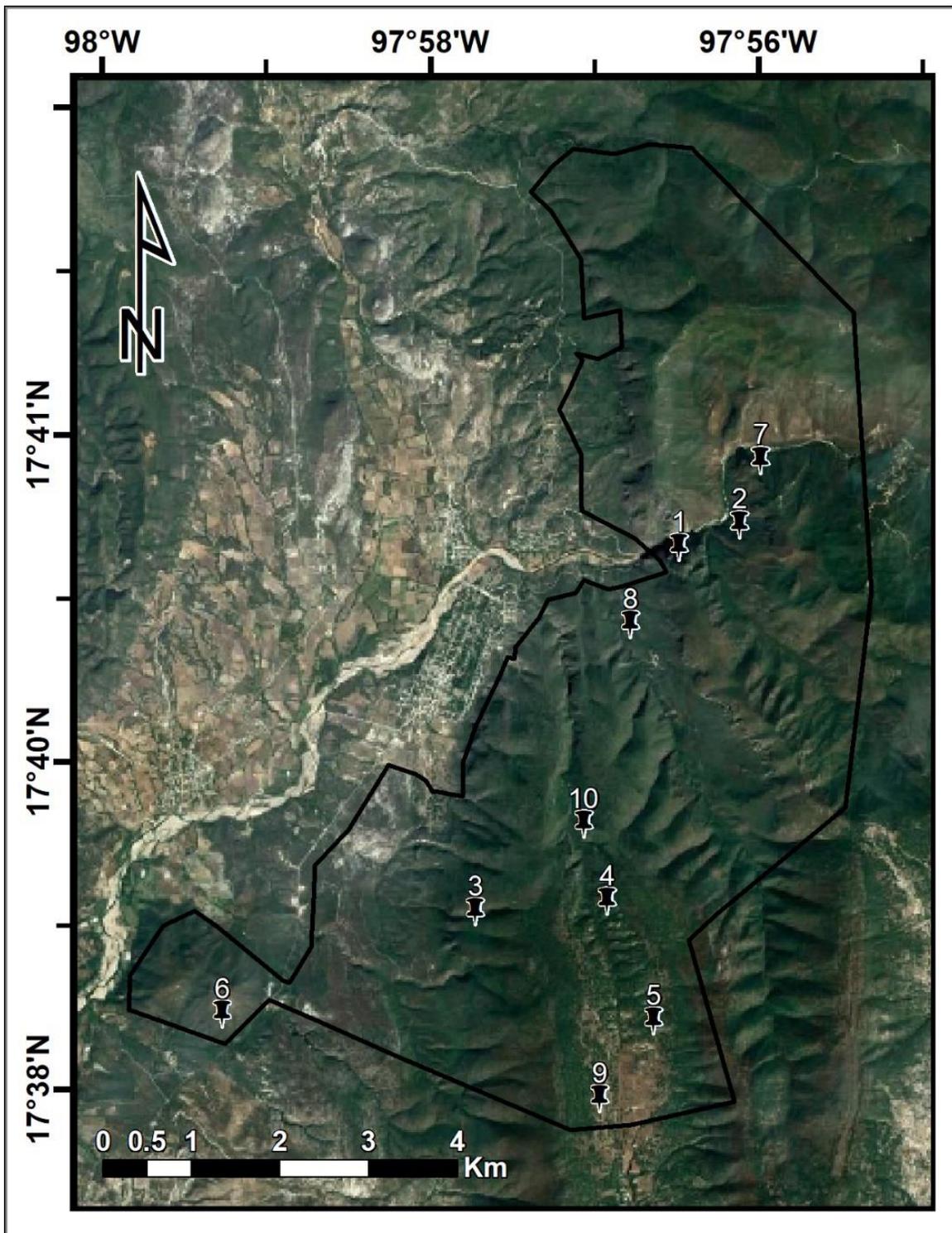


## Trabajo de campo

El trabajo de campo se llevó a cabo en los meses de junio del 2017 a mayo del 2018, dentro del polígono del APBT (Fig. 2), comprendió 32 días de muestreo total distribuidos en cuatro salidas con ocho días por salida (cuatro días por tipo de vegetación) abarcando las dos temporadas (lluvias y secas) para mejor representatividad de los datos. Se realizó una salida prospectiva para determinar las distintas localidades de colecta, así como la facilidad de acceso, el tiempo de viaje, entre otros. Durante las cuatro salidas se muestrearon 10 localidades accesibles dentro del APBT (Cuadro 1) de manera aleatoria, tomando en cuenta los tipos de vegetación predominantes en la zona (bosque tropical caducifolio y bosque de *Quercus*). Se tomaron coordenadas por medio de GPS y se registraron características generales del lugar.

**Cuadro 1.** Localidades muestreadas durante la salida en el APBT.

Localidad	Tipo de vegetación	Ubicación geográfica	Altitud (m.s.n.m.)	Fecha
Boquerón-Mangos	Bosque tropical caducifolio	17°41'14.788" 97°56'33.478"	1304-1506	jun.-17 feb.-18
Las Compuertas	Bosque tropical caducifolio	17°41'27.121" 97°56'6.55"	1304-1373	jun.-17 feb.-18
Camino a la Cañada	Bosque de <i>Quercus</i>	17°39'5.148" 97°57'43.441"	1526-1981	jun.-17 oct.-17 febr.-18 may.-18
Cañada Norte	Bosque de <i>Quercus</i>	17°39'9.054" 97°56'55.197"	1668-1990	oct.-17, febr.-18
Cañada Sur	Bosque de <i>Quercus</i>	17°38'25.213" 97°56'38.173"	1881-2328	jun.-17, oct.-17
Cerro de Yucununi	Bosque tropical caducifolio	17°38'22.276" 97°59'26.267"	1285-1387	oct.-17
Las Conchas	Bosque tropical caducifolio	17°41'50.6" 97°55'59.06"	1329-1388	feb.-18
Yuvihasa	Bosque tropical caducifolio	17°40'50.527" 97°56'46.672"	1365-1392	may.-18
El Sabinal	Bosque de <i>Quercus</i>	17°37'50.43" 97°57'1.756"	1952-1969	may.-18
El Manantial	Bosque de <i>Quercus</i>	17°39'37.199" 97°57'3.653"	1926	may.-18



**Figura 2.** Ubicación geográfica de las localidades dentro del polígono del APBT que fueron muestreadas durante las salidas: 1) Boquerón-Mangos, 2) Las Compuertas, 3) Camino a La Cañada, 4) La Cañada Norte, 5) La Cañada Sur, 6) Cerro de Yucununi, 7) Las Conchas, 8) Yuihasa 9) El Sabinal y 10) El Manantial. La línea negra representa los límites del polígono del APBT.

El registro directo e indirecto de mamíferos se llevó a cabo mediante colectas en campo utilizando métodos convencionales sugeridos por Romero-Almaraz *et al.*, (2000) y Gallina y López-González (2011).

Se utilizaron 80 trampas Sherman por noche para la captura de pequeños mamíferos como roedores, cebadas con una mezcla de hojuelas de avena con esencia de vainilla y en ocasiones de mucha lluvia, trozos de manzana. Se dispusieron a lo largo de transectos lineales con una separación aproximadamente de 10 metros entre cada trampa. Se revisaron y recebaron diariamente lo más temprano posible para evitar depredación, estrés o muerte del animal atrapado.

Para mamíferos voladores se emplearon redes de niebla de 3, 6, 9 y 12 metros. Se colocaron y abrieron al ocaso, principalmente al interior y exterior de refugios diurnos, a los lados o a través de cuerpos de agua y caminos, en senderos entre la vegetación o en lugares donde se observó actividad previa, se capturaron principalmente a los murciélagos que forrajean en el sotobosque o bajan a beber agua. Se dejaron abiertas de seis a ocho horas aproximadamente, revisándolas ocasionalmente cada 10 o 20 minutos dependiendo de la actividad durante el periodo de muestreo.

Debido a los hábitos nocturnos, patrones de conducta, bajas densidades y carácter elusivo de la mayoría de los mamíferos medianos y grandes, es muy difícil su registro directo, por lo que el fototrampeo es una técnica muy útil para su registro (Chavez *et al.*, 2013). Se utilizaron cuatro cámaras trampa de la marca Bushnell® Trophycam, éstas se colocaron cuatro noches por tipo de vegetación en cada salida, de preferencia en sitios en donde se encontraron registros indirectos de mamíferos medianos y grandes, así como pasos de fauna, senderos entre la vegetación, cañadas, crestas de cerros, encrucijadas de veredas o caminos, en las bases de árboles y rocas de gran tamaño; se cebaron todos los días con hojuelas de vainilla, alimento húmedo para gatos y con una estación olfativa, compuesta por una pastilla de yeso y una sustancia atrayente (loción

imitación Calvin Klein® Obsession). Los registros indirectos de mamíferos grandes y medianos como huellas, excretas, madrigueras, rascaderos, restos orgánicos (cráneos, huesos o pieles) o avistamientos, se obtuvieron con el fin de enriquecer la lista; se realizaron cuatro transectos de 2 km por día, se registró debidamente las coordenadas, altitud, y número de foto de rastros y avistamientos, se identificaron los rastros a nivel de especie de acuerdo a lo propuesto por Aranda-Sánchez (2012) cuando fue posible.

Se utilizaron hojas de registros de datos para tomar medidas somáticas convencionales de los ejemplares colectados (Reid 1997; Lira *et al.*, 1994), datos reproductivos (testículos escrotados, lactancia, número de embriones) y características físicas (sexo, edad, muda). Así mismo se anotaron los datos sobre el sitio de colecta, tipo de vegetación, topografía, hábitat, coordenadas geográficas, altitud, tipo y número de trampas (con el propósito de obtener el esfuerzo de muestreo). En la libreta de campo se llevó un registro a la par de las hojas de datos con la finalidad de tener un duplicado, además se registraron los restos colectados (cráneos, pieles), avistamientos hechos y la liberación *in situ* de ejemplares cuando fue necesario.

### **Trabajo de gabinete**

Los ejemplares colectados (permiso de colecta no. SGPA/DGVS/08034/17) se procesaron en piel, esqueleto y cráneo para su ingreso a la colección siguiendo las técnicas estándares de taxidermia científica recomendadas por Hall (1981). Así mismo, se tomó una muestra de tejido de cada ejemplar (corazón, riñón, hígado y músculo) y se preservó en alcohol absoluto. Las fotografías obtenidas (fototrampas y cámaras convencionales), se determinaron y se organizaron para su posterior ingreso virtual a la colección. El material colectado se depositó en las instalaciones de la Colección de Mamíferos en el Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (MZFC).

Los ejemplares se determinaron taxonómicamente utilizando literatura especializada como las claves de Hall (1981), Núñez-Garduño y Pastrana (1990), Álvarez *et al.* (1994), Apátiga y Nuñez (2003), Medellín *et al.* (2008) y Aranda-Sánchez (2012) por comparación con los ejemplares alojados en la colección de mamíferos MZFC y con la asesoría de la Dra. Livia S. León Paniagua, curadora de la colección. Una vez identificados los ejemplares, se procedió a elaborar la lista de especies de acuerdo a la nomenclatura y arreglo taxonómico de Wilson y Reeder (2005) y Ramírez-Pulido *et al.* (2014).

### **Análisis de datos**

Dado que no es posible coleccionar y registrar la totalidad de las especies de una región, es necesario recurrir al uso de métodos de estimación de riqueza de especies, así como realizar análisis que nos permitan evaluar el estado de la diversidad de la zona y los patrones de la diversidad de las especies (Moreno y Halffter, 2001; Pineda-López y Verdú-Faraco, 2013).

### **Riqueza específica**

Tomando en cuenta los registros durante los diferentes muestreos, la riqueza de especies se calculó mediante el conteo total, así como la realización de un listado sistemático de especies presentes en el área de estudio incluyendo categorías taxonómicas, tipo de vegetación, localidad, distribución biogeográfica y estructura de la comunidad.

La distribución biogeográfica de las especies se describió de acuerdo con Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012), quienes clasifican la distribución actual como: 1) especies mexicanas compartidas con otros países de Norteamérica (NA), 2) especies mexicanas compartidas con otros países de Centro y Sudamérica (SA). 3) especies con grandes áreas de distribución que incluyen tanto Norte, Centro y

Sudamérica (AM), 4) especies que son endémicas a Mesoamérica (México y Centroamérica) (MA) y 5) especies endémicas a México (MX). Para establecer las distribuciones también se tomaron en cuenta las actualizaciones hechas por parte de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020).

La estructura de la comunidad se estableció mediante la clasificación de las especies por su tipo de alimentación (Ceballos y Navarro, 1991) en los siguientes gremios tróficos: carnívoros, frugívoros, herbívoros, hematófagos, insectívoros, nectarívoros y omnívoros.

### **Curva de acumulación**

Para estimar la riqueza y valorar la calidad del muestreo se realizó una curva de acumulación de especies. Estas curvas nos permiten dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, además de una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables y extrapolar el número de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al.*, 1991; Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001).

Se construyó una curva con los datos observados, la cual se denomina curva empírica y solo nos muestra la agregación de las especies en el muestreo a través del tiempo. Esta curva se debe ajustar a un modelo para encontrar la asíntota y la pendiente de dicha curva lo que nos indica la calidad, eficiencia del muestreo y el estimado de muestreos necesarios para registrar el total de especies presentes en una zona. En las curvas de acumulación de especies, la medida de esfuerzo de muestreo se relaciona con las nuevas especies añadidas al inventario, por ello se debe de decidir cómo cuantificar el esfuerzo por medio de alguna unidad de muestreo (Jímenez-Valverde y Hortal, 2003). En este estudio se utilizaron los días de muestreo en campo para expresar la unidad.

La curva se ajustó al modelo de Clench como lo sugieren Soberón y Llorente (1993). El ajuste de la curva se realizó mediante el programa Statistica 10 (Stat Soft, 2011), con el método de ajuste Simplex & Quasi-Newton que, de acuerdo con Jiménez-Valverde y Hortal (2003) es uno de los métodos más robustos para encontrar la asíntota y la pendiente de dicha curva, (Moreno, 2001; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Para reducir los sesgos causados por aspectos aleatorios del muestreo, así como por la heterogeneidad espacial y temporal de los individuos y especies, los datos se aleatorizaron 100 veces con el fin de eliminar el “efecto de muestreo” y suavizar la curva (Pineda-López y Verdú-Faraco, 2013) mediante la aplicación EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013).

Se empleó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) para evaluar el ajuste de la curva. El mejor ajuste se da cuando  $R^2$  toma valores cercanos a 1, pues  $R^2$  nos indica el porcentaje de variación que explica la variable independiente, en éste caso el esfuerzo de colecta (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

De acuerdo con Soberón y Llorente (1993) el modelo de Clench determina la forma en que se comportará la curva de acumulación, así como la probabilidad de añadir una nueva especie a la lista en un lapso determinado, dependiendo de factores como el número de especies y la complejidad del área.

La ecuación de Clench se expresa como:

$$S_n = \frac{a * t}{1 + b * t}$$

Dónde:

- $S_n$  = número medio de especies
- $a$  = tasa de incremento de nuevas especies al inicio del muestreo
- $b$  = parámetro relacionado con la forma de la curva
- $t$  = número acumulativo de muestras (unidades de muestreo)

En el modelo de Clench, la calidad del inventario se evaluó mediante el cálculo de la pendiente al final de la curva,  $m_n = a/(1+b*t)^2$ . Valores de la pendiente menores a 0.1 nos indican que se logró un inventario completo y altamente fiable. La asíntota de la curva (número total de especies estimadas por ella) se calculó mediante la fórmula  $a/b$ . Mientras que la proporción de la fauna registrada se obtuvo mediante la ecuación,  $q = S_{obs}/(a/b)$ . Al ser un modelo asintótico se puede calcular el esfuerzo de muestreo necesario para alcanzar una determinada proporción de la fauna utilizando la ecuación  $t_q = q/(b*(1-q))$  donde  $q = S/(a/b)$ . Es decir, si se quisiera saber el esfuerzo de muestreo para alcanzar el 90% de la fauna,  $q$  toma un valor de 0.9 (Soberón y Llorente, 1993). De manera adicional se empleó el estimador no paramétrico Chao 1 de forma comparativa, que hace uso de la abundancia de las especies raras (denominadas *singletons* y *doubletons*) que se encuentran en la muestra y nos permite tener un estimado de las especies ( $S_{est}$ ) que pueden estar presentes en el área de estudio (Escalante, 2003):

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{F^2}{2G}$$

Dónde:

- $S_{obs}$  = número de especies observadas en la muestra
- $F$  = número de especies representadas por un solo individuo en la muestra (*Singletons*)
- $G$  = número de especies representadas por dos individuos en la muestra (*Doubletons*)

Se empleó el estimador Chao 1 para darle un mayor soporte al estudio ya que se ha demostrado que es un estimador robusto de la riqueza mínima (Shen *et al.*, 2003) y ha mostrado un mejor rendimiento en una revisión de varios estudios (Walther y Moore, 2005). Se utilizó el factor de corrección P, propuesto por Serramo López *et al.* (2012) pues mejorara el rendimiento de los estimadores no paramétricos en ecosistemas altamente diversos, muestreos con menos de 21% de *singletons* y en condiciones de submuestreo.

$$S_{estP} = S_{est}(1 + P^2)$$

Dónde:

- $S_{est}$  = estimación de la riqueza por el índice Chao1
- $P$  = proporción de singletons (singletons/riqueza de especies observada)

## Diversidad

La diversidad se determinó por medio del índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ) que refleja la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; mide la probabilidad de que algún individuo escogido al azar pertenezca a alguna especie colectada (Moreno, 2001), se expresa como:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

- $p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$  (número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de la de individuos de la muestra).

Se eligió este índice debido a la independencia con respecto al tamaño de la muestra (Gutiérrez y Sánchez, 1986) y por ser el más recomendado para estimar la diversidad en poblaciones grandes (Brower y Zar, 1984). Éste índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies (Pla, 2006). Magurran (1988) establece que la diversidad máxima ( $H'_{max}$ ) es igual al logaritmo natural de las especies registradas ( $\ln S_{obs}$ ) y esto sucede cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. El índice se estimó para el total del muestreo, para ambos tipos de vegetación y para ambas temporadas de colecta: lluvia (junio y mayo) y secas (octubre y febrero). Además, se obtuvieron índices independientes para los pequeños mamíferos (voladores y no voladores) y los mamíferos de talla mediana

y grande. Se utilizó el estadístico *t* de Student modificado por Hutchenson (Zar, 1996) para comparar los índices con el fin de probar si existen diferencias significativas que nos indiquen patrones de estacionalidad en la diversidad de mamíferos del APBT entre las dos temporadas.

### **Esfuerzo de muestreo, índices de abundancia relativa y frecuencia de especies**

Se estimó el esfuerzo de muestreo para pequeños mamíferos voladores y no voladores de acuerdo con el método propuesto por Medellín (1993) y para los mamíferos medianos y grandes se recurrió al propuesto por Medellín *et al.* (2006) y Lira-Torres y Briones-Salas (2012).

Para los quirópteros, el esfuerzo de muestreo se calculó multiplicando el tiempo que permanecieron activas las redes por la longitud total en metros de las redes colocadas:

$$emq = \text{no. de horas de trabajo} * \text{metros totales de red utilizados}$$

El esfuerzo realizado para el registro de los roedores, se obtuvo al multiplicar las noches totales de trabajo de las trampas por el número de trampas colocadas por noche:

$$emr = \text{no. de noches} * \text{no de trampas por noche}$$

En el caso de mamíferos medianos y grandes que fueron registrados mediante el método de fototrampeo, se estimó el esfuerzo de muestreo multiplicando el número de trampas utilizadas por el total de días que éstas estuvieron activas:

$$emf = \text{no. de fototampas} * \text{días de monitoreo}$$

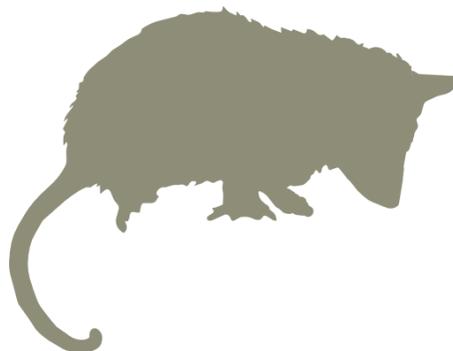
Para la estimación de la abundancia relativa, se utilizaron índices de abundancia relativa (IAR) para cada especie, de acuerdo con la fórmula propuesta por Maffei *et al.* (2002), Sanderson (2004) Azuara-Santiago (2005), Jenks *et al.* (2011) y Lira-Torres y Briones-Salas (2012):

$$IAR = \frac{C}{em} * UE$$

Dónde:

- C = colectas
- em = esfuerzo de muestreo estacional o total
- UE= unidad estándar (100)

En el caso de los mamíferos medianos y grandes registrados principalmente mediante métodos en los cuales no se realizó colecta alguna, solo se tomaron en cuenta los datos para establecer la presencia o ausencia de cierta especie dentro del APBT, no para realizar los análisis de abundancia, debido a que no fue posible establecer si los registros pertenecían a individuos diferentes durante toda la actividad en campo; los análisis de abundancia solo se estimaron usando la información de las colectas realizadas durante el muestreo, debido a esto solo se calculó la frecuencia con la que se registraron las especies de mamíferos medianos y grandes, además de conocer la representatividad de éstas a través de las dos temporadas en que se efectuó el muestreo.



## Complementariedad

La complementariedad se refiere al grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de biotas (Moreno, 2001); se obtuvo por medio de las siguientes ecuaciones:

- Riqueza total de ambos sitios combinados:

$$S_{AB} = a + b - c$$

- Número de especies únicas para cualquiera de los dos sitios:

$$U_{AB} = a + b - 2c$$

Dónde:

- a = número de especies en el sitio A
- b = número de especies en el sitio B
- c = número de especies en común entre los sitios A y B

A partir de estos valores se calculó la complementariedad de los sitios a comparar como:

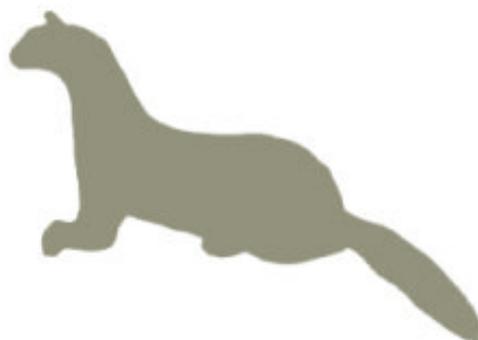
$$C_{AB} = \frac{U_{AB}}{S_{AB}}$$

Así, la complementariedad varía desde cero (cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies) hasta uno (cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas); o de 0 a 100% si se expresa como el porcentaje de especies que son complementarias entre dos comunidades diferentes (Colwell y Coddington, 1994).

Se realizó una comparación de la composición mastofaunística del APBT mediante la disimilitud con las especies registradas en otros trabajos con características similares en cuanto a tipos de vegetación. Para la comparación del bosque tropical caducifolio se consideraron los trabajos realizados en Acapulco y Omitlán, Guerrero, por Marín *et al.* (2016), en la región de Nizanda, Oaxaca, por Santos-Moreno y Ruíz-Velázquez (2011) y en la Sierra de Nanchititla por Monroy-Vilchis *et al.* (2011). Para el bosque de *Quercus* se contemplaron los trabajos realizados en el Parque Ecológico Estatal de Omiltemi, Guerrero por Jiménez (1991) y en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo por Hernández-Flores y Rojas-Martínez (2010). De igual forma se calculó la complementariedad de ambos tipos de vegetación dentro del APBT, contando con el sitio A como el bosque tropical caducifolio y el sitio B como el bosque de *Quercus*. Con los resultados obtenidos se realizó una matriz de complementariedad para indicar el porcentaje de disimilitud de un sitio respecto al otro y las especies compartidas.

### **Estado de Conservación**

El estado de conservación de los mamíferos registrados en la zona se reportó conforme a lo establecido en la normatividad mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y de acuerdo con las categorías descritas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza en la Lista Roja de especies amenazadas (IUCN, 2020) y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2001).



## RESULTADOS

### Riqueza de especies

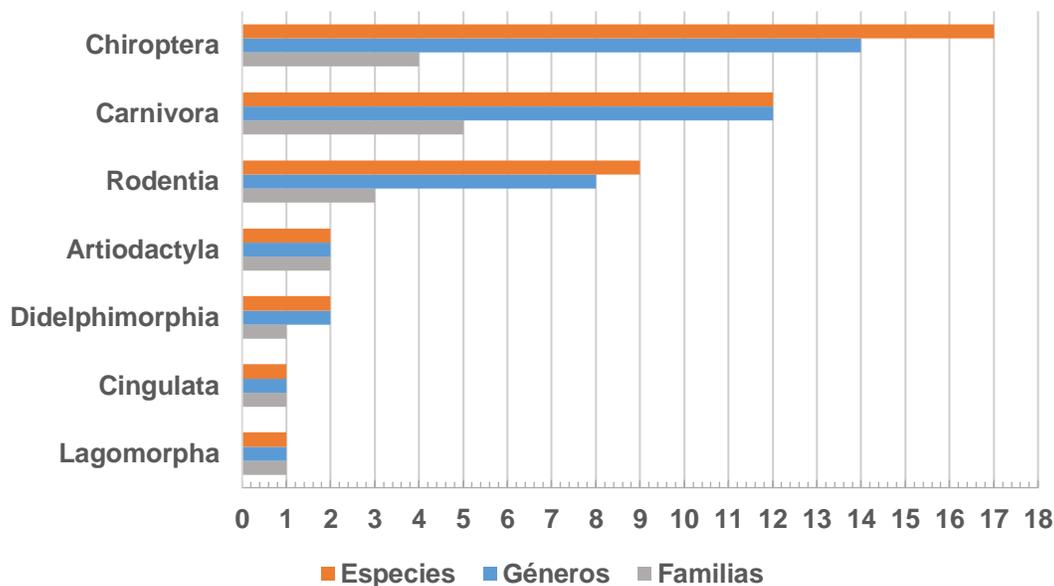
Por medio de los métodos directos e indirectos se obtuvieron 363 registros de mamíferos silvestres durante el periodo de muestreo en campo; 196 pertenecen a ejemplares colectados (apéndice 3 y 4), 133 a rastros y avistamientos (Apéndices 3 y 6) y 34 a fotografías con cámaras trampa (Apéndice 5). Los registros refieren una riqueza mastofaunística de 44 especies nativas que corresponden a 40 géneros, 17 familias y siete órdenes. Para la elaboración de la lista, se siguió el arreglo taxonómico de Wilson y Reeder (2011), con las actualizaciones de Ramírez-Pulido *et al.* (2014) (Apéndices 1 y 2).

Únicamente tomando en cuenta los datos de campo, se observó que la riqueza de especies entre temporadas no tuvo una gran variación debido a que solo se registraron cinco especies menos en la temporada de lluvias de las que se documentaron para la temporada de secas (35 especies).

Los órdenes con mayor riqueza son Chiroptera y Carnivora, que agruparon el 66% del total de las especies registradas para el área de estudio. El orden Chiroptera es el mejor representado con 39% de las especies para la zona, distribuidas dentro de las familias Phyllostomidae, Vespertilionidae, Mormoopidae y Emballonuridae. Los carnívoros aportan el 28% de mamíferos para el APBT, las familias Felidae y Procyonidae son las mejor representadas, mientras que las familias Canidae, Mephitidae y Mustelidae son en las que menor cantidad de especies se registró.

El tercer orden con una riqueza de especies considerable fue Rodentia que aportó el 20% de los mamíferos para el área dentro de las familias Cricetidae, Sciuridae y Heteromyidae.

En los órdenes Artiodactyla y Didelphimorphia se registraron dos géneros y dos especies en cada uno lo que comprende un 10% de la mastofauna nativa en el área de estudio. Cingulata y Lagomorpha fueron los órdenes con una riqueza de especies menor, se registró solo un 4% de mamíferos silvestres (una familia, un género y una especie en ambos casos) encontrados en el APBT (Fig. 3).

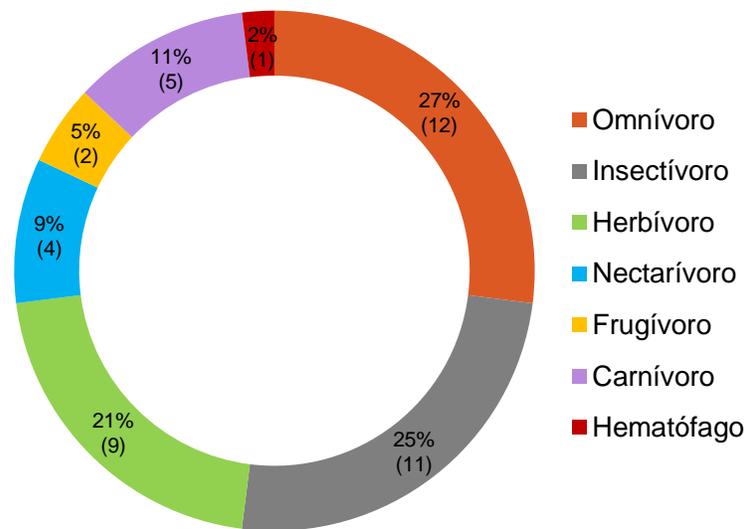


**Figura 3.** Riqueza de familias, géneros y especies registradas en la zona de estudio.

### Estructura de la comunidad

En cuanto a la estructura de la comunidad, en la zona de estudio se encuentran las siete categorías en las que están representados los gremios tróficos, propuestas por Ceballos y Navarro (1991): omnívoros, carnívoros, herbívoros, insectívoros, frugívoros y nectarívoros. Los omnívoros representan el gremio más grande (Fig. 4), integrado en su mayoría por el orden Carnivora y Rodentia (en parte). Le siguen los insectívoros que se encuentran integrados principalmente por quirópteros de las cuatro familias registradas: Emballonuridae, Mormoopidae, Phyllostomidae y Vespertillionidae. Los órdenes Rodentia, Artiodactyla y Lagomorpha representan a los herbívoros que ocupan el tercer lugar dentro de los gremios.

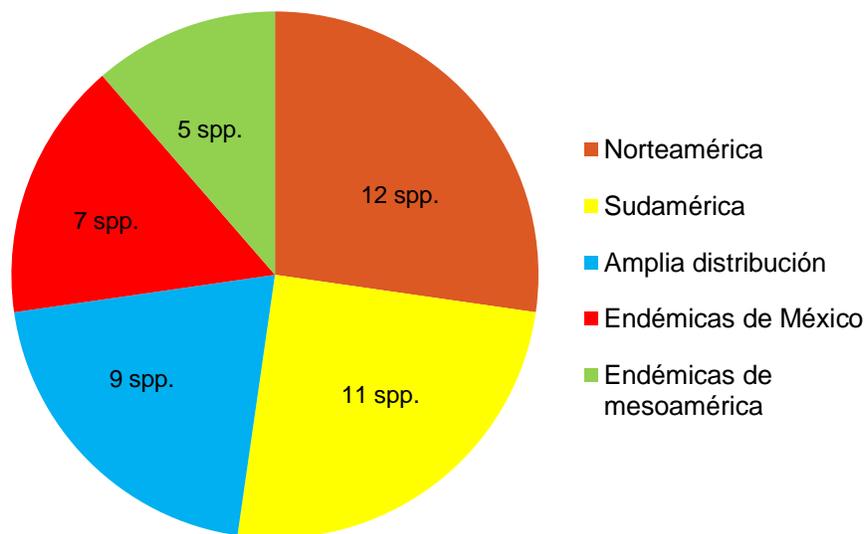
Con menor representación dentro de los gremios están los carnívoros pertenecientes únicamente a las familias Felidae y Mustelidae además de los frugívoros y nectarívoros que se encuentran dentro de la familia Phyllostomidae del orden Chiroptera. En último lugar los hematófagos están representados por una especie de murciélago, *Desmodus rotundus*, que pertenece a la familia Phyllostomidae. Existen gremios más especializados en los cuales se pueden clasificar algunas especies de cada categoría, sin embargo, en este trabajo se realizó una clasificación general.



**Figura 4.** Gremios tróficos de la mastofauna identificada en el área de trabajo, entre paréntesis se encuentran el número de especies para cada gremio.

### Afinidad biogeográfica

Al analizar la composición de la distribución geográfica de los mamíferos registrados para la zona se encontró que el 21% de las especies presentan una amplia distribución, encontrándose tanto en Norteamérica como en Sudamérica. Mientras que el 25% presenta una distribución sudamericana, el 27% norteamericana, 16% son endémicas a México y en menor medida (11%) son endémicas a Mesoamérica (Fig. 5).



**Figura 5.** Distribución geográfica de las especies registradas en la APFF Boquerón de Tonalá.

### **Distribución por tipo de vegetación y localidad**

De los 363 registros de las especies de mamíferos encontradas en los dos principales tipos de vegetación presentes en la zona de estudio, la mayoría de los registros (249) se obtuvieron en el bosque tropical caducifolio donde se registró un total de 37 especies, mientras que en el bosque de *Quercus* se obtuvieron 114 donde se registraron solo 26 especies de las 44 especies encontradas en el APBT (Figura 6).

Las localidades con mayor cantidad de registros fueron Cerro de Yucununi (87), Las Compuertas (53) y Boquerón-Mangos (52) en el bosque tropical caducifolio; Cañada Sur (57) y Cañada Norte (29) en el bosque de *Quercus*. Así mismo las localidades con mayor riqueza de especies fueron Cerro de Yucununi (24), Las Compuertas (21) y las Conchas (16) en el bosque tropical caducifolio y en el bosque de *Quercus* fue la Cañada Sur (17), se observa nuevamente una mayor riqueza de especies en el bosque tropical caducifolio (Cuadro 2).

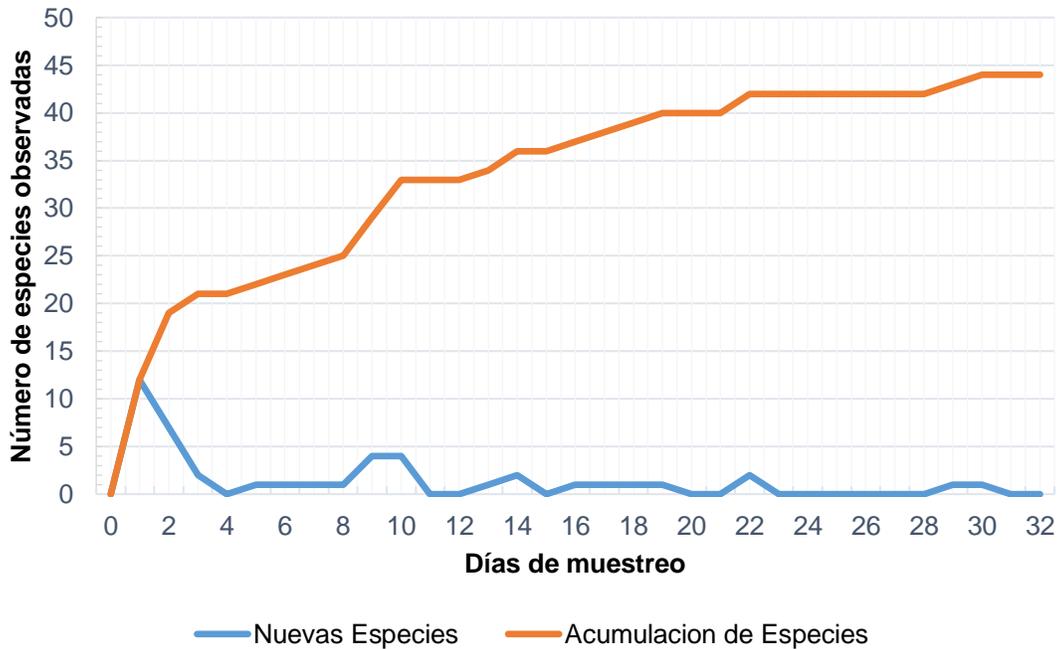
**Cuadro 2.** Número de registros de especies por localidad y tipo de vegetación en la zona de estudio.

Especies	Selva Baja					Bosque de Encino				
	BM	CO	CM	YU	CY	CA	CN	CS	SA	MA
<i>Didelphis virginiana</i>	4	3	3	1	2		2			
<i>Tlacuatzin canescens</i>			1		1		3	1		
<i>Dasyus novemcinctus</i>					3			1		
<i>Balantiopteryx plicata</i>	2									
<i>Mormoops megallophylla</i>		2								
<i>Pteronotus davyi</i>		2			1					
<i>Pteronotus parnelli</i>	7	6	3	5			5	12		
<i>Desmodus rotundus</i>	9	1	1					2		
<i>Anoura geoffroyi</i>								1		
<i>Glossophaga commissarisi</i>	1							2		
<i>Glossophaga soricina</i>	1							2		
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	9		1		1					
<i>Macrotus waterhousii</i>	1		3		1			1		
<i>Micronycteris microtis</i>					2					
<i>Artibeus jamaicensis</i>	1	1	2							
<i>Sturnira parvidens</i>	14	3	2	2	12					
<i>Myotis californicus</i>							1			
<i>Rhogeessa alleni</i>			1				1			
<i>Rhogeessa parvula</i>		1								
<i>Corynorhinus townsendii</i>								1		
<i>Sylvilagus cunicularius</i>				2	2			8		
<i>Otospermophilus variegatus</i>					2					
<i>Sciurus aureogaster</i>					1		1			
<i>Heteromys irroratus</i>		6	6	4	26		2		1	
<i>Baiomys musculus</i>					10					
<i>Peromyscus difficilis</i>								1	1	
<i>Peromyscus melanophrys</i>	1	1			1		2	1		
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	1									
<i>Oryzomys couesi</i>	1									



## Curva de acumulación

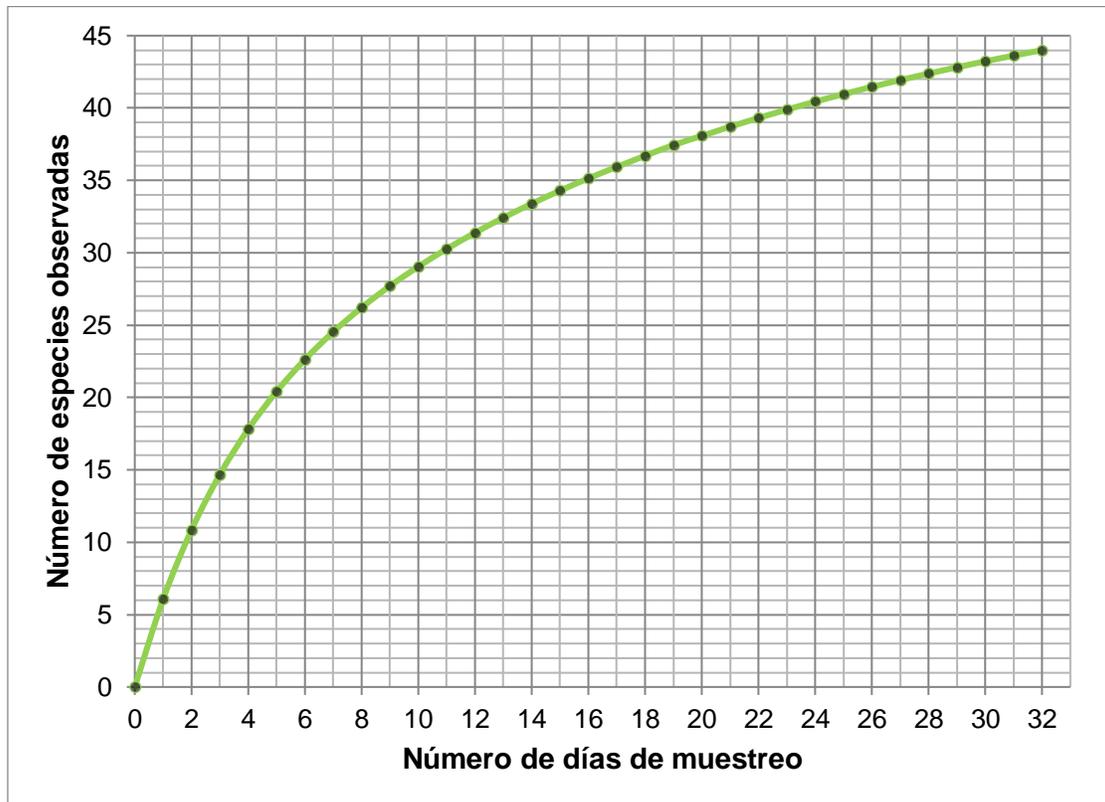
Como se puede observar, en la mayoría de los días de muestreo se registró al menos una especie nueva, sin embargo, a partir del día 31 ya no se registró ninguna especie, por lo que se alcanzó un máximo de 44 especies (Fig. 7).



**Figura 7.** Curva empírica que muestra el acumulativo de las especies registradas y la cantidad de especies nuevas para cada muestreo.

La curva de acumulación de especies (Fig. 8), se ajustó en mayor medida al modelo de Clench al obtener un coeficiente de determinación  $R^2=0.9983$ . Los parámetros de la función para evaluar la calidad del inventario obtuvieron valores de  $a= 6.2247$  y  $b= 0.1122$  con los cuales se calculó la asíntota de la curva ( $a/b$ ) la cual estima que el APBT alberga cerca de 55 especies de mamíferos, que de acuerdo a la proporción de mastofauna registrada ( $q$ ) se logró encontrar el 80% de los mamíferos en la zona con 11 especies aún por registrar. El valor de la pendiente ( $m$ ) arrojó un valor de 0.2, mientras que, de acuerdo con el esfuerzo de

muestreo, se necesitarían 169 días (137 días más) para obtener el 95% de especies estimadas para el área.



**Figura 8.** Curva de acumulación de especies de mamíferos ajustada al modelo de Clench. El eje X muestra el esfuerzo de muestreo expresado en días; el eje Y el número de especies registradas para cada día. Los puntos representan los datos aleatorizados y la línea continua la función de Clench ajustada a la curva.

De acuerdo con el valor del índice Chao 1 y el factor de corrección P que estima una riqueza de 58 especies, se tienen registrado el 76% de las especies esperadas para el APBT, con este supuesto, faltarían solamente 14 especies para tener el listado completo.

## Diversidad

El cálculo realizado indica que el total de la zona de estudio posee una alta diversidad. Por separado, el grupo de los mamíferos pequeños no voladores posee una baja diversidad y los mamíferos pequeños voladores poseen una diversidad media al igual que los mamíferos medianos y grandes (Cuadro 3). Al realizar la prueba  $t$ , se determinó que existen diferencias significativas entre los valores calculados para ambos tipos de vegetación ( $H'_{BTC}=3.018$  y  $H'_{BQ}=2.79$ ;  $t=2.137$ ,  $P=0.035$ ), siendo el bosque tropical caducifolio (BTC) más diverso que el bosque de *Quercus* (BQ); de igual forma las diferencias son estadísticamente significativas entre temporadas por lo que la diversidad difiere en cada una, la temporada seca es la que posee una mayor diversidad. En el caso de los mamíferos pequeños no voladores y voladores, no se encontraron diferencias significativas, resultando en una diversidad similar en ambas temporadas. Para mamíferos medianos y grandes existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores por lo que la diversidad es diferente en ambas temporadas (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Valores obtenidos mediante los índices de Shannon-Weaver ( $H'$ ) para las dos temporadas de muestreo y el total. Se muestran también los valores estadísticos de la prueba.

Mamíferos	Total	Lluvias	Secas	$t$	P
Totales	3.195	2.989	3.064	-2.030	0.045
Pequeños no voladores	1.296	1.524	1.137	-0.972	0.348
Pequeños voladores	2.064	1.962	1.808	0.378	0.708
Medianos y grandes	2.581	2.423	2.548	-3.314	0.002

## Esfuerzo de muestreo e Índices de Abundancia Relativa

### Pequeños mamíferos

Para los roedores se obtuvo un esfuerzo de muestreo total de 2,560 trampas-noche, mientras tanto el esfuerzo de muestreo para los quirópteros fue de 3,828 metros-red/hora en toda el área de estudio. El esfuerzo de muestreo fue relativamente mayor para los quirópteros en la temporada de lluvias, mientras que para los roedores el esfuerzo fue el mismo en ambas temporadas (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Esfuerzo de captura realizado en temporada de lluvias, en la temporada de seca y las dos temporadas en conjunto. El esfuerzo de captura de quirópteros está expresado en metros-red por hora (m-red/h) y el de roedores en trampas por noche (tr/no).

	Esfuerzo de Muestreo		
	Lluvias	secas	Total
Mamíferos pequeños voladores	2,064 m-red/h	1,764 m-red/h	3828 m-red/h
Mamíferos pequeños no voladores	1,280 tr/no	1,280 tr/no	2560tr/no

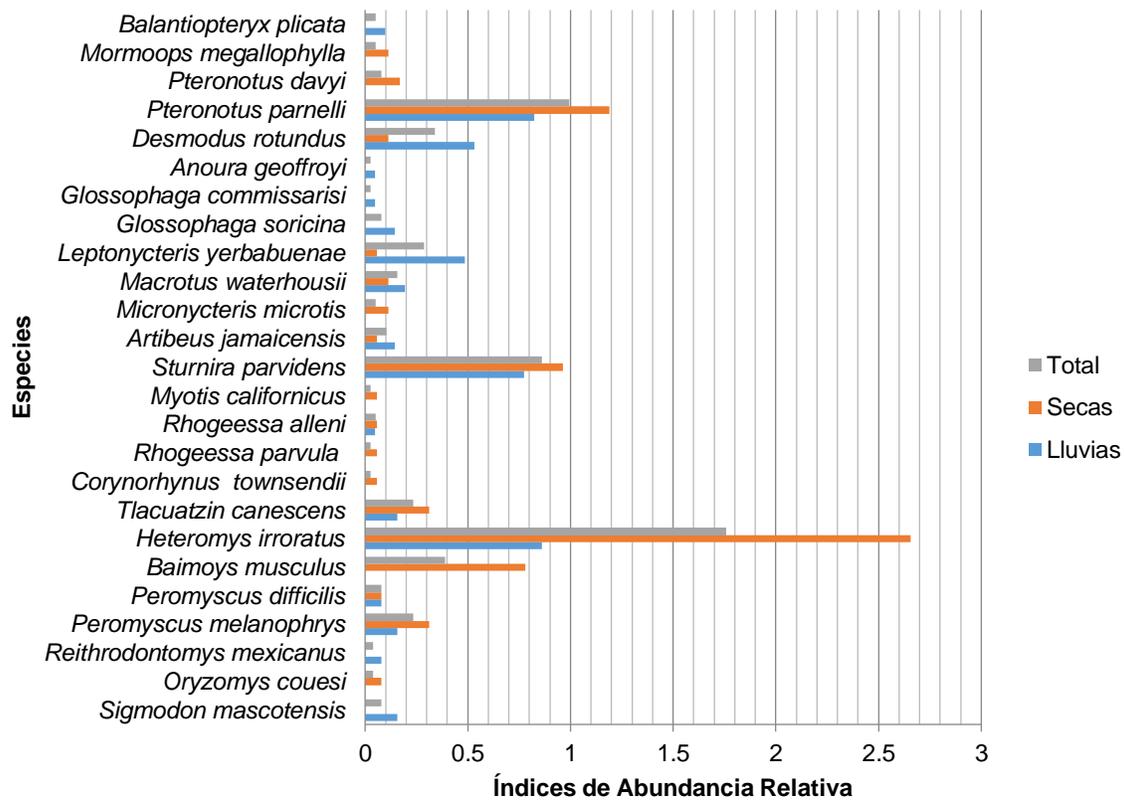
El número de especies e individuos de murciélagos registrados a lo largo del estudio fue mayor en comparación con los roedores. De la misma manera, la cantidad de especies e individuos de murciélagos fue mayor que las de los roedores en cada una de las temporadas; sin embargo, cabe destacar que la temporada de secas favoreció la captura de una mayor cantidad de individuos de roedores (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Cantidad de individuos y especies de pequeños mamíferos registrados en la temporada de lluvias, en la temporada de secas y en las dos temporadas en conjunto.

	Individuos			Especies		
	lluvias	secas	total	lluvias	secas	Total
Voladores	69	55	124	12	13	17
No voladores	19	54	73	6	6	8

Relacionando el esfuerzo de captura con la cantidad de especies registradas, en la temporada de lluvias se registró una especie menos que en la temporada seca aun habiendo realizado un mayor esfuerzo de captura.

Los índices de abundancia relativa para quirópteros indican que las especies más abundantes durante todo el muestreo fueron cuatro (Fig. 9): *Pteronotus parnelli*, *Sturnira parvidens*, *Leptonycteris yerbabuenae* y *Desmodus rotundus*. Las cuatro especies con mayor abundancia corresponden al 80% del total de individuos, de los cuales *Pteronotus parnelli* es el que mayor IAR obtuvo en las dos temporadas, seguido por *Sturnira parvidens*. Sin embargo, no todas las especies de quirópteros presentaron abundancias relativas altas algunas tuvieron una baja abundancia con menos de 10 individuos registrados (Cuadro 6). Las otras especies de murciélagos presentaron valores bajos en sus abundancias.



**Figura 9.** Representación gráfica de los índices de abundancia relativa obtenidos durante todo el muestreo y las dos temporadas: lluvias y secas.

**Cuadro 6.** Abundancia relativa de pequeños mamíferos. Se indican los individuos capturados, sus respectivos índices de abundancia relativa (IAR) en las dos temporadas y el total.

Especies	Lluvias		Secas		Total	
	Individuos	IAR	Individuos	IAR	Individuos	IAR
<i>Balantiopteryx plicata</i>	2	0.097	0	0	2	0.052
<i>Mormoops megallophylla</i>	0	0	2	0.113	2	0.052
<i>Pteronotus davyi</i>	0	0	3	0.170	3	0.078
<i>Pteronotus parnelli</i>	17	0.824	21	1.190	38	0.993
<i>Desmodus rotundus</i>	11	0.533	2	0.113	13	0.340
<i>Anoura geoffroyi</i>	1	0.048	0	0	1	0.026
<i>Glossophaga commissarisi</i>	1	0.048	0	0	1	0.026
<i>Glossophaga soricina</i>	3	0.145	0	0	3	0.078
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	10	0.484	1	0.057	11	0.287
<i>Macrotus waterhousii</i>	4	0.194	2	0.113	6	0.157
<i>Micronycteris microtis</i>	0	0	2	0.113	2	0.052
<i>Artibeus jamaicensis</i>	3	0.145	1	0.057	4	0.104
<i>Sturnira parvidens</i>	16	0.775	17	0.964	33	0.862
<i>Myotis californicus</i>	0	0	1	0.057	1	0.026
<i>Rhogeessa alleni</i>	1	0.048	1	0.057	2	0.052
<i>Rhogeessa parvula</i>	0	0	1	0.057	1	0.026
<i>Corynorhynchus townsendii</i>	0	0	1	0.057	1	0.026
<b>TOTAL</b>	69		55		124	
<i>Tlacuatzin canescens</i>	2	0.156	4	0.312	6	0.234
<i>Heteromys irroratus</i>	11	0.859	34	2.656	45	1.758
<i>Baimoys musculus</i>	0	0	10	0.781	10	0.390
<i>Peromyscus difficilis</i>	1	0.078	1	0.078	2	0.078
<i>Peromyscus melanophrys</i>	2	0.156	4	0.312	6	0.234
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	1	0.078	0	0	1	0.039
<i>Oryzomys couesi</i>	0	0	1	0.078	1	0.039
<i>Sigmodon mascotensis</i>	2	0.156	0	0	2	0.078
<b>TOTAL</b>	19		54		73	

En el caso de los roedores, solo *Heteromys irroratus* presentó una abundancia elevada de acuerdo con su índice (Fig. 9). Ésta especie se registró en ambas temporadas; la temporada de lluvias fue en la que menos registros se obtuvieron. Como en el caso de los quirópteros, hubo roedores registrados solamente en la temporada lluviosa y con menor proporción e individuos. Es importante señalar que la abundancia total de roedores fue menor en comparación con la de los quirópteros. Sin embargo, en la temporada seca se registró mayor cantidad de roedores que en la temporada de lluvias, mientras que en la época seca la cantidad de quirópteros fue menor que en la de lluvias.

## **Frecuencias**

### Mamíferos medianos y grandes

Utilizando varias técnicas de muestreo directo e indirecto se detectaron 19 especies de mamíferos medianos y grandes dentro de la zona de estudio.

El método de rastreo fue de gran utilidad ya que con él se detectaron 13 especies. Por medio de evidencia como huellas y excretas principalmente, fue posible realizar avistamientos de seis especies en campo (*Didelphis virginiana*, *Sylvilagus cunicularius*, *Sciurus aureogaster*, *Mustela frenata*, *Bassariscus astutus*, y *Nasua narica*) mientras que de cuatro se logró obtener el cráneo completo (*Sylvilagus cunicularius*, *Otospermophilus variegatus*, *Mephitis macroura* y *Procyon lotor*) (Apéndice 3 y 4).

Con el método de fototrampeo, el cual tuvo un esfuerzo de muestreo en conjunto para las dos temporadas de 128 trampas/noche, se obtuvo un total de 34 registros independientes y se confirmó la presencia de nueve especies de mamíferos (Apéndice 4) registradas por rastreo: *Didelphis virginiana*, *Lynx rufus*, *Puma concolor*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Mephitis macroura*, *Conepatus leuconotus*, *Bassariscus astutus*, *Nasua narica* y *Procyon lotor*. Solo la especie *Conepatus leuconotus* fue registrada exclusivamente mediante este método.

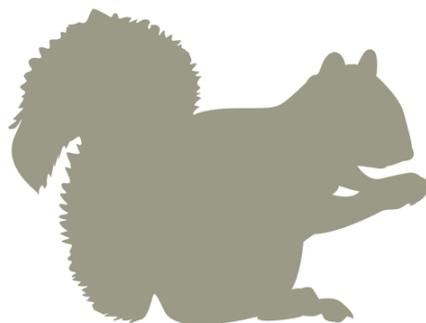
Debido a que se obtuvieron pocas fotografías de las especies antes mencionadas no se obtuvo información suficiente para poder establecer los patrones de actividad de cada especie.

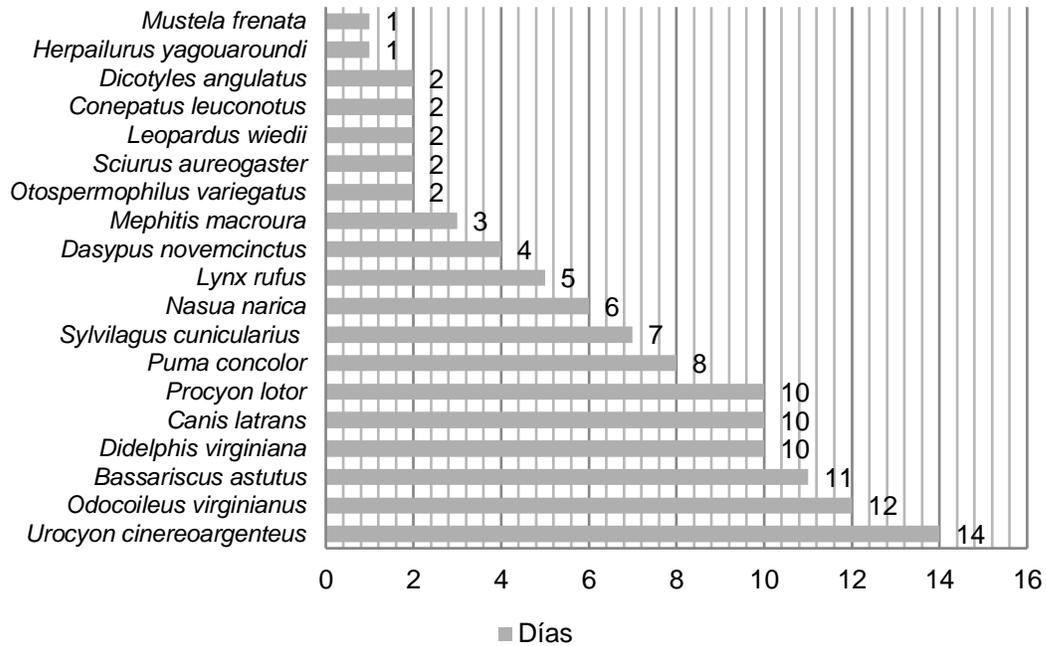
La presencia de especies como *Dasyus novemcinctus*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Leopardus wiedii*, y *Odocoileus virginianus* fue confirmada por fotografías tomadas mediante las actividades de fototrampeo realizadas por el grupo de monitoreo del ANP (Apéndice 4).

La mayor cantidad de registros de especies se dieron en el bosque tropical caducifolio, mientras que en el bosque de *Quercus* los registros fueron escasos, sin embargo, solo dos especies fueron registradas únicamente en ese tipo de vegetación: *Mustela frenata* y *Mephitis macroura*.

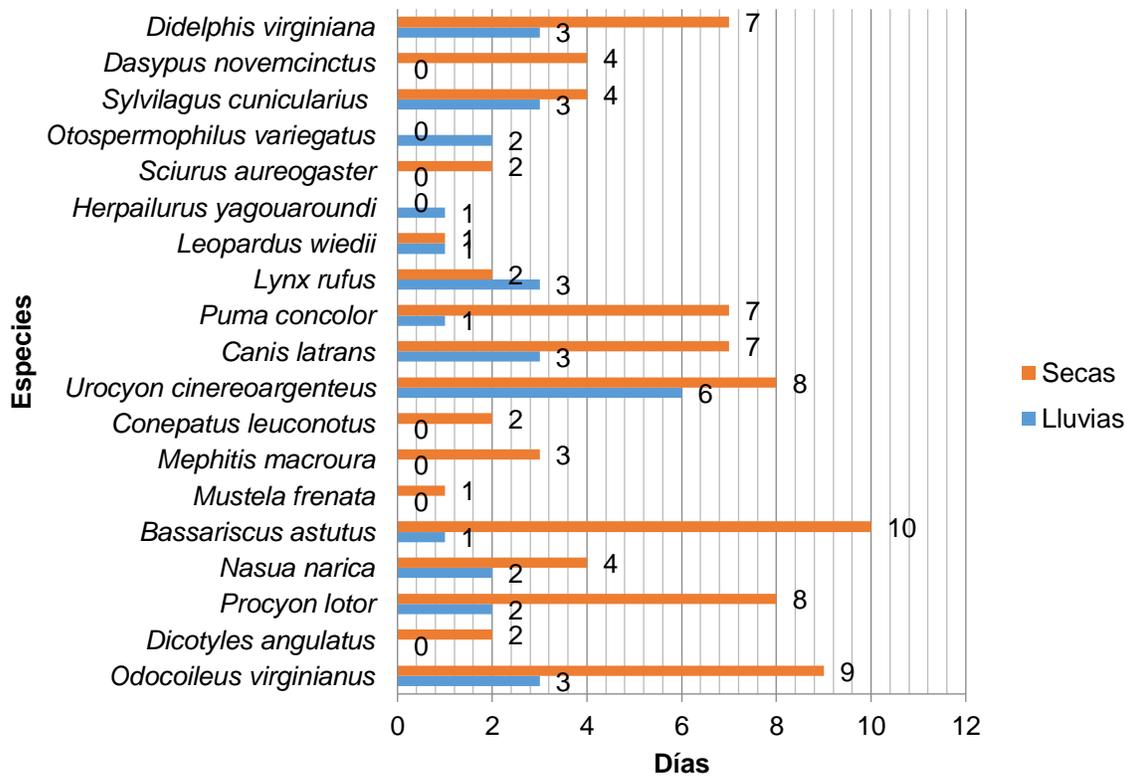
El pecarí de collar (*Dicotyles angulatus*) fue la única especie detectada por medio de un método indirecto (huellas).

En la figura 10 se puede observar la frecuencia de registro durante todo el muestreo de los mamíferos medianos y grandes, *Urocyon cinereoargenteus* contó con el mayor número de registros, mientras que *Mustela frenata* solo se registró una vez. En la temporada seca, se obtuvieron mayor cantidad de registros, mientras que en la temporada de lluvias los registros disminuyeron (Fig. 11).





**Figura 10.** Frecuencia de registros de los mamíferos medianos y grandes durante el muestreo total.



**Figura 11.** Frecuencia de registros de los mamíferos medianos y grandes.

## Complementariedad

Se obtuvo un valor de 0.57 en el índice de complementariedad entre los dos tipos de vegetación, lo cual indica que existe una diferencia de especies entre ambos ecosistemas (57%) moderadamente elevada, ya que, de las 44 especies registradas, 19 especies son comunes para los dos tipos de vegetación, mientras que 25 son exclusivas para alguna de las dos comunidades. Para el bosque tropical caducifolio se registraron 37 especies de las cuales 18 son exclusivas, mientras tanto en el bosque de *Quercus* se registraron 26 especies de las cuales siete especies son exclusivas para ese tipo de vegetación.

En el caso de la comparación del APBT y otras áreas protegidas, para el bosque tropical caducifolio se obtuvo un alto índice de complementariedad (Cuadro 7), lo cual indica una gran diferencia en la composición de las mastofaunas comparadas aun cuando pertenecen al mismo tipo de vegetación. De esta forma se encontró que para el APBT y Acapulco-Omitlán solo 20 especies son compartidas y 41 exclusivas en alguna de las dos zonas. En el caso del APBT y la Región de Nizanda, de las 37 y 20 especies, respectivamente solo 12 se comparten y 31 son exclusivas de alguna de las dos muestras. Lo mismo ocurre con la Sierra de Nanchititla la cual al ser comparada presenta tan solo 14 especies en común con el APBT y 24 exclusivas.

En cuanto al bosque de *Quercus*, solo se contó con dos muestras obtenidas de estudios similares, debido a que son escasos los trabajos faunísticos en bosques de encino. El índice de complementariedad para este caso fue alto poniendo de manifiesto un alto nivel de disimilitud en la composición mastofaunística entre las tres muestras de bosque de *Quercus* (Cuadro 8). De esta manera el APBT y Omiltemi comparten 11 especies en común mientras que 33 se mantienen exclusivas. El índice de complementariedad más alto (82%) se encuentra para la relación APBT y Parque Nacional “El Chico” donde seis especies son comunes entre los dos lugares y 28 exclusivas para cualquiera de los dos.

**Cuadro 7.** Comparación de riqueza y porcentaje de complementariedad de la mastofauna registrada en la selva baja caducifolia en el ANP Boquerón de Tonalá y estudios afines. [Entradas de la matriz: porcentaje de complementariedad (número de especies en común)].

	Boquerón de Tonalá	Acapulco/ Omitlán	Región de Nizanda	Sierra de Nanchititla
Elevación (m.s.n.m.)	1285-1506	65-413	165-219	849-1319
Riqueza	37	44	20	17
Complementariedad:				
Acapulco/Omitlán	70 (20)			
Región de Nizanda	72 (12)	77 (12)		
Sierra de Nanchititla	63 (14)	78 (11)	72 (8)	

**Cuadro 8.** Comparación de riqueza y porcentaje de complementariedad de la mastofauna registrada en el bosque de encino del ANP Boquerón de Tonalá y estudios afines. [Entradas de la matriz: porcentaje de complementariedad (número de especies en común)].

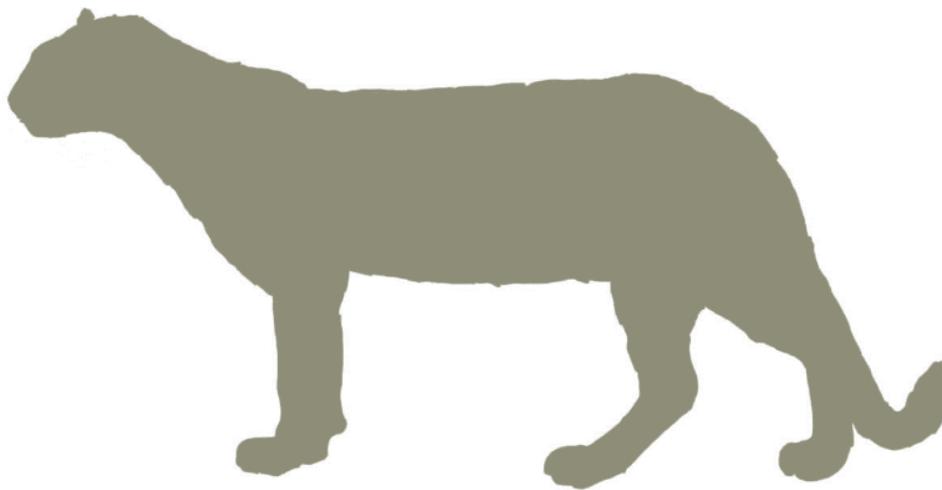
	Boquerón de Tonalá	Parque Ecológico de Omiltemi	Parque Nacional El Chico
Elevación (m.s.n.m.)	1703-2328	1800-2800	2350-3090
Riqueza	26	30	14
Complementariedad:			
Parque Ecológico de Omiltemi	73 (11)		
Parque Nacional El Chico	82 (6)	87 (5)	

## Estado de conservación

De acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2019, en el área de estudio se encontraron tres especies en alguna categoría de riesgo. *Leptonycteris yerbabuena* en la categoría sujeta a protección especial (Pr), *Herpailurus yagouaroundi* se encuentran amenazado (A) y *Leopardus wiedii* está catalogada como en peligro de extinción (P).

Respecto a lo indicado en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) solo cuatro especies de felinos están en alguno de los tres apéndices: *Herpailurus yagouaroundi* y *Leopardus wiedii* en el apéndice I y *Lynx rufus* y *Puma concolor* en el apéndice II. De igual forma, la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) reporta solamente dos especies en alguna categoría de riesgo: *Leptonycteris yerbabuena* y *Leopardus wiedii* como casi amenazados.

Las demás especies se encuentran en la categoría de preocupación menor.



## DISCUSIÓN

### Riqueza de especies

La región de la Mixteca de Oaxaca abarca alrededor de 20,000 km<sup>2</sup> y está caracterizada por una importante diversidad biológica (Chagoya, 2011). Como se mencionó en la introducción, la biodiversidad en la Mixteca Alta no ha sido estudiada a fondo, ya que existen muy pocos trabajos sobre mamíferos para esa zona.

La riqueza total registrada para el APBT comprende el 21% del total de las especies de mamíferos terrestres reportadas para el estado de Oaxaca (Santos-Moreno, 2014) y el 8% para México (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014), se registraron 44 de las 61 especies referidas en el listado de mamíferos que se encuentra en el Plan de Manejo del APBT (SEMARNAT, 2013), sin embargo, como ya se comentó, no es claro el origen de esa lista, por lo que este trabajo es el primero que cuenta con evidencia de las especies presentes con base en las colectas y registros en campo, de esta forma con los 363 registros obtenidos para el Boquerón de Tonalá, se cuenta con el 50% de órdenes, 37% de las familias, 20% de los géneros y 8% de las especies reportadas para México (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014), mientras que para Oaxaca se cuenta con 64% de los órdenes, 59% de las familias, 34% de los géneros y 21% de las especies (Santos-Moreno, 2014).

El orden Chiroptera fue en el que mayor riqueza se registró, con 17 especies, 14 géneros y cuatro familias. Esta riqueza de especies en regiones de selva tropical se explica en gran parte por la productividad ambiental, como lo es la alta variedad de alimentos y refugios (Arita 1993, Villa-Ramírez y Cervantes 2003). En Oaxaca, el orden comprende cerca del 65% de las 144 especies consideradas para el país (Ceballos *et al.*, 2002; García-García *et al.*, 2006; Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). Dentro de éste orden la familia Phyllostomidae fue la que mayor número de especies aportó (9), esto representa aproximadamente el 10% de las especies que componen la quiropterofauna de Oaxaca (García-Grajales y Buenrostro-Silva,

2012). Esta familia es considerada una de las más ricas a nivel nacional (Arita y León-Paniagua, 1993) y estatal (García-Grajales y Buenrostro-Silva, 2012).

Los órdenes que destacan a continuación son Carnivora y Rodentia con 12 y nueve especies respectivamente. En México el orden Carnivora está representado por ocho familias de las cuales cinco fueron registradas dentro del APBT (Ceballos y Oliva, 2005). Las familias con mayor número de especies fueron Felidae en la cual se registraron cuatro de los seis felinos reportados para Oaxaca (*Herpailurus yagouaroundi*, *Leopardus wiedii*, *Lynx rufus* y *Puma concolor*) y Procyonidae en la que se registraron tres de los cinco prociónidos reportados para la entidad (*Bassariscus astutus*, *Nasua narica* y *Procyon lotor*).

En el caso de los roedores la cantidad de especies registradas (nueve) fue parecida a aquella registrada en estudios similares para bosques tropicales y templados (Jiménez, 1991; Cimé Pool, 2006; Zalapa *et al.*, 2012; Zalapa *et al.*, 2014) en áreas naturales protegidas de Oaxaca, Jalisco, Guerrero y Yucatán en los que se registraron de cinco a 14 especies. La cantidad de especies registradas se relaciona con el importante papel ecológico que juegan en los ecosistemas donde habitan, son dispersores y depredadores de semillas o de plántulas, por lo que inciden en la estructura y función de las comunidades vegetales (Ceballos y Galindo, 1984). La familia Heteromyidae fue en la que se concentró el mayor número de colectas (45) pero solo se registró una especie (*Heteromys irroratus*) a diferencia de la familia Cricetidae en la cual existió mayor riqueza de especies en los géneros *Baiomys*, *Peromyscus*, *Reithrodontomys*, *Oryzomys* y *Sigmodon* pero menor cantidad de colectas. La dominancia de *H. irroratus* sobre otras especies de roedores se explica debido a que su incidencia se ve relacionada con las condiciones ambientales presentes ya que prefiere principalmente la estación seca (Dowler y Genoways, 1978), pues el descenso en la precipitación causa una disminución en la cobertura herbácea, factor importante para estos organismos debido a que les provee de refugio, protección y alimentación (Santos-Moreno y Santiago-Marcial, 2012). Además es capaz de mantener poblaciones en la selva

seca a lo largo de todo el año por su dieta granívora, su comportamiento de almacenamiento de semillas utilizadas en periodos de baja disponibilidad de alimento y su habilidad fisiológica para sobrevivir por meses con una dieta de semillas secas sin tomar agua (Brown y Harney, 1993; Ceballos, 1990; Fleming, 1971b, 1974, 1977; Janzen, 1986). En la zona de la Sierra de Huautla, Morelos, Cadena (2003) menciona que las especies de ratones presentan el pico de reproducción en el periodo de lluvias, de forma tal que la densidad y biomasa de la comunidad de ratones es mayor durante el periodo inicial de la época seca que durante el resto del año; en este lugar la densidad poblacional de *Heteromys irroratus* sufre un aumento de  $0.96 \text{ ha}^{-1}$ , durante el inicio de la época de lluvias hasta  $40.37 \text{ ha}^{-1}$ , respectivamente, para la primera mitad de la época seca. Esta capacidad de consumir alimentos almacenados junto con el aletargamiento y los picos de reproducción permite que durante la temporada seca aumente su supervivencia haciendo que sus poblaciones sean más numerosas y detectables.

Los órdenes que mayor riqueza presentan en México son Rodentia con 254 especies, Chiroptera con 144 especies y Carnivora con 41 especies (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014), motivo por el cual es de esperarse que sean la mastofauna dominante en el APBT.

En el caso de los demás ordenes registrados Didelphimorphia (2), Cingulata (1), Lagomorpha (1) y Artiodactyla (2) se registraron pocas especies, esto es similar a lo que sucede a nivel nacional o estatal donde existen pocas especies dentro de estos ordenes (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014; Briones-Salas *et al.*, 2015), aunque por esto no carecen de importancia pues incluyen dos especies endémicas a México (*Tlacuatzin canescens* y *Sylvilagus cunicularius*).

En el orden Soricomorpha, particularmente en la familia Soricidae (musarañas), no se obtuvieron registros, aun cuando podrían encontrarse potencialmente en el bosque de *Quercus* y el bosque tropical caducifolio (Ceballos y Oliva, 2005; Carraway, 2007), la causa de su ausencia podría ser debido al grado de

fragmentación del bosque de *Quercus* pues ese tipo de vegetación dentro del APBT ha sido constantemente amenazado por talas clandestinas y los esfuerzos de reforestación se han visto mermados por el sobre pastoreo de ganado caprino y bovino, debido a esto existen grandes extensiones de zonas descubiertas de su vegetación original lo que provoca que las condiciones necesarias para la presencia de musarañas en la zona de colecta no se encuentren y esto a su vez limite el aumento o la estabilidad de poblaciones nativas de sorícidos, pues las musarañas son potencialmente vulnerables a los efectos de los cambios asociados con la destrucción del hábitat inducida por el humano y por el cambio climático (Schloss *et al.*, 2012; Woodman *et al.*, 2012). En cuanto al bosque tropical caducifolio su nulo registro probablemente se debe a la ausencia de requerimientos ambientales debido a su condición semifosorial, como la humedad y suelos blandos (Ceballos y Oliva, 2005), características que no fueron muy comunes en el área de estudio y que en general no se presentan en las selvas secas pues muestran una franca preferencia por suelos someros y pedregosos (Rzedowski, 2006).

En el caso de órdenes de mamíferos terrestres tales como Primates y Perissodactyla, y la familia Talpidae del orden Soricomorpha, son pocas las especies que presentan distribución actual conocida dentro de los límites o cercana al área de estudio (Verts y Carraway, 2001; Cuarón *et al.*, 2008; García *et al.*, 2016; Matson *et al.*, 2016).

En el área fueron registradas siete especies endémicas a México. Éstas especies representan el 14% del total de especies endémicas registradas para Oaxaca (Briones-Salas, *et al.*, 2015) y el 4% del total de especies endémicas para el país (Sánchez-Cordero, *et al.*, 2014). Sin embargo, ninguna resultó endémica exclusivamente al estado de Oaxaca ya que poseen una gran área de distribución, principalmente asociada a los bosques tropicales caducifolios de la Depresión del Balsas, la vertiente del Pacífico y zonas cálidas a templadas del centro de México (Baker, 1952; Zarza *et al.*, 2003; Ceballos y Oliva, 2005; Lorenzo *et al.*, 2018).

Son de particular interés las especies endémicas registradas, pues el endemismo de una región representa la fracción exclusiva de su riqueza biológica (Suárez-Mota y Villaseñor, 2011). De acuerdo con Pressey *et al.* (1993), esta exclusividad de la riqueza vuelve a una región irremplazable desde el punto de vista de la biodiversidad ya que contiene taxones (especies o cualquier otra jerarquía taxonómica) exclusivos (endémicos), no encontrados en ninguna otra región, por lo cual cualquier estrategia encaminada a la conservación de la diversidad biológica necesita considerar enfáticamente a los sitios con endemismos, pues su pérdida ocasionará también la extinción de dichos elementos (Suárez-Mota y Villaseñor, 2011).

En especial para la provincia fisiográfica de la Mixteca Alta los pocos trabajos que han registrado especies de mamíferos en, o cerca de la zona reportan 32 especies en el municipio de Cosoltepec (Cervantes y Riveros, 2012), dos especies dentro de la provincia biogeográfica de la Depresión del Balsas (Briones-Salas *et al.*, 2015), 11 especies de murciélagos en el municipio de San Marcos Arteaga (Palacios Romo, 2011) y nueve especies en la Mixteca Alta como parte del trabajo de mamíferos del centro-occidente de Oaxaca (Lavariega *et al.*, 2012), comparado con registros previos de mamíferos de la región de la Mixteca Alta los resultados de este trabajo incrementan notablemente el conocimiento de las especies en la zona y en particular en el APBT.

En cuanto a la comparación con otras Áreas Naturales Protegidas estatales, Buenrostro-Silva *et al.* (2012) reportan 42 especies para el Parque Nacional Lagunas de Chacahua, mientras que, en el Parque Nacional Huatulco, Lira *et al.* (2008) presentan un total de 52 especies de mamíferos terrestres y en el Parque Nacional Benito Juárez se tienen registradas 62 especies (SEMARNAT, 2014). A nivel nacional el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera en el estado de Jalisco reporta 59 especies (Zalapa *et al.*, 2014), en la Reserva Natural Sierra Nanchititla en el Estado de México se reportan 53 especies (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011) y para el Área de Protección de Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas Sierra

de Álamos se registran 85 especies de mamíferos (SEMARNAT, 2015). Con esta información, la riqueza de mamíferos en el APBT (44 especies) es similar en comparación con lo documentado en las otras ANP mencionadas, por lo cual se considera elevada, tomando en cuenta la similitud con los tipos de vegetación predominantes en el APBT, además de ser la que cuenta con una menor extensión territorial y que el esfuerzo de muestreo fue menor en comparación con los otros trabajos, debido a que el número de especies está fuertemente determinado por el tamaño muestral (Gotelli y Colwell, 2011).

El bosque tropical caducifolio fue el tipo de vegetación en el que mayor número de especies se registró (37) y donde hubo mayor cantidad de registros en las localidades, esto debido principalmente a que es la vegetación que se encuentra en mejor grado de conservación y en mayor proporción dentro de la zona, aun cuando el esfuerzo de muestreo fue el mismo en ambos tipos de vegetación. El número de especies registrado dentro del área de estudio es menor al reportado para el mismo tipo de vegetación para el estado de Oaxaca (114), sin embargo, estos registros representan en el APBT el 32% de las especies reportadas para esta vegetación en el estado (Briones-Salas *et al.*, 2015), en tan solo 0.089% de extensión territorial de las selvas secas a nivel estatal (28, 746 km<sup>2</sup>, Challenger y Soberón, 2008) y 0.011% de extensión a nivel nacional (226, 898 km<sup>2</sup>, CONABIO, 1999). Esto es de suma importancia ya que resalta la gran riqueza de especies que albergan los bosques tropicales caducifolios de Oaxaca debido principalmente a su fuerte estacionalidad en la disponibilidad de recursos (Maass *et al.*, 2005) y la presencia de características estructurales y fenológicas constantes que se traducen en diferencias notables en la diversidad de especies de muchos grupos de plantas y animales (Chávez y Ceballos, 2001).

En contraste con la cantidad de especies reportadas para el bosque tropical caducifolio, en el bosque de *Quercus* se concentran 26 especies de mamíferos silvestres dentro del APBT, esto es ligeramente mayor a lo reportado por Briones-Salas (2001) para este tipo de vegetación en la Sierra Norte de Oaxaca (20). Los

bosques templados poseen un alto valor biológico y concentran una gran porción de la biodiversidad nacional (Flores y Gerez, 1994) por lo cual esto remarca la importancia de realizar muestreos en este tipo de vegetación debido a que son escasos los realizados en él a nivel nacional y estatal, además de ser un tipo de vegetación en constante amenaza por las actividades humanas por ser una gran fuente de recursos maderables (Galicia *et al.*, 2018).

La elevada riqueza encontrada en el área de estudio se puede explicar principalmente por su ubicación dentro de la Zona de Transición Mexicana la cual presenta dos afinidades diferentes: neártica y neotropical y que debido a la “mezcla” biótica ha permitido la interacción de cenocrones neárticos, neotropicales y endémicos (Morrone, 2005). Son las características de la propia zona de transición las que determinan el número elevado de especies y de linajes filéticos, resultado de la acumulación de biota desde el Cretácico hasta nuestros días (Halffter, 2017). En esta zona de transición se reconocen cinco componentes bióticos principales llamados provincias biogeográficas (Morrone, 2004a, b). El área de estudio se encuentra dentro de dos de estas provincias, la mayoría dentro de la Depresión del Balsas y una pequeña parte en la Sierra Madre del Sur.

Acorde con diversos autores, la provincia del Balsas es considerada una zona de interés biológico, debido a que presenta características particulares y de gran importancia histórico-biogeográfica por su alto nivel de endemismos (Rzedowski, 1978; Escalante *et al.*, 1993) además de ser reconocida como un centro de diversificación y transición biogeográfica (Castro-Torreblanca *et al.*, 2014), debido a su ubicación entre dos de los sistemas montañosos más importantes del país como son la Sierra Madre del Sur y la Faja Volcánica Transmexicana, lo que ha propiciado la creación de barreras que favorecen la presencia de elementos endémicos y diferentes tipos de vegetación, que son resultado de la variación climática que ocurre en relación con la altitud (Fernández *et al.*, 1998). En el caso de la Sierra Madre del Sur, Ferrusquía-Villafranca (1993) establece que dicha provincia es geológicamente la más compleja de todas las provincias del país, lo

que ha permitido la existencia de una gran heterogeneidad de hábitats y el desarrollo de una biota muy diversa (Blake, 1950; Escalante *et al.*, 1993; Navarro-Sigüenza y Benítez, 1993; Navarro-Sigüenza y Sánchez-González, 2003). Existen estudios sobre la distribución de distintos taxones como mariposas, aves, plantas y distintos trabajos sobre la diversidad de Oaxaca que han demostrado que la Sierra Madre del Sur tiene una gran riqueza biológica y que sus componentes bióticos poseen una composición muy compleja, debido a la coexistencia de cenocrones diferentes (Blancas-Calva *et al.*, 2010).

De las 44 especies, 27% presentan una distribución Norteamericana, 25% una distribución Sudamericana y un 27% de endemismos (16% endémicas a México y 11% a Mesoamérica); 21% presentan una amplia distribución en el continente americano, encontrándose desde Norteamérica hasta Sudamérica. Esto coincide con la ubicación del APBT en la Zona de Transición Mexicana pues comparte fauna tanto holártica como neotropical y se considera una zona con una gran cantidad de especies endémicas y de amplia diversidad (Morrone, 2005; Halffter, 2017).

Respecto a la organización trófica de los mamíferos del APBT, los omnívoros representan un porcentaje alto (27%), esto podría indicar que sus poblaciones pueden estar beneficiadas debido a la presencia de asentamientos humanos alrededor del APBT que en consecuencia implica la presencia de cierto grado de perturbación humana en la zona, debido a que especies con ese tipo de hábitos alimentarios (especies generalistas) se benefician con la alteración de la vegetación primaria o factores tales como desechos de alimentos, animales de granja o estructuras abandonadas que provienen de pueblos cercanos, por lo que son abundantes y fácilmente registradas (Ceballos y Navarro, 1991; Ceballos y Simonetti, 2002).

El otro porcentaje alto (25%) corresponde al gremio de los insectívoros (en particular murciélagos de las familias *Verperthionidae*, *Mormoopidae* y *Emballonuridae*). Estas especies requieren de una alimentación insectívora-aérea (Norberg y Rayner, 1987; Kraker-Castañeda *et al.*, 2013) y son comunes principalmente en aquellos ambientes asociados a cuerpos de agua donde el número de insectos es mayor debido a que sus ciclos de vida están asociados a ese medio y a la vegetación circundante (MacSwiney *et al.*, 2009; Escalona, 2011), como por ejemplo los riachuelos, pozas y zonas inundadas por el río El Salado, así como por escurrimientos, encontrados en el APBT. Es importante destacar que estos organismos juegan un papel importante como controladores de insectos plaga y vectores de enfermedades en múltiples ecosistemas (Cleveland, *et al.*, 2006; Tuttle y Moreno, 2007).

En el caso de los herbívoros se presentó el 21% de especies dentro de este gremio, lo cual es notable puesto que la mayoría de los organismos herbívoros son base de las cadenas tróficas pues sirven de alimento a otros organismos y mantienen la diversidad de la vegetación en equilibrio dentro de un ecosistema ya sea dispersando las semillas de ciertas plantas o controlando las poblaciones de otras al alimentarse de ellas (Ramírez-Mejía y Mendoza, 2010), cabe mencionar que dentro de esta importancia podemos añadir también a los organismos frugívoros (5%) y nectarívoros (9%), que en este caso están conformados únicamente por murciélagos de la familia *Phyllostomidae* que juegan un valioso papel en los ecosistemas como polinizadores y dispersores de semillas, lo que ayuda a mantener la diversidad de plantas, promover la sucesión secundaria y la regeneración de los bosques (Kalko, 1998; Patterson *et al.*, 2003); muchos murciélagos nectarívoros mantienen una coevolución con ciertas plantas que dependen de ellos para su éxito reproductivo y otros ocupan el nicho ecológico de polinizadores diurnos (Heithaus, 1982; Stoner, 2002). En conjunto, no es raro observar que estos gremios (herbívoros, frugívoros y nectarívoros) engloban al 34% de las especies encargadas del bienestar de un ecosistema.

El porcentaje restante lo comprenden los carnívoros (11%) y los hematófagos (2%). Los carnívoros son considerados como depredadores y son los que determinan los patrones de biodiversidad y abundancia observados en la naturaleza; así su importancia reside en la capacidad para limitar y controlar poblaciones de organismos herbívoros y omnívoros, provocando que no exista una sobreexplotación de productores primarios como lo son las plantas y en consecuencia la restructuración constante en la vegetación (Berger *et al.*, 2008; Di Bitetti, 2008). Con esto podemos establecer el por qué la riqueza de especies de carnívoros no es elevada dentro del APBT pues una alta cantidad de especies de carnívoros sobrepasando a las de herbívoros supondría un desequilibrio en las cadenas tróficas y por consiguiente la afectación de la estructura de las comunidades biológicas.

El gremio hematófago en la zona lo ocupó solo una especie, *Desmodus rotundus* murciélago perteneciente a la familia Phyllostomidae; es poca o inexistente la literatura que detalla la importancia ecológica que manifiesta esta especie dentro de una comunidad, pues solo se alimenta de sangre, principalmente de grandes mamíferos herbívoros (Ceballos y Oliva, 2005), además de ser un importante vector de propagación de la rabia y otras enfermedades (Calisher *et al.*, 2006; Romero-Almaraz *et al.*, 2006). En zonas con actividades pecuarias, la presencia de ganado bovino, caprino, equino, entre otros, produce un incremento en las poblaciones y en el contagio de enfermedades, lo que conlleva a grandes pérdidas económicas (Hoare, 1972). Dentro del área de estudio no existen como tal, zonas con actividad pecuaria permanente, pero si se encuentran en poblados a los alrededores del ANP por lo que es normal encontrarse con una gran cantidad de individuos de esta especie.

## Curva de acumulación

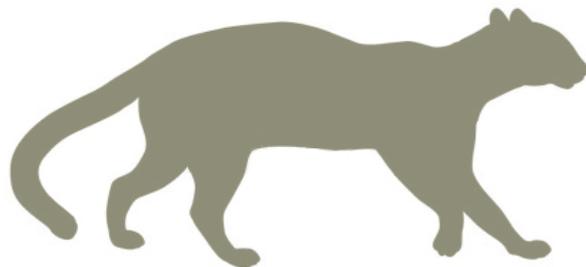
Para la asíntota de la curva se obtuvo un estimado de 55 especies por medio de la ecuación de Clench y 58 especies con el estimador no paramétrico Chao 1, estos valores indican que el inventario para el APBT cubre un 80% y 74% respectivamente del total estimado, por lo tanto, en la zona no se han registrado en su totalidad las especies de mamíferos presentes, lo que sugiere que se debe de continuar con los muestreos.

De acuerdo con lo proyectado con el cálculo de la ecuación  $t_q$  se sugiere muestrear 137 días más para poder alcanzar el 95% probable de la fauna para el APBT, aun así es pertinente contemplar que el esfuerzo de muestreo necesario para lograr inventarios completos variará en función de la complejidad estructural del hábitat, de tal manera que, en general, los lugares más complejos necesitarán una inversión de esfuerzo mayor (Jímenez-Valverde y Lobo, 2004), además es conveniente considerar que el tamaño y la composición de un inventario en un lugar determinado varía con el tiempo debido a una característica fundamental de la distribución de las especies: sus rangos de distribución no son estables a lo largo del tiempo (Adler y Lauenroth, 2003) ya que una especie puede ampliar o disminuir su rango de distribución en función del cambio en el ambiente, así como también su fenología pudiendo llegar a no emerger o no ser detectables todos los años (Jímenez-Valverde y Hortal, 2003). Sin embargo, a menos que se alcance el número asíntótico de especies, no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo suficientemente completo y fiable (Jímenez-Valverde y Hortal, 2003).

Con esto es importante afirmar que no solo se requiere de un mayor esfuerzo al realizar muestreos a futuro y de llevar a cabo otras técnicas que no se emplearon en el presente estudio por cuestiones logísticas y presupuestales (tales como trampas para tuzas, musarañas, trampeo total en árboles para ratones arborícolas o el uso de detectores de ultrasonidos para el registro de aquellas especies de

murciélagos que vuelan sobre el dosel arbóreo o que no es posible coleccionar debido a sus hábitos, entre otras) sino también continuar con monitoreos constantes y permanentes debido a esta característica en la distribución de las especies que implica la presencia o ausencia de ellas en función de la variabilidad en características ambientales o de su propia fenología (Adler y Lauenroth, 2003; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

De igual forma debido a los recursos limitados y la propia logística dentro de la comunidad al llevar a cabo el estudio dentro del APBT, no fue posible muestrear zonas que podrían ser de vital importancia para el registro de especies en fase de dispersión, nuevas o localmente poco comunes, como lo fueron las partes norte y este del área protegida a las cuales no fue posible ingresar. Es probable que el resto de las especies que no han sido muestreadas sean especies no tan comunes ya que según Jiménez-Valverde y Lobo (2004) a medida que el muestreo avanza, sólo se adicionan las especies raras y aquellas que provienen de otras comunidades, descendiendo paulatinamente la pendiente de la curva hacia la asíntota.



## Diversidad, abundancia y frecuencia

La diversidad de mamíferos del APBT durante todo el año ( $H'=3.195$ ) fue alta y según la diversidad máxima en el sitio ( $H'_{\max}=3.78$ ) nos indica que la mayoría de las especies están representadas por el mismo número de individuos. La diversidad dentro del ANP es elevada en comparación con la obtenida en otras áreas protegidas con vegetación y condiciones similares, como en el Cañón del Sumidero, Chiapas ( $H'=1.73$ , Arroyo Chacón *et al.*, 2013), en una reserva privada de la Sierra Sur de Oaxaca ( $H'=2.4$ , Buenrostro-Silva *et al.*, 2017) y en la Reserva Natural Sierra de Nanchititla, Estado de México ( $H'=2.9$ , Monroy-Vilchis *et al.*, 2011).

De acuerdo con la prueba  $t$ , existen diferencias significativas entre una temporada y otra por lo cual la diversidad varía de forma importante a lo largo del año. Así, en la temporada seca fue mayor y se mantuvo elevada en comparación con la temporada de lluvias, resultado que no coincide con trabajos previos que indican que es la temporada de lluvias en las que se registra mayor diversidad, debido probablemente a mayor disponibilidad y una mejor calidad y cantidad de recursos (Sánchez-Cordero y Fleming, 1993). Esto se vio reflejado en la cantidad de individuos y especies registradas, pues, durante los muestreos en temporada seca, se registró un total de 239 individuos y 35 especies mientras que en lluvias la cantidad disminuyó a 30 especies y 126 individuos. Es posible que esto se deba a sesgos en el cálculo del índice de diversidad que derivan de una disminución en el esfuerzo de muestreo, pues el índice aumenta a medida que incrementa el número de especies e individuos registrados (Magurran, 1988), este sesgo en el esfuerzo de muestreo podría estar reflejado en la disminución de la eficiencia de captura o de registro debido principalmente a condiciones climáticas adversas, como la lluvia y viento, características recurrentes durante los muestreos en la temporada de lluvias, que propiciaban que las trampas (Sherman, redes o cámaras) tuvieran una menor eficacia al verse comprometidas por estas condiciones.

También la elevada diversidad en la temporada seca, se podría deber a características propias de las especies como movimientos a escalas regionales o biogeográficas, cambios en patrones de actividad diaria y estacional, etc. (Janzen, 1983; Ceballos, 1995), por ejemplo Kozakiewicz y Szacki (1995) y Rodríguez-Macedo *et al.* (2014), reportan que ciertas especies de pequeños mamíferos como roedores del género *Peromyscus* y *Oryzomys* o murciélagos de las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae, pasan mayor tiempo en busca de recursos y refugios en temporada seca, debido a que los recursos alimentarios que utilizan están ligados a la abundancia de agua o frutos, por lo que se desplazan a través de territorios más extensos y con mejores condiciones; Valenzuela y Ceballos (2000) observaron que las bandas de hembras y juveniles de coatíes (*Nasua narica*) en la selva seca de la región de Chamela-Cuixmala presentan mayor proporción de horas activas durante el día y se desplazan hasta un 30% más al día durante la estación seca del año que en lluvias. Esto les permite a las especies ampliar así su área de forrajeo, lo que implica que sea más fácil el detectarlas o capturarlas y debido a esto, se refleje un aumento en el índice de diversidad.

En el caso de los tipos de vegetación, es razonable que el índice de diversidad haya sido mayor en el bosque tropical caducifolio que en el bosque de *Quercus*, debido principalmente a que la composición faunística de las selvas secas se caracteriza como un subconjunto depauperado de las selvas húmedas (Gentry, 1995), conteniendo especies de amplia distribución pero que muestran adaptaciones fisiológicas y ecológicas únicas para enfrentar la estacionalidad climática (Ceballos, 1995; Janzen y Wilson, 1983), además de que se consideran reservorios especiales de la diversidad de vertebrados por sus especies endémicas (Ceballos y García, 1995; Ceballos y Rodríguez, 1993; Gentry, 1995; Mares, 1992; Trejo y Dirzo, 2002), presentando una gran riqueza de mamíferos, encontrándose alrededor del 35% de las especies del país (Ceballos y García, 1995), en conjunto las selvas secas del Pacífico de México son selvas con una alta diversidad de especies de mamíferos (Ceballos y Martínez, 2010).

- Mamíferos pequeños

En particular para los mamíferos pequeños (voladores y no voladores) no se encontraron diferencias significativas en la diversidad entre una y otra temporada, por lo que esta se mantuvo a lo largo del año. El número de individuos, así como el de especies fue similar en las dos temporadas. Sin embargo, como lo muestran los índices de abundancia relativa (IAR), se registró una cantidad ligeramente mayor de individuos en la temporada seca que en la lluviosa, sobre todo del roedor *Heteromys irroratus*, que fue abundante, en particular durante la temporada seca.

Esta especie se registró de manera constante en ambas temporadas y en los dos tipos de vegetación; los individuos registrados representan el 77% del total de individuos colectados en trampas Sherman. Según Dowler y Genoways (1978), este roedor presenta actividad reproductiva durante todo el año, con picos de actividad de noviembre a febrero por lo que su abundancia esta relacionada con estos picos reproductivos que se dan principalmente a finales de la temporada de lluvias con un aumento en su población a inicios de la temporadas seca, además de ser común en diversos tipos de hábitats secos que presenten menos de 500 mm de lluvia anual sobre todo aquellos que albergan vegetación asociada a climas secos en ambientes que van desde el nivel del mar hasta los 3050 m.s.n.m. asociados a matorrales xerófilos, y formaciones montañosas que contengan plantas xerofíticas, relacionadas con climas secos o coníferas (Genoways, 1973).

En estudios llevados a cabo en las selvas bajas de la región de la Sierra de Huautla (Cadena, 2003; Mason, 2005), encontraron que la perturbación no parece alterar de forma muy intensa la riqueza de especies de roedores, pero sí la dominancia de las especies, pues por ejemplo *Heteromys irroratus*, el único roedor heterómido en esta zona, presenta menor densidad y menor contribución a la biomasa total de roedores en sitios perturbados que en sitios no perturbados; en los sitios no perturbados es con frecuencia la especie dominante con 36 - 49% del

total de capturas, mientras que en los sitios perturbados es la segunda especie más abundante pero con 16 - 28% de las capturas. En tales sitios es menos frecuente capturarlo con semillas de árboles en los abazones y consume diferentes especies que en los sitios no perturbados. Todo esto en conjunto sugiere que su papel en la estructuración de la vegetación cambia de forma importante, además de que presenta una preferencia por sitios no perturbados y con disponibilidad de semillas de árboles nativos, por lo que su registro constante y abundancia nos indica un buen estado de conservación del bosque tropical caducifolio.

La abundancia de la quiropterofauna tuvo un comportamiento similar a la de los roedores con un registro parecido de individuos y especies en ambas temporadas, pocas especies presentaron índices de abundancia relativa altos en ambas temporadas con un ligero aumento de individuos en la época seca. Solo dos especies presentaron una abundancia elevada: *Pteronotus parnellii* y *Sturnira parvidens*, las cuales tuvieron IAR similares en las dos temporadas representando el 57% del total de murciélagos registrados y se encontraron principalmente asociados al bosque tropical caducifolio. La variación del número de registros de las especies de murciélagos capturadas se ajusta al patrón estructural característico de las comunidades de murciélagos tropicales, donde pocas especies son abundantes y muchas son escasas (Heithaus *et al.*, 1975; Medellín, 1993; Kalko, 1998; Chávez y Ceballos, 2001).

El murciélago frugívoro *Sturnira parvidens* fue una de las especies con mayor abundancia en el APBT; las especies de éste género son conocidas como generalistas que consumen una amplia variedad de frutos y en menor medida insectos, por lo cual son capaces de aprovechar exitosamente los recursos disponibles en los ecosistemas que habitan (Bonaccorso, 1979; Gannon *et al.*, 1989). *S. parvidens* está clasificado dentro de los murciélagos que forrajean en el sotobosque debido al tamaño de sus antebrazos (<50mm) y su capacidad de maniobra entre vegetación más densa (Pineda *et al.*, 2005) lo que provoca que

tengan un ámbito hogareño más restringido, ya que los frugívoros de sotobosque tienen desplazamientos a corta distancia, entre arbustos y árboles bajos pues tienen una dieta compuesta principalmente de frutos obtenidos de plantas de las familias Piperaceae y Solanaceae, entre otras (Vargas *et al.*, 2008), a diferencia de frugívoros de dosel (e.g. *Artibeus* sp.) con antebrazos más grandes (> 50mm) y desplazamientos a largas distancias (Orozco *et al.*, 1985).

Esta diferenciación se ha relacionado con la estructura del paisaje pues los frugívoros del sotobosque tienen preferencia por ecosistemas continuos y más conservados y los frugívoros de dosel son relacionados con ecosistemas fragmentados y perturbados (Williams-Guillén y Perfecto, 2010). La abundancia de este murciélago pone de manifiesto que existe una calidad buena del bosque tropical caducifolio dentro del APBT, aun así, existen zonas que se encuentran con cierto grado de perturbación (basura y pequeños cultivos) debido a poblados cercanos y una constante presión por parte del turismo en el área.

En el caso de *Pteronotus parnellii* que también se presentó en gran abundancia, pertenece al grupo de los insectívoros aéreos bajo dosel; se alimenta principalmente de insectos voladores de los órdenes Coleoptera (64.5%), Hemiptera (13.4%), y Diptera (4.1%) como lo reporta el estudio realizado por Queiroz de Oliveira *et al.* (2015). De acuerdo con Norberg (1994) sólo las especies con baja carga alar y bajo índice de aspecto son capaces de tener un vuelo de maniobra y atrapar insectos entre la vegetación y espacios reducidos. Tal es el caso de *P. parnellii*, que se caracteriza por tener alas relativamente cortas y anchas, con un vuelo adaptable y flexible (relacionado con murciélagos generalistas) que le permite explotar diferentes tipos de hábitats, además de una ecolocalización de alto ciclo que sugiere que está bien adaptado para la caza de insectos voladores entre vegetación densa (Vater *et al.*, 2003; Jones y Teeling 2006; Emrich *et al.*, 2014; Marinello y Bernard, 2014).

Estos murciélagos insectívoros, vuelan con rapidez en zonas cerradas con obstáculos y/o pocos obstáculos, inclusive revolotean y planean en periodos cortos, mientras buscan una presa o vuelan entre la vegetación. De acuerdo con Queiroz de Oliveira *et al.* (2015), la elevada actividad de *P. parnellii* está asociada positivamente a la alta densidad de vegetación y a la gran cantidad de insectos asociada a ella, a diferencia de otros murciélagos insectívoros que utilizan las corrientes de agua o aperturas entre la vegetación para el forrajeo. El vuelo entre vegetación densa requiere de una alta cantidad de energía por lo que *P. parnellii* selecciona éstas zonas debido a la gran cantidad de insectos y su alta calidad nutrimental. Además áreas más densas y provistas de vegetación diversa poseen presas más grandes que otorgan mayor cantidad de energía al ser ingeridas (Norberg y Rayner, 1987; Schnitzler y Kalko, 2001; Akasaka *et al.*, 2009).

Estas características en la ecología de *P. parnellii* se relacionan con la calidad del hábitat que utiliza como refugio y para alimentarse, ya que es considerado como un especialista forestal que evita áreas con alto grado de perturbación y tiende a elegir vegetación cerrada sobre ambientes naturalmente abiertos (Bernard y Fenton 2007; Bobrowiec y Gribel, 2010), por lo cual, como indicador de la salud del bosque tropical del APBT aporta el mismo resultado que *S. parvidens* indicando una buena conservación de la vegetación primaria asociado principalmente al bosque tropical caducifolio y secundariamente al bosque de *Quercus*. Estas características comentadas se encontraron de manera constante en el bosque tropical caducifolio donde se obtuvo la mayor cantidad de capturas de *P. parnellii*: vegetación densa, gran cantidad de insectos y pequeñas corrientes de agua recubiertas por la vegetación, por lo que, al parecer, es un sitio idóneo para la permanencia de poblaciones de este murciélago.

Los pequeños mamíferos restantes tuvieron IAR bajos y se registraron en temporadas específicas. En el caso de los roedores *Reithrodontomys fulvescens* y *Sigmodon mascotensis* se registraron durante la época de lluvias, así como *Balantiopteryx plicata*, *Anoura geoffroyi*, *Glossophaga commissarisi* y *G. soricina*

(probablemente asociados a la floración de ciertas plantas, durante la época de lluvias).

Para la temporada seca se tuvieron registros exclusivos de *Baiomys musculus* y *Oryzomys couesi* y de murciélagos como *Mormoops megallophylla*, *Pteronotus davyi*, *Micronycteris microtis*, *Myotis californicus*, *Rhogeessa alleni*, *R. parvula* y *Corynorhynchus townsendii*. En el caso de las especies que se registraron en ambas temporadas (*Desmodus rotundus*, *Leptonycteris yerbabuena*, *Artibeus jamaicensis*, *Rhogeessa alleni*, *Peromyscus difficilis* y *P. melanophrys*), de igual forma sus abundancias fueron mucho menores.

El hecho de que la abundancia de estas especies fuera menor a la de las tres más comunes se puede deber principalmente al comportamiento y necesidades de las especies en cuestión, ya que algunas pueden tratarse de especies transitorias que no habitan durante todo el año en un mismo sitio, desplazándose a lugares con condiciones óptimas para su supervivencia como en el caso de *Peromyscus difficilis* que tiene cierta especificidad en su hábitat, encontrándose generalmente en sistemas rocosos en bosques templados de pino o encino (Chávez Tovar y Ceballos, 2005), en el caso del encinar en el APBT fueron pocos los lugares rocosos que se encontraron, lo que probablemente limite su densidad poblacional o como el roedor *Oryzomys couesi* que se registró solo durante la temporada de secas esto probablemente se debió a que éste roedor se encuentra en hábitats tropicales o subtropicales presentando afinidad por ambientes acuáticos o inundables (Benson y Gehlbach, 1979; Medellín y Medellín, 2005), por lo que es raro encontrarlo en el APBT pues aunque el río Salado atraviesa una parte del área, no existen partes someras inundables que permitan las condiciones para que *O. couesi* persista, estas partes se encuentran hacia el poblado de Santo Domingo Tonalá y Natividad justo saliendo del límite del ANP lugar donde se registró el roedor.

En cuanto a los mamíferos pequeños que no presentaron una elevada abundancia a lo largo de las dos temporadas ya que presentan solo uno o dos registros, pero están distribuidas ampliamente, este hecho concuerda con lo mencionado por Fleming (1975), quien indica que las comunidades neotropicales de mamíferos pequeños contienen generalmente una o dos especies relativamente comunes y varias especies raras, por lo que es habitual que en comunidades tropicales, la dominancia este dada por un número relativamente bajo de especies, las cuales llegan a representar en ocasiones más del 50% del total de organismos presentes en la comunidad. Esto sucede debido a que estas especies son fáciles de detectar o bien, son las más comunes (Iñiguez, 1993; Medellín, 1993; Téllez-Girón, 2003). El resto de las especies consideradas como “raras” (por contribuir con un bajo número de organismos) en general, son las más numerosas y las que más importancia aportan a la diversidad “alfa” (Whittaker, 1970).

Este comportamiento se observó en la comunidad de mamíferos pequeños estudiada, en donde tres de las especies fueron las más numerosas: *Heteromys irroratus*, *Pteronotus parnelli*, y *Sturnira parvidens*. Estas especies mostraron tener una elevada abundancia durante todo el muestreo de acuerdo con los índices de abundancia relativa en comparación con las demás que se registraron, aportando el 60% del total de individuos registrados en la comunidad de mamíferos pequeños, debido principalmente a que son especies comúnmente asociadas a estos ecosistemas y que por sus hábitos alimenticios dentro de su gremio en particular, suelen ser generalistas por lo que aprovechan mejor los recursos durante las dos temporadas además de sus características ecológicas ya descritas.

Es de especial interés un mamífero pequeño que no entra en los órdenes Chiroptera o Rodentia: el Tlacuachin (*Tlacuatzin canescens*), perteneciente al orden Didelphimorphia. Este mamífero de talla pequeña si bien no tuvo una gran abundancia, si se registró en las dos temporadas. Su importancia radica en que pertenece a uno de los ocho marsupiales que se encuentran en territorio mexicano

y es endémico al país, restringido principalmente a bosques tropicales y templados con marcada estacionalidad, donde el clima es seco y existe una escasa cantidad de lluvia, principalmente en la costa del Pacífico Mexicano (Ceballos y Miranda, 2000; Hall y Villa-R., 1949). Aunque es común y aparentemente se encuentra fuera de riesgo de extinción (Zarza *et al.*, 2003), poco se sabe sobre el estado de las poblaciones de ésta especie, por ejemplo, se han calculado de 0.4 a 4.5 individuos/he en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala en Jalisco (Ceballos, 1989, 1990), sin embargo, con la actual problemática sobre deforestación en el país, sus poblaciones pueden estar en declive (Kennedy *et al.*, 2013; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2005; Sánchez-Cordero *et al.*, 2005).

- Mamíferos medianos y grandes

Durante todo el muestreo, las especies de mamíferos medianos y grandes que se registraron con mayor frecuencia fueron *Didelphis virginiana*, *Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus*, *Procyon lotor* y *Odocoileus virginianus*. Algunas como *Herpailurus yagouaroundi*, *Mustela frenata*, *Leopardus wiedii*, *Conepatus leuconotus* y *Dicotyles angulatus* solo se registraron en menos de dos ocasiones en los 32 muestreos. En este caso, si hubo diferencias significativas respecto a la diversidad entre temporadas, resultando mayor en la temporada seca donde se registraron 15 de 16 especies mientras que en la temporada de lluvias solo se registraron 12, además durante la temporada seca los registros se incrementaron. Esto se relaciona con una ampliación de su zona de forrajeo pues los recursos como el alimento y el agua disminuyen en ambientes donde existe una marcada estacionalidad y las especies se ven forzadas a cubrir mayor territorio en busca de recursos, situación contraria en la época de lluvias, donde los recursos son abundantes, principalmente el agua y las especies no suelen moverse muy lejos de su zona de alimentación (Ceballos, 1995; Janzen, 1983; Kozakiewicz y Szacki, 1995; Rodríguez-Macedo *et al.*, 2014; Sánchez-Cordero y Fleming, 1993).

Además, durante la época de lluvias mientras se realizó el muestreo, las huellas que se obtenían no estaban bien definidas y no eran frecuentes debido al constante flujo de agua, el cual las borraba, encontrando en algunos casos solo registros incompletos los cuales no se podían determinar; en el caso de las cámaras trampas, la lluvia y el movimiento brusco de vegetación de fondo provocaban registros nulos además la evasión por parte de las especies era más frecuente al buscar refugio.

La mayor frecuencia de registro de *Urocyon cinereoargenteus*, *Canis latrans*, *Bassariscus astutus*, *Procyon lotor* y *Didelphis virginiana*, puede deberse a que son organismos con una dieta omnívora, con tendencia oportunista (Taylor, 1954; McManus, 1974; Bekoff, 1977; Joerg-Henner y Anderson, 1979; Carey, 1982); esto es, se alimentan de una gran variedad de recursos, lo que les permite aprovechar alimentos que otras especies no consumen y así poder subsistir en condiciones donde los recursos suelen disminuir; el poseer una dieta generalista les permite obtener recursos donde escasean los requeridos específicamente por otras especies, obteniendo así alimento de manera fácil y rápida (Townsend *et al.*, 2003;). Tal es el caso de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), que relaciona su dieta de acuerdo con la estacionalidad de su ambiente, así durante la estación húmeda, cuando los frutos e insectos son abundantes, éstos son consumidos con mayor frecuencia, mientras que en la estación seca, cuando frutos e insectos disminuyen, otros mamíferos predominan en su dieta, lo cual es una manera de responder al cambio que ocurre en los recursos de mayor disponibilidad estacional en su hábitat (Guerrero *et al.*, 2002).

De igual forma el coyote (*Canis latrans*) presentan principalmente hábitos generalistas, en zonas tropicales la materia vegetal alcanza porcentajes altos en su dieta e inclusive llega a ser el principal componente base de su alimentación (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2001; Guerrero *et al.*, 2004), mientras que en zonas templadas, áridas y semiáridas, las presas principales son otros mamíferos (Servín y Huxley, 1991; Arnaud, 1993; Hernández y Delibes, 1994; Hernández *et*

*al.*, 1994; Aranda *et al.*, 1995; Hernández *et al.*, 2002). Se caracteriza por su adaptabilidad a diferentes condiciones de hábitat, lo que se ve reflejado en su dieta, esto acorde con la disponibilidad de recursos en los sitios en que habita; estos cambios estacionales en su dieta parecen ser una forma de compensar los requerimientos nutricionales para sobrevivir y muestra su capacidad de adaptación a los recursos disponibles (Guerrero *et al.*, 2002). En diferentes estudios y regiones se ha destacado la capacidad de adaptación de la zorra gris y el coyote a distintas condiciones del ambiente, por lo que suelen ser catalogados como oportunistas y generalistas (Leopold, 1977; Bekoff, 1977; Fritzell y Haroldson, 1982; Servín y Huxley, 1991), además, Fuentes-González y Muñoz-Durán (2017), mencionan que los cánidos vivientes suelen presentar hábitos alimentarios hacia la omnivoría y que esta tendencia de conservar hábitos generalistas facilita la versatilidad evolutiva que caracteriza al grupo.

Un caso similar presentan los prociónidos registrados en el estudio: el mapache (*Procyon lotor*) y el cacomixtle (*Basssariscus astutus*) quienes presentan hábitos omnívoros y oportunistas. En un estudio sobre alimentación del cacomixtle en zonas áridas, Nava-Vargas *et al.* (1999), indican que el comportamiento observado responde a la teoría del forrajeo óptimo (Pianka, 1982); no se trata de un organismo especializado sino de un oportunista, ya que abandona recursos que representan una alta inversión en tiempo y energía de forrajeo por otros de fácil acceso y elevada concentración de azúcares. El caso del cacomixtle es particular ya que, debido a su dieta oportunista basada en insectos, pequeños mamíferos y fruta variada es una especie tolerante a los cambios de cobertura vegetal, adaptándose a las transformaciones del paisaje y sobreviviendo en hábitats fragmentados y degradados (Alberico *et al.*, 2000), por lo que es común encontrarla en diversos tipos de ecosistemas en diferentes estados de conservación.

En cuanto a los mapaches, Hudson (1978) encontró que cuando la densidad de población era alta, los mapaches se distribuyeron uniformemente en todos los

hábitats, pero a medida que disminuyó la densidad de la población, la facilidad de captura en hábitats más desfavorables disminuyó más rápidamente que en hábitats favorables. Esto concuerda con lo registrado en la zona de estudio pues, aun cuando fueron de las especies con mayor cantidad de registros (19 en total), éstos se limitaron a la selva baja, un tipo de vegetación que, aun siendo estacional posee las características necesarias en cuanto a hábitos para que los mapaches puedan distribuirse, principalmente por las pozas de agua y el cauce del río pues tienden a vivir cerca de cuerpos de agua de donde obtienen alimento preferido como crustáceos, anfibios y bivalvos (Guerrero *et al.*, 2002), además de plantaciones cercanas de guayaba, mango, calabaza y plátano ya que son selectivos cuando existe abundancia de recursos pero cuando escasean se alimentan de cualquier alimento de fácil acceso y disponibilidad (Lotze y Anderson, 1979).

Estas cualidades les permiten a estas especies prosperar en entornos donde los recursos son parcialmente escasos debido a la temporalidad y donde una alta especialización conlleva a un mayor gasto de energía al buscar alimento que por temporadas no está disponible. Si bien la zona tiene un alto grado de conservación, fue evidente el constante paso de las personas por ser un sitio de interés turístico además de no contar con una vigilancia que evite que los pobladores de emplazamientos cercanos transiten libremente dentro del área y realicen actividades como, tirar desperdicios de alimentos, pastoreo de su ganado, la tala ilegal, y cacería, motivo por el cual es de esperarse un constante impacto antrópico que reduzca por temporadas las opciones de alimentación para fauna más especialista y que así se produzca el incremento de las visitas y prevalencia de organismos generalistas a la zona.

El resto de mamíferos medianos y grandes de los cuales se obtuvo registro, presentan frecuencias de registro bajas, debido principalmente a que la densidad poblacional, ámbito hogareño y rangos de actividad de algunas de estas especies se ven modificadas por el tipo de vegetación, clima y sustrato, presentándose

cierta predilección ante un hábitat u otro por ser más especialistas (Ceballos y Oliva, 2005). Tal es el caso del puma (*Puma concolor*) y el lince (*Lynx rufus*) los cuales tienen densidades poblacionales altas en zonas con climas templados y montañosos contrario a lugares con climas cálidos o secos (Bárcenas y Romero, 2005; Chávez y Ceballos, 2005). También es probable que la baja cantidad de registros en el caso del puma se deba a que el APBT no dispone de un área con tamaño suficiente para mantener un depredador de la cima de la cadena alimentaria sobre todo porque la cantidad de venados no es demasiado grande ya que, de acuerdo con nuestros guías y la gente local, los venados ya no son tan comunes como antes y las poblaciones apenas se están recuperando.

Es posible también que los registros de mamíferos medianos (sobre todo de carnívoros), se deba a que poseen hábitos nocturnos, conductas elusivas y carácter críptico (Chávez *et al.*, 2013). Por ejemplo, algunas especies como el tigrillo (*Leopardus wiedii*), pasa la mayor parte del tiempo entre los árboles; duerme, caza y descansa en ellos, solo baja al nivel del suelo en busca de agua (Sunquist y Sunquist, 2002; Aranda, 2005); otras especies como la onza (*Herpailurus yagouaroundi*) habitan preferentemente ecotonos entre bosque y hábitats abiertos, donde cazan principalmente aves y se ocultan en troncos y oquedades (Sunquist y Sunquist, 2002); la comadreja (*Mustela frenata*) suelen pasar desapercibidas por su tamaño y agilidad y debido a que cazan principalmente pequeños roedores, comúnmente persiguen a sus presas a través de túneles y galerías subterráneas (Ceballos y Oliva, 2005), además de que son difíciles de censar debido a que poseen una densidad poblacional baja y a sus movimientos de larga distancia (Sheffield y Thomas, 1997), por lo que es una especie que rara vez se puede observar en estudios generales de mastofauna.

Aunque el uso de cámaras trampas nos permite registrar éstas especies, se requiere de una cantidad considerable de dispositivos y un monitoreo constante para poder realizar algún análisis de abundancia, además de que la probabilidad

de paso por las cámaras juega un papel importante en el registro de éstas especies.

Otra especie de la cual fue común observar rastros como huellas y excretas, además de presencia en las cámaras trampa durante los monitoreos de los pobladores de Santo Domingo Tonalá fue el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Aunque es imposible saber con rastros indirectos si se trató de diferentes individuos o del mismo, por lo que se tendrían que hacer estudios más elaborados para saber si la población de venados en el APBT es elevada o no. De acuerdo a declaraciones de guías locales, aunque se han realizado avistamientos de venados, éstos ya no son tan comunes como lo eran hace algunas décadas, lo anterior posiblemente es debido a que Tonalá era un pueblo que se dedicaba a la cacería principalmente del venado cola blanca para su comercio y uso como carne de monte (Gijbers, 2000). Una situación similar sucede con el pecarí (*Dicotyles angulatus*), solamente se registraron huellas en una sola ocasión, dentro del encinar, sin embargo, de acuerdo con la gente local, es posible verlos, pero no descienden demasiado a la parte tropical del ANP quedándose en los límites superiores del encinar e igual que el venado, no son muy comunes. Como lo menciona Flores-Manzanero *et al.* (2013) es común que los pobladores consuman su carne por lo que es de esperarse que las poblaciones tengan el mismo destino que las del venado encontrándose en declive o sin poder incrementar debido a la constante presión por parte de cazadores de la zona.



## Complementariedad

Como se indicó en la sección de resultados, la complementariedad entre las dos muestras dentro del APBT en cada tipo de vegetación es moderadamente elevada pues solo se comparten poco menos de la mitad de las especies registradas, esto es que, entre el bosque tropical caducifolio y el bosque de *Quercus*, existe diferencia entre sus biotas pero no llega a ser total, esto podría deberse a que en particular, el bosque de encino del APBT, se encuentra en asociación con elementos característicos de climas secos como lo son cactáceas, agaves, yucas y elementos de los géneros *Tillandsia*, *Dasyllirion* y *Hechtia* además de condiciones climáticas propias del bosque tropical caducifolio en donde existen laderas calizas con suelos pedregosos (SEMARNAT, 2013), factores que influyen en la presencia de especies afines a estas características, sin embargo al ser un ecosistema diferente también posee condiciones particulares que determinan la presencia de especies exclusivas. Aunado a esto, la baja cantidad de especies exclusivas podría ser consecuencia del estado de conservación del ecosistema ya que es un encinar maduro y que ha sido constantemente sometido a procesos de deforestación y regeneración como lo comentan los habitantes de la zona, lo que acarrear problemas con la riqueza y diversidad del ecosistema por lo cual es de esperarse que sean pocas las especies exclusivas (McArthur y Wilson, 1967; Markussen y Renner, 2002).

Sin embargo el hecho de poseer una complementariedad elevada (indicador de una alta diversidad beta, un alto recambio de especies) denota la importancia que ejerce cada tipo de vegetación como centro de resguardo y límite para las especies debido principalmente a la heterogeneidad ambiental que propicia un cierto grado de especificidad en la mastofauna y provoca que las especies tengan áreas de distribución pequeñas (Ceballos y Navarro, 1991; Arita y León Paniagua, 1993; Ceballos y Rodríguez, 1993; Sarukhán *et al.*, 1996; Arita *et al.*, 1997, Rodríguez *et al.*, 2003), por ejemplo, de la selva seca 18 especies fueron exclusivas de 37 en total, en contraste con la fauna del bosque de *Quercus* donde

siete especies fueron exclusivas de un total de 26, lo que es consistente puesto que el bosque tropical caducifolio es de las vegetaciones que mayor diversidad tienen, ya que alberga una mayor cantidad de fuentes de recursos así como de resguardo y las especies que en ella habitan están adaptadas principalmente para periodos de sequía prolongados por lo que están altamente especializadas (Ceballos *et al.*, 2010), además de encontrarse en un mejor estado de conservación, prueba de esto es que, en este tipo de vegetación se registró la mayor cantidad de especies de murciélagos (de todos los gremios tróficos) y de roedores.

De igual forma al realizar los análisis de complementariedad con otras zonas que albergan tipos de vegetación y condiciones similares, se observó que el valor resultante indica una elevada diversidad beta, ya que, en todos los casos, las especies de una a otra zona no son las mismas, complementándose entre sí y representan solo una pequeña parte del conjunto total de especies para cada zona similar. Esto reafirma lo mencionado por Sarukhán *et al.* (1996), que la conjunción en el territorio de distintos tipos de vegetación y la gran variabilidad climática y de elevación suponen la existencia de un elevado recambio de especies en el país; así, la mastofauna asociada a bosque tropical caducifolio y al bosque de *Quercus* aunque presenta condiciones similares está fuertemente diferenciada por características físicas como la altitud (que en todas las otras zonas a comparar es diferente de la altitud en el área de estudio), lo que evidentemente permite el tener en cada región un conjunto de especies diferentes con solo unas pocas compartidas, esto principalmente debido a que la heterogeneidad ambiental propicia la presencia de un alto número de especies endémicas y en general, de especies con áreas de distribución pequeñas lo que implica un recambio de especies elevado (Arita y León-Paniagua, 1993; Arita *et al.*, 1997). Las otras áreas contra las que se realizaron los análisis de complementariedad pertenecen a regiones biogeográficas que no guardan relación con la Depresión del Balsas y poseen biotas particulares (El Chico-Altiplano Sur, Acapulco-Omitlan y Nizanda-Costa del Pacífico), por lo que era de esperarse que albergaran elementos únicos

que no se distribuyen hacia la región de la Depresión del Balsas donde está ubicada la zona de estudio y por ende aumentara la complementariedad entre éstas zonas, al ser biotas muy distintas entre sí, sin embargo también se llevó a cabo los análisis con lugares que se encuentran dentro de la mismas regiones biogeográficas que la zona de estudio como la Sierra de Nanchititla y El Parque Nacional Omiltemi donde a pesar de pertenecer a las mismas regiones (Depresión del Balsas y Sierra Madre del Sur) poseen elementos únicos que aportan una diferencia elevada por estar localizados en elevaciones diferentes y con una heterogeneidad ambiental particular.

Es de especial interés que el grupo de los mamíferos terrestres pequeños voladores y no voladores es el que aporta principalmente ese recambio de especies debido a que están asociados a áreas de distribución más pequeñas, particularmente los roedores. Brown *et al.* (1996) sugieren que este patrón puede ser el resultado de los requerimientos de hábitats más particulares (cómo alimentación o uso de substrato) de los roedores que de otros mamíferos, de igual forma Arita *et al.* (1997) encontraron que existe una relación entre el tamaño corporal y el área de distribución, en general, las especies más pequeñas, como los roedores, tienen distribuciones más restringidas, que las especies más grandes (como el puma) las cuales son mas extensas; en los murciélagos este patrón no tiene mucha significancia sobre los rangos de distribución debido a que, en su mayoría, los murciélagos poseen tamaños corporales pequeños.

Siguiendo esto en la comparación entre biotas, los murciélagos hicieron un gran aporte pues fueron el grupo en el que mayor cantidad de especies exclusivas se encontraron a pesar de tener rangos más amplios de distribución que los roedores, esto debido principalmente a que poseen hábitos de alimentación particulares, sobre todo los miembros de las familias Phyllostomidae (frutos y néctar) y Vespertilionidae (insectos voladores) (Arita *et al.*, 1997).

Con esta información resulta claro que al APBT posee una biota particular para la región biogeográfica en la que se encuentra, a pesar de ser comparada con otras zonas con iguales características y es importante resaltar que puede existir una mayor cantidad de organismos raros que no se registraron al realizar éste trabajo.

### **Estado de conservación**

En general dentro de las localidades evaluadas del APBT se registraron cinco especies listadas en alguna categoría de riesgo en la legislación mexicana (SEMARNAT, 2010), en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020) o en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna (CITES 2001). Estas especies son un murciélago y cuatro carnívoros. De ellas, los felinos *Puma concolor* (puma), *Lynx rufus* (lince), *Leopardus wiedii* (tigrillo) y *Herpailurus yagouaroundi* (onza) son las especies más amenazadas, consideradas en la actualidad por CITES como especies en peligro de extinción y por los pobladores locales como animales raros en la zona. La legislación mexicana no considera dentro de alguna categoría al puma y al lince, sin embargo, es posible que las poblaciones de estos organismos en el país estén disminuyendo día a día debido a la constante amenaza a sus hábitats por la conversión a tierras de cultivo y para la ganadería (McCord y Cardoza, 1982, Ceballos y Galindo, 1984; Ceballos *et al.*, 2010; Armella y Yañez, 2011).

Principalmente los pumas y lince presentan una alta presión de cacería pues suelen ser eliminados sistemáticamente por suponer un peligro para el ganado y animales de granja de los pobladores (Hoggestejin *et al.*, 1992; Sunquist y Sunquist, 2002), mientras que el tigrillo es una especie usada comúnmente como trofeo o para comercializar su piel en el mercado negro (Nowell y Jackson, 1996; Payán y Trujillo, 2006; Aranda y Valenzuela-Galván, 2015). En cuanto a la onza, su piel no es apreciada comercialmente sin embargo en algunas regiones los

cazan eventualmente cuando salen en búsqueda de otros animales (Leopold, 1959), lo que pone en peligro sus poblaciones.

En el caso del murciélago de nariz larga (*Leptonycteris yerbabuena*), en México se sabe que algunas poblaciones han declinado en los últimos años, sin embargo se ha puesto en duda la vulnerabilidad de esta especie, sugiriendo que su inclusión en la lista de especies amenazadas fue prematura, ya que los datos disponibles no indican disminución alguna en sus poblaciones (Arita, 2005), pero aunque es una especie que no está necesariamente amenazada de extinción podría llegar a estarlo si el hábitat donde reside se ve comprometido por medio de la tala ilegal, incendios o por el cambio de uso de suelo, fragmentando el ecosistema donde habita, propiciando menor cantidad de recursos y lugares de resguardo, provocando así una mayor competencia y el declive de sus poblaciones (Loeving y Markussen, 2003; Arriaga, 2009). Es por ello la vital importancia de esta ANP como sitio de resguardo, pues mantiene, en su mayoría, extensas zonas conservadas de vegetación primaria, sin embargo, esto se ve comprometido principalmente por la ganadería de pueblos aledaños y otras actividades irregulares, suscitando así una problemática de carácter social.

### **Acciones de conservación y perspectivas a futuro**

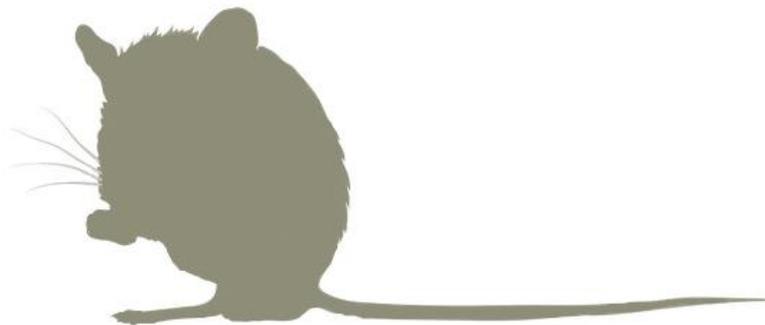
El APBT se mantiene conservado y protegido principalmente por los esfuerzos de los pobladores del municipio de Santo Domingo Tonalá que, al percatarse de la disminución de venados, crearon el Consejo Municipal de Vigilancia de Fauna y Flora (COMUVIFAF) e implementaron un programa de vigilancia con la finalidad de recuperar el número de individuos de venado para su posterior aprovechamiento. Otra de las acciones que implementaron los pobladores es el establecimiento de bebederos y de estaciones alimentarias para venados; lo anterior debido a las condiciones climáticas en la parte del bosque tropical caducifolio de Santo Domingo Tonalá y con la finalidad de recuperar las

poblaciones de venados. Con este programa de vigilancia del venado cola blanca se benefició indirectamente a otras especies animales y vegetales; estas acciones tuvieron como resultado que se incrementaran los avistamientos de puma en la zona al comenzar a incrementarse el número de venados; así mismo, plantas como el mezquite (*Prosopis* sp.) se recuperaron de la explotación que hacían los pobladores para alimentar a su ganado. Por lo anterior, los ganaderos han aprendido a no disponer de la planta en la medida de lo posible, además de que se han realizado acciones de reforestación con ocote y jarilla con la finalidad de recuperar la vegetación natural y brindar sombra, alimento y protección al venado y por consiguiente a otras especies (Flores- Manzanero *et al.*, 2013).

La reforestación se ha realizado en particular en la porción conocida como La Cañada que posee bosque de *Quercus* y que es una de las zonas más afectadas del APBT debido a que estuvo sometida a una constante tala ilegal de los encinos. Los programas de reforestación se llevan a cabo de manera regular por medio de brigadas de voluntarios que lleva a cabo el encargado de ecología, el Sr. Rolando Enrique Martínez Solano junto con habitantes de Santo Domingo, Natividad y otros poblados aledaños, además de la limpieza de muérdago por ser una plaga que compromete la salud de los árboles de encino que persisten. Estas actividades de reforestación y mantenimiento del encinar aunque son constantes requieren de un cuidado y resguardo debido a que los habitantes de poblados cercanos a La Cañada llevan a pastorear su ganado lo que hace que las plántulas de encino sean pisadas o consumidas y nunca lleguen a prosperar. En lo que respecta a la parte de educación ambiental y cultural del APBT el Sr. Marco Antonio Martínez Ortiz, Presidente de la Asociación “Unión de Propietarios y Poseedores de Terrenos del Boquerón de Tonalá A. C.”, es el encargado de realizar visitas guiadas a un pequeño museo que se encuentra en el pueblo donde enfatiza el trabajo que llevan a cabo las brigadas para el cuidado y resguardo del ANP, además de ser el contacto directo con el gobierno del estado y el municipio, para hablar sobre programas y necesidades requeridas para él área, temas relacionados a trabajos de limpieza y rehabilitación de zonas afectadas así como

el seguimiento a trabajos de reconstrucción de infraestructura y monitoreo de flora y fauna dentro del ANP.

Todas estas acciones han permitido que la flora y fauna del APBT se mantenga en un alto grado de conservación y que el ANP goce de una buena calidad aun cuando existan zonas que se han convertido en cultivos y amenazas como lo son los incendios, la tala ilegal y la cacería furtiva. Factores como estos son determinantes para establecer acciones de conservación que sigan haciendo partícipes a los pobladores de Santo Domingo Tonalá y les provean otra forma de ingresos provenientes del ecoturismo y la llegada constante de personas que visiten el ANP, evitando así que realicen actividades ilegales para el sustento de sus familias que dañen la biodiversidad del ANP. Además de la participación de los pobladores cercanos al área, es necesaria la incorporación de elementos de seguridad por parte del estado en colaboración con CONANP y PROFEPA que estén destinados a detener las acciones clandestinas como la cacería de fauna y la extracción ilegal de flora, de manera permanente en el APBT con la finalidad de conservar el estatus actual del lugar.



## CONCLUSIÓN

Con las colectas realizadas se estableció una colección de referencia del sitio formada por 230 registros (196 ejemplares colectados y 34 fotografías) los cuales están depositados en las instalaciones del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias, UNAM.

En función del análisis realizado sobre la diversidad mastofaunística, es un hecho que las características y condiciones ecológicas que imperan en el área permiten la persistencia de las especies de mamíferos encontradas y la estabilidad en sus poblaciones, resaltando una elevada riqueza dentro de la zona debido principalmente a la presencia de dos tipos de vegetación particulares que, por sus diferencias, permiten la diversificación de la mastofauna. El bosque tropical caducifolio presentó una mayor cantidad de especies y de individuos a diferencia del bosque de *Quercus* el cual presentó una menor cantidad derivado de su amenazado estado de conservación, sin embargo, aún es reversible el daño generado en este tipo de vegetación por lo que de tomarse medidas favorables es posible que la calidad en cuanto a diversidad de mamíferos aumente. Debido a esto, es necesario continuar con las políticas ambientales descritas en el plan de manejo para que estas condiciones y procesos biológicos continúen siendo óptimos para la vida silvestre dentro del ANP

Dentro de estas políticas ambientales, un tema importante es el ordenamiento ecológico que se lleva dentro del área por medio de subzonas, con características de permisión o negación de actividades a realizar. De lo que se pudo observar en especial en el área de La Cañada (donde predomina el bosque de *Quercus*) la cual se encuentra como una Subzona de Aprovechamiento de los Recursos Naturales, es que varias actividades no permitidas tales como la agricultura, ganadería, introducción de especies invasoras, depósito de materiales que impliquen riesgos de incendios, modificación de las corrientes naturales de los acuíferos, cauces naturales, manantiales, etc., se llevaban a cabo de forma libre y sin ninguna consecuencia para las personas responsables. De igual forma,

actividades permitidas como la cacería bajo el esquema de UMA o el aprovechamiento forestal no se llevaban a cabo bajo supervisión de alguna autoridad competente o con los debidos permisos. Es necesario que estas políticas sean revisadas y llevadas a cabo de manera rigurosa para mantener en buen estado las condiciones que permiten el buen funcionamiento de los ecosistemas dentro del área.

Si bien, aunque presente un buen estado de conservación, ésta ANP se encuentra amenazada por factores como la explotación forestal y animal, bajo este panorama la parte social encargada de la protección del APBT realizada por los pobladores del municipio ha sido constante y ha brindado resultados en el cuidado y continuidad de los procesos biológicos dentro de ella, sin embargo, es imperativo para las autoridades gubernamentales a cargo del APBT que tomen medidas para la protección de las zonas donde se extiende el Bosque de *Quercus* pues, como se vio, es de los ecosistemas con mayor grado de perturbación que se tiene dentro del área y pone en riesgo no solo a las poblaciones de mamíferos sino de otros grupos en general.

El presente estudio es de los primeros para el ANP con información concisa y comprobable por el trabajo y las colectas realizadas en campo, en el cual se actualiza la lista de mamíferos encontrada en el plan de manejo, además de resaltar la importancia de actividades científicas y monitoreos constantes que ayuden a mejorar los programas y dinámicas de conservación en el área. La información contenida dentro de este escrito puede ayudar a ampliar las políticas de conservación, así como establecer un referente para futuros estudios que posibiliten la ampliación de los límites del ANP o su inclusión en alguna otra categoría.



## LITERATURA CITADA

Adler, P. y W. Lauenroth. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecology Letters*, 6(8): 749-756.

Akasaka, T., D. Nakano, y F. Nakamura. 2009. Influence of prey variables, food supply, and river restoration on the foraging activity of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) in the Shibetsu River, a large lowland river in Japan. *Biological Conservation* 142:1302–1310.

Alberico M., A. Cadena, J. Hernández-Camacho y J. Muñoz-Saba. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(1):43-75.

Alfaro-Sánchez, G. 2004. Suelos. En: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.) *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, 55-65 pp

Alfaro, A.M., J.L. García-García, y A. Santos-Moreno. 2005. The False Vampire Bat, *Vampyrum spectrum*, in Oaxaca, México. *Bat Research News* 46:145-146.

Alfaro, A.M. y A. Santos-Moreno. 2012. The big free-tailed bat *Nyctinomops macrotis* (Chiroptera: Molossidae) in Oaxaca, Mexico. *Chiroptera Neotropical*, 18:1115-1116.

Álvarez, T., S.T. Álvarez-Castañeda y J.C. López-Vidal. 1994. *Claves para murciélagos mexicanos*. Publicación Especial, Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México, D. F. 65 pp.

Apátiga C., M.C. y A. Núñez G. 2003. *Claves para la identificación taxonómica de los mamíferos michoacanos*. Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. 73 pp.

Aranda, M., N. López-Rivera y L. López-de Buen. 1995. Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra de Ajusco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie.)*, 65:89-99.

Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa. 212 pp.

Aranda, M. 2005. *Leopardus wiedii*. En: G. Ceballos y G. Oliva (eds.) *Los mamíferos silvestres de México*. Editorial Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, D. F., Pp. 361-362.

Aranda-Sánchez, J.M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 256 p.

Aranda, M. y D. Valenzuela-Galván. 2015. Registro notable de margay (*Leopardus wiedii*) en el bosque mesófilo de montaña de Morelos, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 110-112.

Arita, H.T. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128 *En: R. A. Medellín, y G. Ceballos, (eds). Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, AC, 1: 1-464.

Arita, H.T. y L.S. León-Paniagua. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. *Ciencias*, número especial, 7: 13-22.

Arita, H.T., F. Figueroa, A. Frisch, P. Rodríguez y K. Santos Del Prado. 1997. Geographical Range Size and the Conservation of Mexican Mammals. *Conservation Biology*, 11(1): 92-100

Arita, H.T. 2005. *Leptonycteris yerbabuena*. En: G. Ceballos y G. Oliva (eds.) *Los mamíferos silvestres de México*. Editorial Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, D. F., Pp.220-222.

Armella, M. y M. Yañez. 2011. Mamíferos mexicanos en peligro de extinción. *Revista Digital Universitaria*, 12(1): 1-10.

Arnaud, G. 1993. Alimentación del coyote (*Canis latrans*) en Baja California Sur, México. Pp. 203-215, *En: R. A. Medellín, y G. Ceballos, (eds). Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, AC, 1: 1-464.

Arriaga, L. 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación Ambiental*, 1(1): 6-16.

Arroyo Chacón, E., E. Riechers Pérez, E.J. Naranjo, y G. Rivera-Velázquez. 2013. Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos silvestres entre hábitats en el Parque Nacional Cañon del Sumidero, Chiapas, México. *Therya*. 4(3): 647-676.

Azuara-Santiago, D. 2005. *Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la Selva Lacandona, Chiapas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM, México. 136 pp.

Baker, R.H. 1952. Geographic range of *Peromyscus melanophrys*, with description of a new subspecies. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History*, 5: 251-258.

Bárcenas, H.V. y F. Romero. 2005. *Lynx rufus*. En: G. Ceballos y G. Oliva (eds.) Los mamíferos silvestres de México. Editorial Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, D. F., Pp. 362-364.

Bekoff, M. 1977. *Canis latrans*. *Mammalian Species*, 79:1-9.

Benson, D.L. y F.R. Gehlbach. 1979. Ecological and Taxonomic Notes on the Rice Rat (*Oryzomys couesi*) in Texas. *Journal of Mammalogy*, 60(1): 225-228.

Berger, K.M., E.M. Gese y J. Berger. 2008. Indirect effects and traditional trophic cascades: a test involving wolves, coyotes and pronghorn. *Ecology*, 89: 818-828.

Bernard, E., y M.B. Fenton. 2007. Bats in a fragmented landscape: species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. *Biological Conservation*, 134:332–343.

Blake, E.R. 1950. A report on a collection of birds from Guerrero, México. *Fieldiana Zoology*, 31:373-392.

Blancas-Calva, E., A.G. Navarro-Sigüenza y J.J. Morrone. 2010. Patrones biogeográficos de la avifauna de la Sierra Madre del Sur. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 561-568.

Bobrowiec, P.E.D. y R. Gribel. 2010. Effects of different secondary vegetation types on bat community composition in Central Amazonia, Brazil. *Animal Conservation*, 13:204–216.

Bonaccorso, F.J. 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. Florida State Mus. *Biological Sciences* 24(4): 359-408.

Botello, F., P. Illoldi-Rangel, M. Linaje, y V. Sánchez-Cordero. 2007. New record of the Rock Squirrel (*Spermophilus variegatus*) in the state of Oaxaca, México. *The Southwestern Naturalist*, 52:326-328.

Briones Salas, M.A. 2001. *Los mamíferos de la región Sierra Norte de Oaxaca, México*. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Oaxaca. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R104. México, D.F.

Briones-Salas, M., y V. Sánchez-Cordero. 2004. *Mamíferos*. Pp. 423-447 En: García, A.J., M.J. Ordoñez, y M. Briones-Salas, (eds.) *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Oaxaca, México.

Briones-Salas, M. 2012. Mamíferos de Oaxaca. *Therya*, 3(3): 273-275.

Briones-Salas, M., M. Cortés-Marcial y M.C. Lavariega. 2015. Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 685–710.

Brower, J.E. y J.H. Zar. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226pp.

Brown, J.H. y B.A. Harney. 1993. Population and community ecology of heteromyid rodents in temperate habitats. En: H.H. Genoways y J.H. Brown (Eds.), *Biology of the Heteromyidae*. Special Publications 10, American Society of Mammalogysts. Pp. 618–650.

Brown, J.H., G.C. Stevens y D.W. Kaufman. 1996. The geographic range: size, shape, boundaries and internal structure. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 27:597-623

Buenrostro-Silva, A., M. Antonio-Gutiérrez y J. García-Grajales. 2012. Mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Chacahua y la Tuza del Monroy, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 28(1): 56-72.

Buenrostro-Silva, A., B. Pinacho-López y J. García-Grajales. 2017. Diversidad de mamíferos en una reserva privada de la Sierra Sur de Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios.*, 4(10):111-122.

Cadena, M. 2003. *Efectos de la perturbación y estacionalidad en la comunidad de roedores en una selva baja caducifolia en Morelos, México*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias, Universidad de Las Américas-Puebla.

Calisher C.H., J.E. Childs, H.E. Field, K.V. Holmes y T. Schountz. 2006. Bats: Important reservoir hosts of emerging viruses. *Clin. Microbiol. Rev.*, 19(3):531-545.

Carey, A.B. 1982. The ecology of red foxes *Vulpes vulpes*, gray foxes *Urocyon cinereoargenteus*, and rabies in the eastern USA. *Wildlife Society Bulletin*, 10:18-26.

Carraway, L.N. 2007. Shrews (Eulypotyphla: Soricidae) of Mexico. *Monographs of the Western North American Naturalist*, 3:1-91.

Castro-Torreblanca, M., E. Blancas-Calva, G.M. Rodríguez-Mirón y D.N. Espinosa-Organista. 2014. Patrones espaciales de distribución y diversidad de la avifauna de la provincia del Balsas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85 (3): 823-830.

Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Limusa/Instituto de Ecología, México, D.F. 299 pp.

Ceballos, G. 1989. *Population and community ecology of small mammals in a tropical deciduous forest in western Mexico*. Ph.D. dissertation, University of Arizona, Tucson, 158 pp.

Ceballos, G. 1990. Comparative natural history of small mammals from tropical forest in western Mexico. *Journal of Mammalogy*, 71:263-266.

Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. *En: M.A. Mares y D.J. Schmidly (eds). Topics in Latin American Mammalogy: History, Biodiversity, and Education*. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma. 167-198 pp.

Ceballos, G. y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II. Patrones de endemidad. *En: R.A. Medellín y G. Ceballos (eds). Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México.

Ceballos, G. 1995. Vertebrate diversity, ecology, and conservation in Neotropical dry forests, *En: S.H. Bullock, H.A Mooney y S.E. Medina (eds.), Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 195-220

Ceballos, G. y A. García. 1995. Conserving Neotropical biodiversity: the role of dry forest in western Mexico. *Conservation Biology* 9:1349-1356.

Ceballos, G. y A. Miranda, 2000. *Guía de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México*. Fundación Cuixmala, A. C., Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R.A. Medellín. 2002. The mammals of Mexico: composition, distribution and conservation. *Occasional papers, The Museum Texas Tech University*, 218: 1-27.

Ceballos G. y J.A. Simonetti. (eds.). 2002. *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. CONABIO-UNAM, D.F., México.

Ceballos, G. y G. Oliva (coords.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Editorial Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, D. F., 464 pp.

Ceballos, G. R. List, R. Medellín, C. Bonacic y J. Pacheco. 2010. *Los felinos de América. Cazadores Sorprendentes*. Teléfonos de México, SAB de CV. México. 155pp.

Ceballos, G. y L. Martínez. 2010. Mamíferos. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury Creel y R. Dirzo (eds.). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas secas del Pacífico México*. Fondo de Cultura Económica/CONABIO Pp.119-144.

Ceballos, G. y J. Arroyo-Cabrales. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 2(2):27-80

Ceballos G. y P.R. Ehrlich. 2009. Discoveries of new mammal species and their implications for conservation and ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(10): 3841-3846.

Cervantes-Zamora, Y., S.L. Cornejo-Olguín, R. Lucero-Márquez, J.M. Espinoza-Rodríguez, E. Miranda-Viquez, y A. Pineda-Velázquez. 1990. *Provincias Fisiográficas de México*. Extraído de Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México. Obtenido del portal de geoinformación de CONABIO el 27 de mayo del 2019:

[http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rfisio4mgw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rfisio4mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)

Cervantes, F.A. y B. Riveros L. 2012. Mamíferos del municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México. *Therya*, 3(3): 311-235.

Chagoya, V. 2011. *Biodiversidad de Fauna de la Región Mixteca*. Proyecto Mixteca. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Fondo para el Medio Ambiente Mundial-World Wildlife Fund. Oaxaca, México.

Challenger, A., y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres, En: *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 87-108.

Chávez, C. y G. Ceballos. 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 5: 27-44.

Chávez, C. y G. Ceballos. 2005. *Puma concolor*. En: G. Ceballos y G. Oliva (eds.) *Los mamíferos silvestres de México*. Editorial Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, D. F., Pp. 364-367.

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

Chávez Tovar, J.C. y G. Ceballos. 2005. *Peromyscus difficilis*. En: G. Ceballos y G. Oliva (eds.) *Los mamíferos silvestres de México*. Editorial Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, D. F., Pp. 729-730.

Cimé Pool, J.A., J.B. Chablé-Santos, J.E. Sosa-Escalante y S.F. Hernández-Betancourt. 2006. Quirópteros y pequeños roedores de la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22(1): 127-131.

Cleveland, C.J., M. Betke, P. Federico, J.D. Frank, T.G. Hallara, J. Horn, J.D. López Jr., G.F. Mccracken, R.A. Medellín, A. Moreno-Valdez, C.G. Sansone, J.K. Westbrook y T.H. Kunz. 2006. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Front. Ecol. Environ.*, 4:238-243.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2005. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Boquerón de Tonalá. SEMARNAT-CONANP, 65 p.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. *Provincias biogeográficas de México*. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. Obtenido del portal de geoinformación de CONABIO el 27 de mayo del 2019: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rbiog4mgw.xml?\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rbiog4mgw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. *Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO*. Escala 1: 1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. Obtenido del portal de geoinformación de CONABIO el 29 de noviembre del 2019: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usv731mgw.xml?\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usv731mgw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)

Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES).2001. Appendices, I, II and III. Consultado el 24 de febrero del 2018 en: <http://www.cites.org/eng/app/appendices.php>

Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London B*, 345:101-118.

Colwell, R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>.

Cuarón, A.D., A. Shedden, E. Rodríguez-Luna, P.C. de Grammont, A. Link, E. Palacios, A. Morales y L. Cortés-Ortiz. 2008. *Alouatta palliata*. *The IUCN Red List of Threatened Species* Consultado el 17 de abril del 2019 en: <https://www.iucnredlist.org/species/39960/10280447>.

Cuervo-Robayo, A.P., O. Téllez-Valdés, M.A. Gómez-Albores, C.S. Venegas-Barrera, J. Manjarrez, E. Martínez-Meyer. 2014. Precipitación anual en México (1910-2009), escala: 1:1000000. Modificado por CONABIO (2015). México, D. F.

Dehesa, R. 2007. *Situación hídrica de la cuenca del río Mixteco en Oaxaca*. Consejo de cuenca del río Balsas. Comisión Estatal del Agua. Informe técnico.

Di Bitetti, M.S. 2008. Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres. *Ciencia Hoy*. 18(108).

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2008. Decreto por el que se declara área Natural Protegida, con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, la zona conocida como Boquerón de Tonalá, localizada en el municipio de Santo Domingo Tonalá, en el estado de Oaxaca. *Diario Oficial de la Federación*, 22 de septiembre de 2008, 11-17 pp.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*, 28 de enero de 1988, 45pp.

Dowler, R.C. y H.H. Genoways. 1978. *Liomys irroratus*. *Mammalian Species*. The American Society of Mammalogists, 82: 1-6.

Emrich, M.A., E.L. Clare, and W.O.C. Symondson. 2014. Resource partitioning by insectivorous bats in Jamaica. *Molecular Ecology*, 23:3648–3656.

Escalante, P., A.G. Navarro S. y A.T. Peterson. 1993. A geographic, ecological and historical analysis of land birds diversity in México. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution* Oxford University Press, Oxford. Pp. 281- 307.

Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: ciencia y cultura*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, 52: 53-56.

Escalona, M.G. 2011. *Papel ecológico de las aguadas para murciélagos insectívoros en un bosque tropical subhúmedo*. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), México.

Faith, D.P., S. Magallón, A.P. Hendry, E. Conti, T. Yahara, y M.J. Donoghue. 2010. Ecosystem services: an evolutionary perspective on the links between biodiversity

and human well-being. Current opinion in *Environmental Sustainability*, 2(1-2): 66-74.

Fernández, N.R., J.C. Rodríguez, S.M.L. Arreguín y J.A. Rodríguez. 1998. Listado florístico de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* 9:1-151

Ferrusquía-Villafranca, I. 1993. Geology of Mexico: a synopsis. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distribution* Oxford University Press, Oxford. Pp. 3-107.

Fleming, T.H. 1971. Population ecology of three species of neotropical rodents. University of Michigan. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology*: 143: 1-77.

Fleming, T.H. 1974. The population ecology of two species of Costa Rican heteromyid rodents. *Ecology* 55: 493-510

Fleming, T.H. 1977. Response of two species of tropical heteromyid rodents to reduced food and water availability. *Journal of Mammalogy* 58: 102-106.

Fleming, T.H. 1975. The role of small mammals in tropical ecosystem. En: F. B. Golley, K. Petruszewicz, y L. L. Ryszkowski (eds.) *Small mammals: Their productivity and population dynamics*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 269-298.

Flores, O. y P. Gérez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad & UNAM. Edición Técnico Científicas. México.

Flores-Manzanero, A., G.E. González-Pérez, M.A. Vázquez-Dávila y G.I. Manzanero-Medina. 2013. Conocimiento y usos de *Odocoileus virginianus* en Santo Domingo Tonalá, Oaxaca. *Therya*, 4(1):103-112.

Fritzell, E.K. y K.J. Haroldson. 1982. *Urocyon cinereoargenteus*. *Mammalian Species* 189:1-8.

Fuentes-González, J.A. y J. Muñoz-Durán. 2017. Comportamiento social y preferencias alimentarias en la evolución de los cánidos actuales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88:192-206.

García, E. 1964. *Modificaciones al sistema de clasificación Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Cuarta edición. Offset Larios. México, D.F.

García, E – Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Climas (clasificación Köppen, modificado por García), escala 1:1000000. México.

García-Grajales, J. y A. Buenrostro-Silva. 2012. Revisión al conocimiento de los murciélagos del estado de Oaxaca. *Therya*, 3(3): 277-293.

García-García, J.L., A.M. Alfaro y A. Santos-Moreno. 2006. Registros notables de murciélagos en el estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 10: 88-91.

García-García, J.L., A. Santos-Moreno, A. Alfaro, y A. Soto-Centeno. 2007. Notheworthy records of *Eptesicus fuscus* from Oaxaca, Mexico. *Bat Research News*, 48:5-6.

García-Mendoza, A.J., M.J. Ordoñez, y M. Briones-Salas. 2004. *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Oaxaca, México.

García, M., C. Jordan, G. O'Farril, C. Poot, N. Meyer, N. Estrada, R. Leonardo, E. Naranjo, A. Simons, A. Herrera, C. Urgilés, C. Schank, L. Boshoff, y M. Ruiz-Galeano. 2016. *Tapirus bairdii*. *The IUCN Red List of Threatened Species* Consultado el 17 de abril de 2019 en: <https://www.iucnredlist.org/species/21471/45173340>

Galicia, L., B.M. Chávez-Vergara, M. Kolb, R. I. Jasso-Flores, L.A. Rodríguez-Bustos, L.E. Solís, V. Guerra de la Cruz, E. Pérez-Campusano y A. Villanueva. 2018. Perspectivas del enfoque sociológico en la conservación, el aprovechamiento y pago de servicios ambientales de los bosques templados de México. *Madera y Bosques*, 24(2).

Gallina, S. y C. López-González (eds). 2011. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México 377 pp.

Gannon, M.R., M.R. Willig y J.K. Jones Jr. 1989. *Sturnira lilium*. *Mammalian Species* 333, pp. 1-5.

Genoways, H.H. 1973. Systematics and evolutionary relationships of spiny pocket mice, genus *Liomys*. *Spec. Publ. Mus. Texas Tech Univ*, 5: 1-368.

Gentry, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. Pp. 146-194. En: S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). *Seasonally dry forests*. Cambridge University Press, Nueva York.

Gijsbers, W. 2000. *De cazadores a guarda-venados, rescate de fauna y flora en Santo Domingo Tonalá, Mixteca*. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Ciudad de México, México.

Goodwin, G.G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin American Museum of Natural History*, 141:1-269.

Gotelli, N.J. y R.K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.*, 4:379-391.

Gotelli, N.J. y R.K. Colwell. 2011. Estimating Species Richness. En: *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment*, Oxford University Press, United Kingdom, 39-54.

Guerrero, S., M.H. Badii, S.S. Zalapa y A.E. Flores. 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 86: 119-137.

Guerrero, S., M.H. Badii, S.S. Zalapa y J.A. Arce. 2004. Variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la costa norte de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 20:145-157.

Gutiérrez, M.G. y R. Sánchez. 1986. *Repartición de los recursos alimenticios en la comunidad de lacertilios de Cahuacán Edo. de México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores, Iztacala. UNAM, México. 157 pp.

Hall, E.R. 1981. *The mammals of North America*. John Wiley and Sons, Vol. 1: XV+600+90, vol. 2: VI+601+1181. New York.

Halffter, G. 2005. Towards a culture of biodiversity conservation. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie.)*, 21: 133-153.

Halffter, G. 2017. La zona de transición mexicana y la megadiversidad de México: del marco histórico a la riqueza actual. *Duguesiana*, 24 (2): 77-89.

Hall, E.R. y B. Villa-R. 1949. An annotated checklist of the mammals of Michoacan, Mexico. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History*, 1:431-472.

Heithaus, R.E. 1982. Coevolution between bats and plants. En: T.H. Kunz (Ed.) *Ecology of bats*. Plenum Press, New York. Pp. 327-367

Hernández, B. y G. Oliva. 2005. *Cratageomys merriami* (Thomas, 1893). En: G. Ceballos y G. Oliva (eds.), *Los Mamíferos silvestres de México*. Ed. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, D.F. p. 590-591.

Hernández, L. y M. Delibes. 1994. Seasonal food habits of coyotes, *Canis latrans*, in the Bolsón de Mapimí, Southern Chihuahuan Desert, México. *Z. Säugetierkunde*, 59:82-86

Hernández, L., M. Delibes y F. Hiraldo. 1994. Role of reptiles and arthropods in the diet of coyotes in extreme desert areas of northern México. *Journal of Arid Environments*, 26:165-170.

Hernández, L., R. Parmenter, J. W. Dewitt, D. C. Linghtfoot y J. W. Laudré. 2002. Coyote diets in the Chihuahua Desert, more evidence for optimal foraging. *Journal of Arid Environments*, 51:613-624.

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

Hidalgo-Mihart, M. L. Cantú-Salazar, C. A. López-González, E. Martínez-Meyer y A. González- Romero. 2001. Coyote (*Canis latrans*) food habits in a Tropical Deciduos Forest of western Mexico. *The American Midland Naturalist*, 146:210-216.

Hoare, C.A. 1972. *The trypanosomes of mammals. A zoological monograph*. Blackwell Scientific Publications. U.K. 749 pp.

Hoogesteijn, R., A. Hoogesteijn y E. Mondolfi. 1992. El dilema depredación vs conservación del jaguar y análisis de la mortalidad de bovinos causada por felinos en tres hatos del llano venezolano. *Felinos de Venezuela: biología, ecología y conservación*, pp. 129-160.

Hudson, E.M. 1978. The raccoon (*Procyon lotor*) on St. Ctherines Island, Georgia. 2. Relative abundance in different forest types as a function of population density. *Amer. Mus. Nov.* 2648:1-15.

Ibarra-Cerdeña, C.N., V. Sánchez-Cordero, A.T. Peterson y J.M. Ramsey. 2009. Ecology of North American Triatominae. *Acta Tropica*, 110:178-186.

Iloldi-Rangel, P., T. Fuller, M. Linaje, C. Pappas, V. Sánchez-Cordero, y S. Sarkar. 2008. Solving the maximum representation problem to prioritize areas for the conservation of terrestrial mammals at risk in Oaxaca. *Diversity and Distrtributions*. 14:493-508.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1982-1988. Cartas E14D24 Tezoatlán de Segura y Luna Oaxaca. Carta Hidrológica, Carta de Uso de suelo y vegetación y Carta geológica. Escala 1:250000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1995. Anuario estadístico del estado de Oaxaca. INEGI, Aguascalientes. 707 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2014. Fisiografía. Datos vectoriales escala 1:1000000 <<http://www.inegi.org.mx>> (consultada 20 de marzo 2019).

International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2017-3. . Consultado el 16 de abril de 2020 en: <http://www.iucnredlist.org>

Iñiguez, D.L.I. 1993. Patrones de distribución de los mamíferos en el occidente de México. Pp. 65-86. En: Medellín, R. y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicación especial, vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México D.F., 464 pp.

Janzen, D.H. (ed.). 1983. *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago.

Janzen. D.H. 1986. Mice, big mammals, and seeds. it matters who defecates what where. Pp. 251-271. En: Frugivores and seed Dispersal. A. Estrada y T. H. Fleming (eds.). Dr. W. Junk, Dordrecht.

Janzen, D.H. 1997. Wildland biodiversity management in the tropics. En: M.L. Reaka-Kudla, D.E. Wilson y E.O. Wilson (eds.) *Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources*, Joseph Henry, Washington, D.C. p. 411-411.

Janzen. D.H. y D.E. Wilson. 1983. Mammals. Pp. 426-442. En: D.H. Janzen (ed.). *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago.

Jenks, K.E., P. Chanteap, K. Damrongchainarong, P. Cutter, T. Redford, A.J. Lynam, J. Howard y P. Leimgruber. 2011. Using relative abundance indices from camera-trapping to test wildlife conservation hypotheses – an example from Khao Yai National Park, Thailand. *Tropical Conservation Science*, 4: 113-131.

Jiménez Almaraz M.T. 1991. *Los mamíferos del Parque Ecológico Estatal de Omiltemi, municipio de Chilpancingo, Guerrero*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM, México. 112 pp.

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: 151-161.

Jiménez-Valverde, A. y J.M. Lobo. 2004. Un método sencillo para seleccionar puntos de muestreo con el objeto de inventariar taxones hiperdiversos: el caso práctico de las familias Araneidae y Thomisidae (Araneae) en la comunidad de Madrid, España. *Ecología*, 18: 297-308.

Joerg-Henner, L y S. Anderson. 1979. *Procyon lotor*. *Mammalian Species*, 119:1-8.

Jones, G. y E.C. Teeling. 2006. The evolution of echolocation in bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 21:149–156.

Kalko, E.K. 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*, 101(4):281-297.

Kennedy, M.L., G.D. Schnell, M. de L. Romero-Almaraz, B.S Malakouti, C. Sánchez-Hernández, T.L. Best y M.C. Wooten. 2013. Demographic features, distribution, and habitat selection of the gray mouse opossum (*Tlacuatzin canescens*) in Colima, Mexico. *Acta Theriologica*, 58:285.

Kraker-Castañeda, C., A. Santos-Moreno y J.L. García-García. 2013. Riqueza de especies y actividad relativa de murciélagos insectívoros aéreos en una selva tropical y pastizales en Oaxaca, México. *Mastozoología Neotropical*, 20(2): julio-diciembre, 2013, Pp. 255-267.

Kozakiewicz, M. y J. Szacki. 1995. Movements of small mammals in a landscape: Patch restrictions or nomadism? En: W. Z. Lidicker (ed.). *Landscapes approaches in mammalian ecology and conservation*. University of Minnesota Press. Pp. 78-94.

Lamas, G., R.K. Robbins y D.J. Harvey. 1991. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)*, 40:1-19.

Lavariaga, M.C., N. Martín-Regalado, y R.M. Gómez-Ugalde. 2012. Mamíferos del centro-occidente de Oaxaca, México. *Therya*, 3(3):349-370.

Leopold, A.S. 1959. *Wildlife of Mexico: the game birds and mammals*. University of California Press, London. 568 pp.

Leopold, A.S. 1977. *Fauna silvestre de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, Ed. Pax-México 2da Ed. México. 608 pp.

Lira, I.E., C. Mudesphacher y B. García. 1994. *Theria. Diccionario de Mamíferos*. AGT Editor, S. A. México. D. F. 174 pp.

Lira, I., y V. Sánchez-Cordero. 2006. Nuevo registro de *Conepatus semistriatus* Boddaert, 1784 (Carnivora: Mustelidae), México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 22:119-121.

Lira-Torres, I. 2007. Nuevo registro de *Balaenoptera musculus* Linnaeus, 1758 (Mysticeti: Balaenopteridae) para la costa de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 11:69-72.

Lira, I., M.A. Camacho-Escobar y C. Hernández-Santiago. 2008. Mamíferos de la Bahía y Micro-cuenca del Río Cacaluta, municipio de Santa María, Huatulco, Oaxaca. En: J.M. Domínguez-Licona (ed.), *Diagnóstico de los recursos naturales de la Bahía y Micro-Cuenca de Cacaluta, Municipio de Santa María Huatulco*. Universidad del Mar, Huatulco, Oaxaca, México. Pp. 267-280.

Lira-Torres, I. y M. Briones-Salas. 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 28(3): 566-585.

Loening, L.J. y M. Markussen. 2003. Pobreza, deforestación y sus eventuales implicaciones para la biodiversidad en Guatemala. *Economía, Sociedad y Territorio*,4(14):279-315.

López de Juambelz, R. 2015. El Paisaje de la Mixteca Alta. *Bitacora Arquitectura*, 31: 77-85.

López Medellín, X. y R.A. Medellín. 2005. *Oryzomys couesi* En: G. Ceballos y G. Oliva (eds.) *Los mamíferos silvestres de México*. Editorial Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, D. F. Pp. 709-710.

Lorenzo, C., J. Vázquez, L. Rodríguez-Martínez, A. Bautista, A. García-Méndez y F.A. Cervantes. 2018. *Sylvilagus cunicularius* Waterhouse, 1848 Mexican Cottontail. En: A.T. Smith, C.H. Johnston, P.C. Alves and K. Hackländer (eds), *Lagomorphs: Pikas, Rabbits, and Hares of the World*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA. Pp. 131–135.

Lotze, J.H. y S. Anderson. 1979. *Procyon lotor*. *Mammalian Species*, 119:1-8.

Maass, J., P. Balvanera, A. Castillo, G.C. Daily, H.A. Mooney, P. Elrich, M. Quesada, A. Miranda, V.J. Jaramillo, F. García-Oliva, A. Martínez-Yrizar, H. Cotler, J. López-Blanco, A. Pérez-Jiménez, A. Búrquez, C. Tinoco, G. Ceballos, L. Barraza, R. Ayala, y J. Sarukán. 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from longterm ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society*, 10:17.

MacSwiney, M.C., B. Bolivar, F.M. Clarke y P.A. Racey. 2009. Insectivorous bat activity at cenotes in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Acta Chiropterologica* 11:139-147.

Maffei, L., E. Cuellar y J. Noss. 2002. Uso de cámara trampa para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista boliviana de ecología y conservación ambiental*, 11: 55-65.

Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm, Londres. 179 pp.

Mares, M.A. 1992. Neotropical mammals and the myth of Amazonian diversity. *Science* 255:976-979.

Margules, C.R., y S. Sarkar. 2007. *Planeación sistemática de la conservación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.

Markussen, M. y S.C. Renner. 2002. Landscape changes and avifaunistic diversity in a Guatemalan mountain cloud forest in Alta Verapaz, En: *Society negotiations for ecology*, núm 32, Changing Landscapes, Changing Ecology, Pp. 302.

Marín, A., G. Ceballos y J. Pacheco. 2016. Mamíferos en dos localidades de selva seca en el estado de Guerrero. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época*, 6(2): 50-67.

Marinello, M.M. y E. Bernard. 2014. Wing morphology of Neotropical bats: a quantitative and qualitative analysis with implications for habitat use. *Canadian Journal of Zoology*, 92:141–147.

Mason, E. 2005. *Efectos de la perturbación del hábitat y la estacionalidad climática en la dieta de Liomys irroratus (Gray, 1868) en una selva seca del sur del Estado de Morelos*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Matson, J., N. Woodman, I. Castro-Arellano y P. C. de Grammont. 2016. *Scalopus aquaticus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Consultado el 18 de abril de 2019 en: <https://www.iucnredlist.org/species/41471/115188304>

McArthur, R.H. y E.O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Monograph in Population Biology núm. 1, Princeton University Press, Princeton.

McCord, C.M. y J.E. Cardoza. 1982. Bobcat and lynx. En: Chapman, J.A. y G.A. Feldhamer (Eds). *Wild mammals of North America*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA. Pp. 728–766.

McManus, J.J. 1974. *Didelphis virginiana*. *Mammalian Species*, 40:1-6.

Medellín, R.A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. En: Medellín, R. y G. Ceballos (Eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicación especial, vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México D.F. Pp. 333-354.

Medellín, R., D. Azuara, L. Maffei, H. Zarza, H. Bárcenas, E. Cruz, R. Legaria, I. Lira, G. Ramos-Fernández, y S. Ávila. 2006. Censos y Monitoreo. En: C. Chávez y G. Ceballos, (eds.). *El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad

Alianza WWF, Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. Pp. 25-35.

Meraz, J. y V.M. Sánchez-Díaz. 2008. Los mamíferos marinos en la costa central de Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79:143-151.

Monroy-Vilchis, O., M.M. Zarco-González, J. Ramírez-Pulido y U. Aguilera-Reyes. 2011. Diversidad de mamíferos de la Reserva Natural Sierra Nanchititla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 237-248.

Morales, L. y E.I. Castro. 2005. *Thomomys umbrinus*. En: G. Ceballos y G. Oliva (eds.). *Los Mamíferos silvestres de México*. Ed. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, D.F. Pp. 608-609.

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

Moreno, C.E. y G. Halffter. 2001. On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 38: 487-490.

Morrone, J.J. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Rev. Bras. Ent.*, 48: 149-162.

Morrone, J.J. 2004a. *Homología biogeográfica: las coordenadas espaciales de la vida*. Cuadernos del Instituto de Biología 37, Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 199 pp.

Morrone, J.J. 2004b. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Coleopterists Bulletin*, 48: 149-162.

Morrone, J.J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad.*, 76: 207-252.

Nava-Vargas, V., J.D. Tejero y C.B. Chávez. 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en un matorral xerófilo de Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 70(1):51-63.

Navarro-Sigüenza, A.G. y H.D. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Ciencias, Número Especial*, 7:45-54.

Navarro-Sigüenza, A.G. y L.A. Sánchez-González. 2003. La diversidad de las aves. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (eds.). *Conservación de las aves: experiencias en México*. Cipamex / National Fish and Wildlife Foundation/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. Pp. 24-85

Norberg, U.M y J.M.V. Rayner. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia: Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging, strategy and echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 316:335–427.

Norberg, U.M. 1994 Wing Design, Flight Performance, and Habitat Use in Bats pp 205 – 239. En: P.C. & S.M. Reilly (Eds.) *Ecological Morphology: integrative organismal biology*. Wainwright University of Chicago Press, Pp. 367

Nowell, K. y P. Jackson. 1996. Wild Cats: Status survey and conservation action plan. IUCN, Gland, Switzerland. 406 pp.

Núñez-Garduño, A. y G. Pastrana. 1990. *Los roedores del estado de Michoacán. Manual de identificación*. Coordinación de la Investigación Científica, UMSNH.

Olguín Monroy, H., L. León Paniagua, U.M. Samper-Palacios y V. Sánchez-Cordero Dávila. 2008. Mastofauna de la región de Los Chimalapas, Oaxaca, México. En: E. Espinoza Medinilla, C. Lorenzo Monterrubio y J. Ortega (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México Vol. II*. Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México D.F. Pp. 165-216

Orozco, S.A., M.A. Armella V., A.N. Correa S. y C. Vázquez-Yanes. 1985. Interacciones entre una población de murciélagos de la especie *Artibeus jamaicensis* y la vegetación del área circundante en la Región de Los Tuxtlas, Veracruz. En: A. Gómez Pompa y S. Del Amo (eds.). *Investigaciones sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México II*. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos (INIREB). 1985.

Palacios Romo, T. 2011. *Estructura y dieta del ensamble de los murciélagos nectarívoros de San Marcos Arteaga, Sierra Mixteca, Oaxaca*. Tesis de Maestría. CIIDIR-IPN. Oaxaca. 87 pp.

Patterson, B.D. 2002. On the continuing need for scientific collecting of mammals. *Mastozoología Neotropical*, 9:253-262.

Patterson, B.D., M.R. Willig y R.D. Stevens. 2003. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. En: T.H. Kunz y M.B. Fenton (eds.). *Bat Ecology*. University of Chicago Press, EEUU. Pp. 536-579.

Payán, E. y L.A. Trujillo. 2006. The tigrilladas in Colombia. *Cat News*, 44: 25-28.

Peña-Jiménez, A., L.D. Smith y C.A. Echegaray. 1998. Conservación. En: CONABIO, *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. CONABIO, México, D.F. Pp. 183-210.

Péresbarbosa, R.E., P. Moreno-Casasola, G. Salinas, N. Ferris, C. Castro B., E. Martínez L., I. Sánchez L., A. Ramírez S., R. Monroy-Ibarra, G. Brizuela, H.

Álvarez-Santiago, S. Guevara, J.L. Portillo, R.L. Morales, R. Fernández de la Garza, R. Vega, W. Márquez y M. Molina. 2007. Reserva Archipiélago: una alternativa de conservación para la costa de Veracruz. En: G. Halffter, S. Guevara y A. Melic (eds.). *Hacia una cultura de conservación biológica*. SEA, CONABIO, CONANP, CONACYT, INECOL, UNESCO-Mab y Ministerio de Medio Ambiente-Gobierno de España. m3m – Monografías del Tercer Milenio, vol.6. S.E.A., Zaragoza. Pp: 293-302.

Pianka, R.E. 1982. *Ecología evolutiva*. Omega, Barcelona. 365p.

Pineda, A. E. O., Halffter, G., Moreno, C., y Escobar, F. (2005). Transformación del bosque de niebla en agroecosistemas cafetaleros: cambios en las diversidades alfa y beta de tres grupos faunísticos. En: G. Halffter, J. Soberon, P. Koleff y A. Melic (eds.). *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Pp. 177-190.

Pineda-López, R., y Verdú-Faraco, J.R. 2013. *Cuaderno de Prácticas. Medición de la biodiversidad: diversidades alfa, beta y gamma*. Universidad Autónoma de Querétaro, México.

Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia* 31(8) Caracas, Venezuela.

Pressey, R.L., C.J. Humphries, C.R. Margules, R.I. Vane-Wright y P. H. Williams. 1993. Beyond opportunism: key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution*, 8:124–128.

Queiroz de Oliveiera, L., R. Marciente, W.E. Magnusson, y P. Estefano. 2015. Activity of the insectivorous bat *Pteronotus parnellii* relative to insect resources and vegetation structure. *Journal of Mammalogy*, 96(5):1036-1044.

Ramírez-Mejía, D. y E. Mendoza. 2010. El papel funcional de la interacción planta-mamífero en el mantenimiento de la diversidad tropical. *Biológicas*. 12(1): 8-13.

Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz, A.L. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of Recent Land Mammals of Mexico, 2014. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University*, 63: 1-70.

Reeder, D.M., K.M. Helgen y D.E. Wilson. 2007. Global trends and biases in new mammal species discoveries. *Occasional Papers, Texas Tech University*, 269:1-36.

Reid, F.A. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southern México*. Oxford University Press, New York, 334 pp.

Redondo, R.A., L.P. Brina, R.F. Silva, A.D. Ditchfield, y F.R. Santos. 2008. Molecular systematics of the genus *Artibeus* (Chiroptera Phyllostomidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49:44-58.

Rodríguez-Macedo, M., A. González-Christen, y L.S. León-Paniagua. 2014. Diversidad de los mamíferos silvestres de Misantla. Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 262-275.

Rodríguez, P., J. Soberón y H.T. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 89:241-259.

Romero-Almaraz, M. de L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R.D. Owen. 2000. *Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio*. Facultad de Ciencias, UNAM 151+A pp.

Romero-Almaraz, M.L., A. Aguilar-Setién y C. Sánchez-Hernández. 2006. Murciélagos benéficos y vampiros: características, importancia, rabia, control y conservación. AGT Editor S.A. México. 213 pp.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición Digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

Sánchez-Azofeifa G.A., M. Quesada, J.P. Rodríguez, J.M. Nassar, K.E. Stoner, A. Castillo, T. Garvin, E.L. Zent, J.C. Calvo-Alvarado, M.E.R. Kalacska, L. Fajardo, J.A. Gamon, P. Cuevas-Reyes. (2005). Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica*, 37:477–485.

Sánchez-Cordero, V. y T. Fleming. 1993. Ecology of Tropical Heteromyidae. En Genoways, H. y J. Brown (eds.). *Biology of the Heteromyidae*. Special Publication. 10. American Society of Mammalogist, E. U. A. Pp. 596-617.

Sánchez-Cordero V., P. Illoldi-Rangel, M. Linaje, S. Sarkar, A.T. Peterson. (2005). Deforestation and extant distributions of Mexican endemic mammals. *Biological Conservation*, 465–473.

Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J.J. Flores-Martínez, R.A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados, y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Supl. 85: S496-S504.

Sánchez-Hernández, C., M. de L. Romero-Almaraz, y C. García Estrada. 2005. *Mamíferos*. En: J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. Pp. 283-304.

Sanderson, J.G. 2004. *Protocolo para Monitoreo con Cámaras para Trampeo Fotográfico*. Tropical Ecology Assessment and Monitoring (TEAM) Initiative. The Center for Applied Biodiversity Science (CABS). Conservación Internacional, USA.

Santos-Moreno, A., S.G. Orozco, y E.P. Cruz. 2010. Records of bats from Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 55:454-456.

Santos-Moreno, A. y E. Ruiz-Velásquez. 2011. Diversidad de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca, México. *Therya* 2(2): 155-168.

Santos-Moreno, A. y A.E. Santiago-Marcial. 2012. Área de actividad y movimientos de *Liomys irroratus* (Rodentia: Heteromyidae) en una selva mediana de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(2): 496-502.

Santos-Moreno, A. 2014. Los Mamíferos del Estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época*, 4 (2): 18-32.

Santos-Moreno, A. y L. Gallardo Sipriano. 2014. Three new species of bats for Oaxaca, Mexico. *Chiroptera Neotropical*, 20:1226-1229.

Sarukhán, J., J. Soberón y J. Larson-Guerra. 1996. Biological conservation in a high beta diversity country. En: E. di Castri y T. Younes (eds). *Biodiversity, science and development: toward a new partnership*.

Schloss, C.A., T.A. Núñez, y J. J. Lawler. 2012. Dispersal will limit ability of mammals to track climate change in the Western Hemisphere. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109:8606-8611.

Schnitzler, H.U. y E.K.V. Kalko. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *Bioscience*, 51:557-569.

Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente (SEDESMA). 2007. Programa de Manejo de la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec. Gobierno del Estado de Veracruz. México. Pp. 246-263.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial, 56, 2ª Sección: 1-85.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Boquerón de Tonalá*. México, D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2014. *Programa de Manejo Parque Nacional Benito Juárez*. México, D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui*. México, D.F.

Serramo López, L.C., M.P. de Aguilar Fracasso, D. Oliveira Mesquita, A.R. Torre Palma y P. Riul. 2012. The relationship between percentage of singletons and sampling effort: A new approach to reduce the bias of richness estimates. *Ecological Indicators*, 14: 164-169.

Servín, J. y C. Huxley. 1991. La dieta del coyote en un Bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 44:1-26.

Sheffield, S.R. y H.H. Thomas. 1997. *Mustela Frenata*. *Mammalian Species*, American Society of Mammalogists, 570:1-9.

Shen, T., A. Chao y C. Lin. 2003. Predicting the number of new species in further taxonomic sampling. *Ecology*. 84: 798-804.

Soberón, J. y L. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7(3):480-488.

Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca (SERBO). 2009. Estudio para realizar el inventario florístico del Boquerón de Tonalá. Informe técnico. SERBO. A.C.-CONANP.

Stat Soft, Inc. 2011. STATISTICA (data analysis software system). Version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

Stoner, K.E. 2002. Murciélagos nectarívoros y frugívoros del bosque tropical caducifolio de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. En: F.A. Noguera, J.H. Vega Rivera, A.N. García Aldrete y M. Quesada Avedaño (eds.). *Historia natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM, México. Pp. 379-396.

Suárez-Mota, M.E. y J.L. Villaseñor. 2011. Las Compuestas endémicas de Oaxaca, México: diversidad y distribución. *Biol. Soc. Bot. Mex.*, 88. México.

Sunquist, M. y F. Sunquist. 2002. *Wild Cats of the World*. University of Chicago Press, Chicago. 452 pp.

Taylor, W.P. 1954. Food Habits and Notes on Life History of the Ring-Tailed Cat in Texas. *Journal of Mammalogy*, 35(1): 55.

Téllez-Girón, G. 2003. *Murciélagos de la Costa Chica de Guerrero*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. UNAM, México. 80 pp.

Tirira, D.G. 2007. *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Ediciones Murciélago Blanco. Quito: Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. 576 pp.

Townsend, C., M. Begon, J. Harper. 2003. *Essentials of Ecology* (2nd Edition). Blackwell. Pp. 54-55.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic Diversity of Mexican Seasonally Dry Tropical Forests. *Biodiversity and Conservation* 11:2063-2084.

Tuttle, M.D. y A. Moreno. 2007. *Murciélagos cavernícolas del norte de México: su importancia y problemas de conservación*. Bat Conservation International (Austin, Texas). 49 pp.

Valenzuela, D. y G. Ceballos. 2000. Habitat selection; home range; and activity of the white-nosed coati (*Nasua narica*) in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Mammalogy* 81:810-819.

Vallejo, R.M. y F.X. González-Cózatl. 2012. Phylogenetic affinities and species limits within the genus *Megadontomys* (Rodentia: Cricetidae) based on mitochondrial sequence data. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 50: 67-65.

Vargas, E.A., L.F. Aguirre, M.I. Galarza, y E. Gareca. 2008. *Ensamble de murciélagos en sitios con diferente grado de perturbación en un bosque montano del Parque Nacional Carrasco, Bolivia*. *Mastozoología Neotropical*, 15(2): 297-308.

Vater, M., M. Kossel, E. Foeller, F. Coro, E. Mora, y I. Russell. 2003. Development of echolocation calls in the mustached bat, *Pteronotus parnellii*. *Journal of Neurophysiology*, 90:2274–2290.

Verts, B.J. y L.N. Carraway. 2001. *Scapanus latimanus*. *Mammalian Species* 666: 1-7.

Villalobos, I. 2000. Áreas naturales protegidas: instrumento estratégico para la conservación de la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*. México, Distrito Federal. Pp. 24-34.

Villa-Ramírez, B. y F.A. Cervantes. 2003. *Los mamíferos de México*. Grupo Editorial Iberoamericana e Instituto de Biología, UNAM, México. 140 pp.

Walther, B.A. y J.L. Moore. 2005. The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography*, 28: 815-829.

Whittaker, R.H. 1970. *Communities and Ecosystems*. MacMillan, London, 162 pp.

Wilson, D.E. y D.M. Reeder (eds.). 2005. *Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Third edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2124 pp.

Wilson, D.E. y D.M. Reeder (eds.). 2011. Class Mammalia Linnaeus, 1758. En: Z.Q. Zhang (ed.). *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148: 56-60.

Williams-Guillén, K. y I. Perfecto. 2010. Effects of Agricultural Intensification on the Assemblage of Leaf-Nosed Bats (Phyllostomidae) in a Coffee Landscape in Chiapas, Mexico. *Biotropica*, 42(5): 605-613.

Woodman, N., J.O. Matson, T.J. McCarthy, R.P. Eckerlin, W. Bulmer, y N. Ordóñez-Garza. 2012. Distributional records of shrews (Mammalia, Soricomorpha, Soricidae) from Northern Central America with the first record of *Sorex* from Honduras. *Annals of Carnegie Museum*, 80:207-237.

Zalapa, S.S., S. Guerrero, M.H. Badii y F A. Cervantes. 2012. Variación especial del ensamble de pequeños mamíferos de tres áreas de bosque tropical subcaducifolio en la costa norte de Jalisco, México. En: F.A. Cervantes y C. Ballesteros-Barrera (eds.). *Estudios sobre la biología de roedores silvestres mexicanos*. Primera Edición. UNAM-Instituto de Biología-UAM, México D.F. Pp.117-126.

Zalapa, S.S., E.G. Godínez y S. Guerrero. 2014. Mastofauna del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie.)*, 30(1): 18-31.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Third edition. Prentice Hall. New Jersey. 988 pp.

Zarza, H., G. Ceballos y M.A. Steele. 2003. *Marmosa canescens*. *Mammalian Species*. American Society of Mammalogists. 725: 1-4.

## APÉNDICE 1. LISTA POTENCIAL DE LOS MAMÍFEROS CON POSIBLE OCURRENCIA DENTRO DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA BOQUERÓN DE TONALÁ, OAXACA, MÉXICO.

El listado se realizó de acuerdo con las características de vegetación y altitud encontradas dentro de la zona para cada mamífero y siguiendo el arreglo taxonómico sugerido por Ceballos y Oliva (2005), Wilson y Reeder (2011) y Ramírez-Pulido *et al.* (2014).

### ORDEN SORICOMORPHA

#### FAMILIA SORICIDAE

##### SUBFAMILIA SORICINAE

*Cryptotis goldmani* (Merriam, 1895)

#### SUBFAMILIA VESPERTILIONINAE

*Eptesicus fuscus* (Palisot de Beauvois, 1796)

*Lasiurus cinereus* (Palisot de Beauvois, 1796)

*Lasiurus intermedius* H. Allen, 1862

*Rhogeessa gracilis* (Miller, 1897)

*Corynorhinus mexicanus* G. M. Allen, 1916

### ORDEN CHIROPTERA

#### FAMILIA MOLOSSIDAE

##### SUBFAMILIA MOLOSSINAE

*Eumops underwoodi* Goodwin, 1940

*Molossus rufus* É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1805

*Molossus sinaloae* J. A. Allen, 1906

*Nyctinomops macrotis* (Gray, 1839)

*Tadarida brasiliensis* (L. Geoffroy Saint-Hilaire, 1824)

#### FAMILIA NATALIDAE

*Natalus lanatus* Tejedor, 2005

*Natalus mexicanus* Miller, 1902

#### FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE

##### SUBFAMILIA GLOSSOPHAGINAE

*Choeronycteris mexicana* Tschudi, 1844

*Glossophaga leachii* (Gray, 1844)

*Leptonycteris nivalis* (de Saussure, 1860)

##### SUBFAMILIA STENODERMATINAE

*Artibeus lituratus* (Olfers, 1818)

*Dermanura azteca* (Andersen, 1906)

*Dermanura tolteca* (de Saussure, 1860)

*Enchisthenes hartii* (Thomas, 1892)

*Centurio senex* Gray, 1842

*Chiroderma salvini* Dobson, 1878

*Sturnira hondurensis* Goodwin, 1940

#### FAMILIA VESPERTILIONIDAE

##### SUBFAMILIA MYOTINAE

*Myotis thysanodes* Miller, 1897

*Myotis velifer* (J. A. Allen, 1890)

### ORDEN RODENTIA

#### FAMILIA GEOMYIDAE

##### SUBFAMILIA GEOMYINAE

*Orthogeomys grandis* (Thomas, 1893)

#### FAMILIA CRICETIDAE

##### SUBFAMILIA NEOTOMINAE

*Hodomys alleni* (Merriam, 1892)

*Neotoma mexicana* Baird, 1855

*Peromyscus gratus* Merriam, 1898

*Reithrodontomys fulvescens* J. A. Allen, 1894

##### SUBFAMILIA SIGMODONTINAE

*Oligoryzomys fulvescens* (de Saussure, 1860)

### ORDEN CARNIVORA

#### SUBFAMILIA MUSTELIDAE

*Lontra longicaudis* (Olfers, 1818)

## APÉNDICE 2. LISTADO SISTEMÁTICO DE LOS MAMÍFEROS REGISTRADOS DENTRO DEL APFF BOQUERÓN DE TONALÁ.

Se incluye dentro del listado la distribución geográfica de los mamíferos silvestres, el gremio trófico al que pertenecen y su estado de conservación de acuerdo a la NOM-059, IUCN y CITES (\***Distribución Geográfica:** **AM**-Compartida con Norteamérica y Sudamérica; **NA**-Compartida con Norteamérica; **SA**-Compartida con Sudamérica; **MA**-Endémicos de Mesoamérica; **MX**-Endémicos de México. \***Gremio Trófico:** **OM**-Omnívoro; **CA**-Carnívoro; **IN**-Insectívoro; **HEM**-Hematófago; **NE**-Nectarívoro; **FR**-Frugívoro; **HE**-Herbívoro. \***Estado de conservación:** **NOM-059:** **A**-amenazado; **Pr**-sujeta a protección especial. **IUCN:** **LC**-preocupación menor; **NT**-casi amenazada. **CITES:** **Apéndice I**-especies en peligro de extinción cuyo comercio está prohibido y sólo se permite cuando está sujeto a una reglamentación muy estricta; **Apéndice II**-especies que no están necesariamente en peligro de extinción pero que pueden estarlo si su comercio y aprovechamiento no se regula de manera estricta).

Categoría Taxonómica	Distribución Geográfica	Gremio Trófico	Estado de Conservación		
			NOM-059	CITES	IUCN
<b>Orden Didelphimorphia</b>					
<b>Familia Didelphidae</b>					
<b>Subfamilia Didelphinae</b>					
<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	NA	OM	-	-	LC
<i>Tlacuatzin canescens</i> (J. A. Allen, 1893)	MX	OM	-	-	LC
<b>Orden Cingulata</b>					
<b>Familia Dasypodidae</b>					
<b>Subfamilia Dasypodinae</b>					
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	AM	IN	-	-	LC
<b>Orden Chiroptera</b>					
<b>Familia Emballonuridae</b>					
<b>Subfamilia Emballonurinae</b>					
<i>Balantiopteryx plicata</i> Peters, 1867	MA	IN	-	-	LC
<b>Familia Mormoopidae</b>					
<i>Mormoops megallophylla</i> (Peters, 1864)	AM	IN	-	-	LC
<i>Pteronotus davyi</i> Gray, 1838	SA	IN	-	-	LC
<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)	SA	IN	-	-	LC

<b>Familia Phyllostomidae</b>						
<b>Subfamilia Desmodontinae</b>						
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy Saint-Hillaire, 1810)	SA	HEM	-	-	LC	
<b>Subfamilia Glossophaginae</b>						
<i>Anoura geoffroyi</i> Gray, 1838	SA	NE	-	-	LC	
<i>Glossophaga commissarisi</i>	SA	NE	-	-	LC	
<i>Glossophaga soricina</i>	SA	NE	-	-	LC	
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i> Martínez and Villa, 1940	NA	NE	A	-	NT	
<b>Subfamilia Macrotinae</b>						
<i>Macrotus waterhousii</i> Gray, 1843	MA	IN	-	-	LC	
<b>Subfamilia Myronycterinae</b>						
<i>Micronycteris microtis</i> Miller, 1898	SA	IN	-	-	LC	
<b>Subfamilia Stenodermatinae</b>						
<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821	SA	FR	-	-	LC	
<i>Sturnira parvidens</i> Goldman, 1917	MA	FR	-	-	LC	
<b>Familia Vespertilionidae</b>						
<b>Subfamilia Myotinae</b>						
<i>Myotis californicus</i> (Audubun and Bachman, 1842)	NA	IN	-	-	LC	
<b>Subfamilia Vespertilioninae</b>						
<i>Rhogeessa alleni</i> Thomas, 1892	MX	IN	-	-	LC	
<i>Rhogeessa parvula</i> H. Allen, 1866	MX	IN	-	-	LC	
<i>Corynorhinus townsendii</i> (Cooper, 1837)	NA	IN	-	-	LC	
<b>Orden Lagomorpha</b>						
<b>Familia Leporidae</b>						
<i>Sylvilagus cunicularius</i> (Waterhouse, 1848)	MX	HE	-	-	LC	

<b>Orden Rodentia</b>						
<b>Familia Sciuridae</b>						
<b>Subfamilia Sciurinae</b>						
<i>Otospermophilus variegatus</i> Erxleben, 1777	NA	OM	-	-	LC	
<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier, 1829	MA	OM	-	-	LC	
<b>Familia Heteromyidae</b>						
<b>Subfamilia Heteromyinae</b>						
<i>Heteromys irroratus</i> Gray, 1868	NA	HE	-	-	LC	
<b>Familia Cricetidae</b>						
<b>Subfamilia Neotominae</b>						
<i>Baiomys musculus</i> (Merriam, 1892)	MA	HE	-	-	LC	
<i>Peromyscus difficilis</i> (J. A. Allen, 1891)	MX	HE	-	-	LC	
<i>Peromyscus melanophrys</i> (Coues, 1874)	MX	HE	-	-	LC	
<i>Reithrodontomys mexicanus</i> (de Saussure, 1860)	SA	HE	-	-	LC	
<b>Subfamilia Sigmodontinae</b>						
<i>Oryzomys couesi</i> (Alston, 1877)	AM	HE	-	-	LC	
<i>Sigmodon mascotensis</i> J. A. Allen, 1897	MX	HE	-	-	LC	
<b>Orden Carnivora</b>						
<b>Familia Felidae</b>						
<b>Subfamilia Felinae</b>						
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)	SA	CA	A	I	LC	
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	SA	CA	P	I	NT	
<i>Lynx rufus</i> (Screber, 1777)	NA	CA	-	II	LC	
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	AM	CA	-	II	LC	

<b>Familia Canidae</b>						
<b>Subfamilia Caninae</b>						
<i>Canis latrans</i> Say, 1822	NA	OM	-	-	LC	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	AM	OM	-	-	LC	
<b>Familia Mephitidae</b>						
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)	NA	OM	-	-	LC	
<i>Mephitis macroura</i> Lichtenstein, 1832	NA	OM	-	-	LC	
<b>Familia Mustelidae</b>						
<b>Subfamilia Mustelinae</b>						
<i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831	AM	CA	-	-	LC	
<b>Familia Procyonidae</b>						
<b>Subfamilia Bassaricinae</b>						
<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1832)	NA	OM	-	-	LC	
<b>Subfamilia Procyoninae</b>						
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	AM	OM	-	-	LC	
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	NA	OM	-	-	LC	
<b>Orden Artiodactyla</b>						
<b>Familia Tayassuidae</b>						
<b>Subfamilia Tayassuinae</b>						
<i>Dicotyles angulatus</i> Cope, 1889	AM	OM	-	-	LC	
<b>Subfamilia Capreolinae</b>						
<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	AM	HE	-	-	LC	

### APÉNDICE 3. MÉTODOS DE REGISTRO DE LOS MAMÍFEROS SILVESTRES DEL APFF BOQUERON DE TONALÁ.

Se incluyeron en el listado las localidades donde se registraron los mamíferos y el tipo de vegetación al que pertenecen. (\***Registros:** **av**-avistamientos, **col**-colecta, **ft**-foto, **hu**-huellas, **ro**-restos orgánicos. \***Localidades:** **BM**-Boquerón-Mangos, **COM**-Las Compuertas, **CO**-Las Conchas, **YU**-Yuvihasa, **CY**-Cerro de Yucununi, **CAM**-Camino a la Cañada, **CN**-Cañada Norte, **CS**-Cañada Sur, **SA**-El Sabinal, **MA**-El Manantial. \***Vegetación:** **BTC**-Bosque Tropical Caducifolio, **BQ**-Bosque de *Quercus*).

Especies	Registros	Localidad	Vegetación
<i>Didelphis virginiana</i>	av/col/hu/ft/ro	BM, CO, CM, YU, CY, CN	BTC/BQ
<i>Tlacuatzin canescens</i>	av/hu/ro	CM, CY, CN, CS	BTC/BQ
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	hu/ro	CY, CS	BTC/BQ
<i>Balantiopteryx plicata</i>	col	BM	BTC
<i>Mormoops megallphylla</i>	col	CO	BTC
<i>Pteronotus davyi</i>	col	CO, CY	BTC
<i>Pteronotus parnellii</i>	col	BM, CO, CM, YU, CY, CN CS	BTC/BQ
<i>Desmodus rotundus</i>	col	BM, CO, CM, CS	BTC/BQ
<i>Anoura geoffroyi</i>	col	CS	BQ
<i>Glossophaga commissarisi</i>	col	BM	BTC
<i>Glossophaga soricina</i>	col	MN, CS	BTC/BQ
<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	col	BM, CM, CY	BTC
<i>Macrotus waterhousii</i>	col	BM, CM, CY, CS	BTC/BQ
<i>Micronycteris microtis</i>	col	CY	BTC
<i>Artibeus jamaicensis</i>	col	CO, CM	BTC
<i>Sturnira parvidens</i>	col	BM, CO, CM, YU, CY	BTC/BQ
<i>Myotis californicus</i>	col	CN	BQ
<i>Rhogeessa alleni</i>	col	COM, CN	BTC/BQ
<i>Rhogeessa parvula</i>	col	CO	BTC
<i>Corynorhinus townsendii</i>	col	CS	BQ

<b>Especies</b>	<b>Registros</b>	<b>Localidad</b>	<b>Vegetación</b>
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	av/col/ro	YU, CY, CS	BTC/BQ
<i>Otospermophilus variegatus</i>	col	CY	BTC
<i>Sciurus aureogaster</i>	av	CY, CN	BTC/BQ
<i>Heteromys irroratus</i>	col	CO, CM, YU, CY, CN, SA	BTC/B
<i>Baiomys musculus</i>	col	CY	BTC
<i>Peromyscus difficilis</i>	col	CS, SA	BQ
<i>Peromyscus melanophrys</i>	col	BM, CO, CY, CN, CS	BTC/BQ
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	col	BM	BTC
<i>Oryzomys couesi</i>	col	BM	BTC
<i>Sigmodon mascotensis</i>	col	CY	BTC
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	hue	CM	BTC
<i>Leopardus wiedii</i>	hue	CM, CY	BTC
<i>Lynx rufus</i>	ft/hu	CM, YU, CY, CAM	BTC/BQ
<i>Puma concolor</i>	ft/hu	CM, CY, CAM, CN, CS	BTC/BQ
<i>Canis latrans</i>	hu/ro	CO, CM, CY, CAM, CN, CS, MA	BTC/BQ
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	ft/hu/ro	BM, CO, CM, YU, CY, CAM, CN, CS, SA, MA	BTC/BQ
<i>Conepatus leuconotus</i>	ft	CO, CS	BTC/BQ
<i>Mephitis macroura</i>	ft/ro	CN, CS	BQ
<i>Mustela frenata</i>	av	CAM	BQ
<i>Bassariscus astutus</i>	av/ft/hu/ro	CO, CM, CY, CAM, CN, CS	BTC/BQ
<i>Nasua narica</i>	av/ft/hu/ro	CO, CM, YU, CY	BTC
<i>Procyon lotor</i>	ft/hu/ro	CO, CM, CY	BTC
<i>Dicotyles angulatus</i>	hu	CS	BQ
<i>Odocoileus virginianus</i>	hu/ro	CO, CM, YU, CY, CAM, CN, CS	BTC/BQ

**APÉNDICE 4. Fotografías de pequeños mamíferos colectados dentro del APBT**



***Balantiopteryx plicata***



***Mormoops megalophylla***



***Pteronotus davyi*<sup>1</sup>**



***Pteronotus parnellii***



***Desmodus rotundus***



***Anoura geoffroyi***

\* 1 - Foto por Biólogo Matías Domínguez Laso



***Glossophaga commissarisi***



***Glossophaga soricina***



***Leptonycteris yerbabuena***



***Macrotus waterhousii***



***Micronycteris microtis***



***Artibeus jamaicensis***



***Sturnira parvidens***



***Myotis californicus***



***Rhogeessa alleni***



***Rhogeessa parvula***



***Corynorhinus townsendii*<sup>2</sup>**



***Heteromys irroratus***

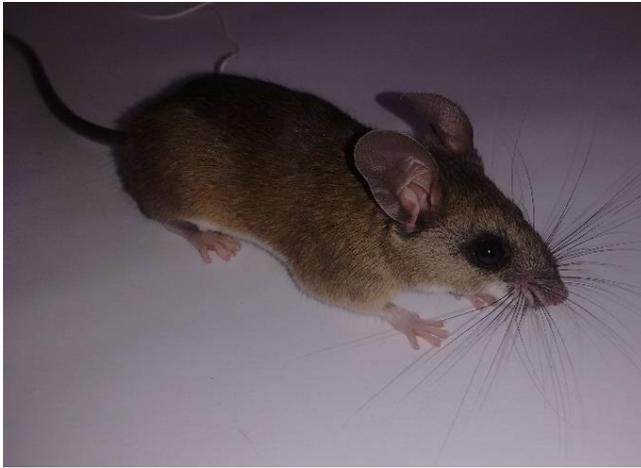
\* 2 - Foto por Biólogo Matías Domínguez Laso



***Baiomys musculus*<sup>3</sup>**



***Peromyscus difficilis***



***Peromyscus melanophrys***



***Reithrodontomys mexicanus***



***Oryzomys couesi*<sup>4</sup>**



***Sigmodon mascotensis***

\* 3 - Naturalista, CONABIO <https://www.naturalista.mx/observations/51635925>, Descarga 13 de agosto de 2020 Foto de David Valenzuela (davitejon), México.

\* 4 - Naturalista, CONABIO <https://www.naturalista.mx/photos/313191>, Descarga 13 de agosto de 2020, Foto de Paulina Arias Caballero (pariasc), México.

**APÉNDICE 5. FOTOGRAFÍAS DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES OBTENIDAS DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS TRAMPA DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO.**



**1) *Didelphis virginiana* - Tlacuache**



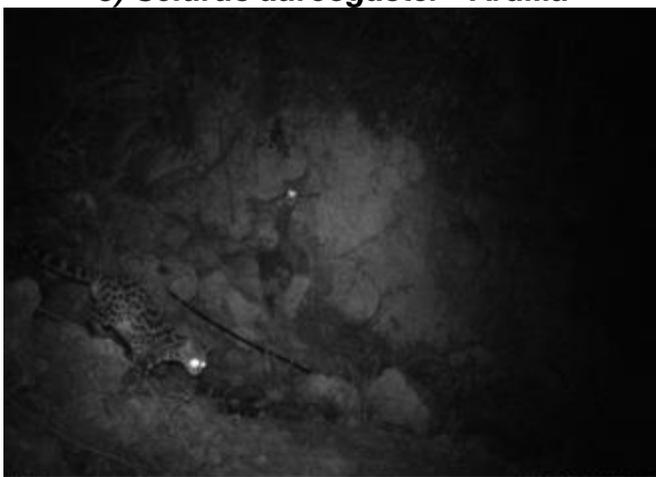
**2) *Sylvilagus cunicularius* - Conejo**



**3) *Sciurus aureogaster* - Ardilla**



**4) *Herpailurus yagouaroundi* - Onza**



**5) *Leopardus wiedii* - Tigrillo**



**6) *Lynx rufus* - Lince**



**7) *Puma concolor* – Puma**



**8) *Urocyon cinereoargenteus* - Zorra Gris**



**9) *Conepatus leuconotus* - Zorrillo americano**



**10) *Mephitis macroura* – Zorrillo encapuchado**



**11) *Bassariscus astutus* - Cacomixtle**



**12) *Nasua narica* - Tejón**



**13) *Procyon lotor* - Mapache**



**14) *Odocoileus virginianus* - Venado cola blanca**

- \* Fotos 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 tomadas durante el muestreo (2017-2018).
- \* Fotos 2, 3, 4, 5 y 14 tomadas por el grupo de monitoreo ambiental (2016).

**APÉNDICE 6. FOTOGRAFÍAS DE LAS ESPECIES REGISTRADAS  
MEDIANTE AVISTAMIENTOS Y MÉTODOS INDIRECTOS**



***Tlacuatzin canescens* – Tlacuachin <sup>1</sup>**



***Didelphis virginiana* - Tlacuache**



***Dasypus novemcinctus* - Armadillo**



***Sciurus aureogaster* - Ardilla gris**



***Procyon lotor* - Mapache**



***Leopardus wiedii* - Tigrillo**

1 - Foto por Rolando Enrique Martínez Solano



*Puma concolor* - Puma



*Canis latrans* - Coyote



*Bassariscus astutus* - Cacomixtle



*Nasua narica* - Coatí



*Dicotyles angulatus* – Pecarí de collar

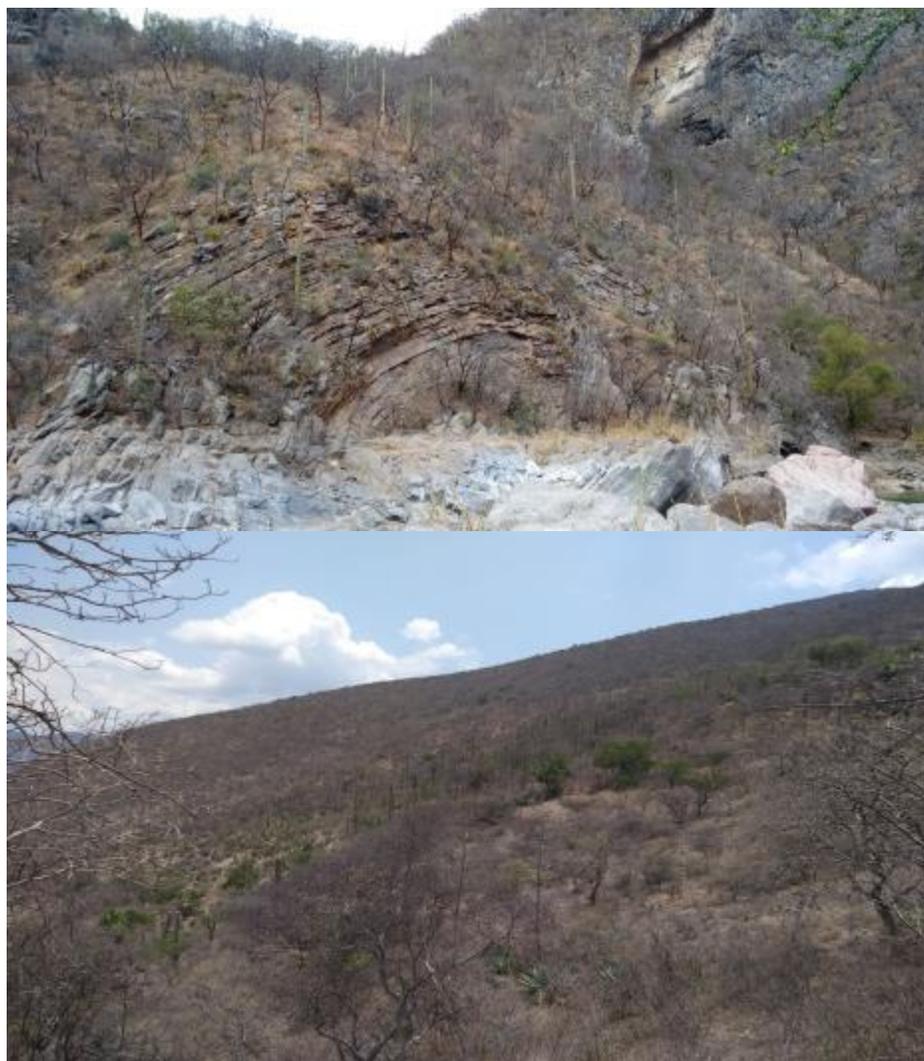


*Odocoileus virginianus* – Venado cola blanca

## APÉNDICE 7. Vegetación característica del APBT



**Bosque tropical caducifolio (Lluvias)**



**Bosque tropical caducifolio (Secas)**



**Bosque de *Quercus* (Lluvias)**



**Bosque de *Quercus* (Secas)**