

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**Riqueza, diversidad y patrones de actividad de mamíferos silvestres  
terrestres en el municipio de Madera, Chihuahua, México**

Por:

**MARIANA CARRASCO OROZCO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Agosto 2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**Riqueza, diversidad y patrones de actividad de mamíferos silvestres  
terrestres en el municipio de Madera, Chihuahua, México**

**POR:**

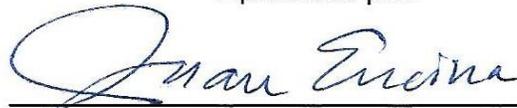
**MARIANA CARRASCO OROZCO**

**TESIS**

Que somete a la consideración del Jurado Examinador como requisito para obtener  
el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez

**Director de tesis**

  
Asesor

Dr. José Antonio Hernández Herrera



Asesor

M.C. Erika Jasmín Cruz Bazán

  
Coordinador de la División de Ciencia Animal

M.C. Pedro Carrillo López

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Agosto de 2024.



## Declaración de no plagio

El autor de esta tesis es el responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en el plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes criterios:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original; reproducir un texto que haya sido publicado sin hacer referencia al documento original; por comprar, robar, pedir prestado los datos o las tesis para presentarla como propia, omitir referencias bibliográficas o citas textualmente sin usar comillas; hacer uso de material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original. Tengo conocimiento que cualquier uso distinto de los materiales, así como el lucro, reproducción, edición o modificación, será sancionado por el respectivo titular o autoridades correspondientes.

Declaro que este trabajo es original y por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end, positioned above a horizontal line.

Pasante

Mariana Carrasco Orozco

# **AGRADECIMIENTOS**

## **A mis padres**

Hortencia O. y Raúl C.

Por ser mi pilar y apoyo incondicional.

Los Amo infinitamente.

## **A mi hermano**

Raúl, gracias por formar parte de mi vida y por ser un ejemplo de vida.

Te Amo.

## **Javier, René, Damián, Adilene, Gerardo, Carlos y amigos**

Por acompañarme durante mi vida universitaria como compañeros de clase y a los que conocí en este largo camino

## **A LA ORGANIZACIÓN VIDA SILVESTRE, A.C.**

Por brindarme las herramientas necesarias para realizar el trabajo de campo especialmente a Javier, Francelia y Angie por brindarme su apoyo en campo e infinitamente agradecida por creer en mí y por brindarme su apoyo, sin ustedes este trabajo no sería posible.

Gracias por todo.

## **Don Evaristo, Don Efren, Balo, Chelino y familia**

Por brindarnos su tiempo y hospitalidad durante el trabajo de campo y por ser guías durante los recorridos en campo, sin ustedes este trabajo no hubiera sido posible.

Aprecio y admiro el amor por su trabajo.

## **Dr. Juan Antonio Encina Domínguez**

Por su apoyo, confianza y por la amistad que me ha brindado.

## **Dr. José Antonio Herrera y M.C. Erika Jasmín Cruz**

Por su apoyo para la elaboración y revisión de este trabajo.

## **A mis roomies**

Por ser una gran compañía durante la elaboración de este trabajo, se convirtieron en una segunda familia.

## **A mi Alma Terra Mater**

Agradecida por brindarme una gran etapa como estudiante y por ser una segunda casa en donde me forjé como persona y me formé como profesionalista. Agradecida toda la vida.

## **DEDICATORIA**

A mis padres

Hortencia Orozco Morales y Raúl Carrasco y Carrasco

**OVIS**

Especialmente a Javier, Francelia y Angie.

## RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de conocer la riqueza y frecuencia de mamíferos silvestres terrestres en el oeste del municipio de Madera (29°N), Chihuahua, México. Se determinaron los patrones de actividad (diurno-crepuscular-nocturno) de estos mamíferos registrados. Para el muestreo se utilizaron trampas cámara, dando inicio con la identificación de los senderos de paso de fauna. El primer muestreo se realizó en 2020 de julio a diciembre con 30 estaciones, y el segundo muestreo en 2021 de enero a diciembre con 29 estaciones en una superficie de 92 km<sup>2</sup>. En el bosque templado se registraron 16 especies y en la selva seca se observaron 21 especies. De los 235 registros de campo se presentaron 8 familias, 16 géneros y 16 especies. Las familias con mayor riqueza fueron la familia Felidae, Mephitidae y Procyonidae. La especie más abundante es *Leopardus pardalis* y la especie más rara por su baja abundancia es *Sus scrofa*. las familias que registraron mayor riqueza fueron Felidae, Mephitidae, Canidae y Procyonidae. La especie más abundante es *Lynx rufus*, lo contrario ocurrió con *Canis lupus baiyeli* con un bajo registro. Las especies que presentaron mayor frecuencia en bosque templado fue *Odocoileus virginianus* con 20.59%, *Urocyon cinereoargenteus* con 16.18%, *Nasua narica* y *Panthera onca* con el 7.35% y las especies con la menor frecuencia es *Procyon lotor*, *Spilogale gracilis* y *Sus scrofa* con un valor de 1.47%. En selva seca la frecuencia fue mayor para *Urocyon cinereoargenteus* con 18.78%, *Odocoileus virginianus* con 16.43%, *Lynx rufus* con un valor de 9.39%, *Leopardus pardalis*, *Puma concolor* y *Sylvilagus audubonii* con el 6.10% y las especies que presentaron una menor frecuencia es *Mephitis macroura*, *Otospermophilus variegatus* y *Dicotyles tajacu* con 0.94% así como *Canis lupus baileyi* y *Leopardus wiedii* con 0.47% de frecuencia relativa. Se concluye que las especies registradas en el área de estudio está conformada por órdenes y géneros registrados en el estado de Chihuahua como el orden Artiodactyla, Carnivora, Lagomorpha y Rodentia y 10 familias, Cervidae, Suidae, Tayassuide, Canidae, Felidae, Mephitidae, Mustelidae, Procyonidae, Leporidae y Sciuridae. De acuerdo a la frecuencia de las especies para bosque templado las especies con mayor frecuencia pertenecen a la

familia Artiodactyla, Canidae, Felidae y Leporidae. Para selva seca es la familia Canidae, Artiodactyla, Felidae y Leporidae.

Palabras clave: Felidae, Mamíferos, Sierra Madre Occidental, Cámaras trampa, Chihuahua.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to know the richness and occurrence of wild terrestrial mammals in the west of the municipality of Madera (29°N), Chihuahua, Mexico. Additionally, the activity patterns (diurnal-crepuscular-nocturnal) of these recorded mammals were determined. Sampling was done with camera traps, identifying wildlife passage paths. The first sampling was carried out in 2020 from July to December with 30 stations, and the second sampling in 2021 from January to December with 29 stations in an area of 92 km<sup>2</sup>. In the temperate forest, 16 species were recorded while in the dry forest, 21 species were observed. Of the 235 field records, 8 families, 16 genera and 16 species were presented. The families that presented the greatest richness were Felidae, Mephitidae and Procyonidae. The most abundant species is *Leopardus pardalis* while the rarest species due to its low abundance is *Sus scrofa*. The families that recorded the greatest richness were Felidae, Mephitidae, Canidae and Procyonidae. *Lynx rufus* is the most abundant species, the opposite occurred with *Canis lupus* *baileyi* with a low record. The species that presented a higher frequency in temperate forest was *Odocoileus virginianus* with 20.59%, *Urocyon cinereoargenteus* with a value of 16.18%, *Nasua narica* and *Panthera onca* with 7.35% and the species that resulted in the lowest frequency were *Procyon lotor*, *Spilogale gracilis* and *Sus scrofa* with a value of 1.47%. In dry forest the frequency was higher for *Urocyon cinereoargenteus* with 18.78%, *Odocoileus virginianus* with 16.43%, *Lynx rufus* with a value of 9.39%, *Leopardus pardalis*, *Puma concolor* and *Sylvilagus audubonii* with 6.10% and the species that present a lower frequency were *Mephitis macroura*, *Otospermophilus variegatus* and *Dicotyles tajacu* with 0-0.94% as well as *Canis lupus* *baileyi* and *Leopardus wiedii* with 0.47% relative frequency. It was concluded that the species registered in Madera, Chihuahua, are made up of orders and genera registered in the state of Chihuahua such as the order Artiodactyla, Carnivora, Lagomorpha and Rodentia and 10 families, Cervidae, Suidae, Tayassuidae, Canidae, Felidae, Mephitidae, Mustelidae, Procyonidae, Leporidae and Sciuridae. According to the frequency of species for temperate forest, the species most

frequently belong to the family Artiodactyla, Canidae, Felidae and Leporidae. For dry forest it is the family Canidae, Artiodactyla, Felidae and Leporidae.

# ÍNDICE

<b>I.INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>I.2 Objetivo General .....</b>	<b>4</b>
<b>I.3 Objetivos Específicos .....</b>	<b>4</b>
<b>II.REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
II.1 Mamíferos de México.....	5
II.2 Mamíferos en la Sierra Madre Occidental.....	8
II.3 Mamíferos en el estado de Chihuahua .....	9
II.3.1 Diversidad de mamíferos en zonas de anidación de <i>Rhynchopsitta</i> <i>pachyrhyncha</i> , en el municipio de Madera. ....	10
II.3.2 Mamíferos de la región de Janos-Casas Grandes .....	11
II.3.3 Inventario participativo de mamíferos silvestres en el ejido San Ignacio. ....	12
II.3.4 Mamíferos medianos y grandes de los bosques de pino-encino y pastizales del Rancho Experimental Teseachi .....	12
II.4 Importancia de las Áreas Naturales Protegidas para la Conservación de los Mamíferos Silvestres. ....	13
II.5 Patrones de Actividad de los Mamíferos.....	15
II.6 Patrones de actividad de mamíferos silvestres en la Sierra Madre Occidental	16
II.7 Métodos indirectos para el estudio de la fauna silvestre.....	17
II.7.1 Trampas cámara .....	17
II.7.2 Entrevistas .....	19
II.8 Los Mamíferos y su hábitat .....	19
II.9 Importancia de la diversidad y riqueza.....	23
II.9.1 Importancia de la equitatividad .....	23

II.9.2 Curva de acumulación de especies .....	24
II.10 Estudios de diversidad y riqueza .....	24
<b>III.MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
III.1. Área de estudio.....	26
.....	27
III.1.2 Fisiografía .....	27
III.1.3 Geología .....	27
III.1.4 Hidrología .....	28
III.1.5 Suelos.....	28
III.1.6 Clima.....	28
III.1.7 Vegetación.....	29
III.2 Metodología .....	33
III.2 Métodos para medir la diversidad Alfa y Beta.....	34
III.2.1 Diversidad Alfa.....	34
III.2.1.1 Curva de acumulación de especies .....	34
III.2.1.2 Ecuación de Clench.....	35
III.2.1.3 Frecuencia relativa .....	35
III.2.1.4 Índice de Margalef .....	35
III.2.1.5 Índice de Shannon.....	36
III.2.1.6 Índice de Pielou .....	36
III.2.2. Diversidad Beta.....	37
III.2.2.1 Índice de Similitud de Jaccard .....	37
<b>IV.RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
IV.1 Diversidad Alfa .....	39

IV.1.1 Riqueza estimada en bosque templado con base a la curva de acumulación de especies. ....	39
IV.1.2. Riqueza estimada en selva seca con base a la curva de acumulación de especies .....	42
IV.2. Frecuencia relativa .....	43
IV.3 Índice de Margalef .....	44
IV.4 Índice de Shannon.....	44
IV.5 Índice de equitatividad de Pielou .....	45
IV.2 Diversidad Beta .....	46
IV.2.1 Índice de Jaccard .....	46
IV.3.Patrones de actividad .....	47
<b>V.DISCUSIÓN.....</b>	<b>49</b>
V.1 Riqueza de especies en bosque templado y selva seca. ....	49
V.2 Índice de Margalef, Shannon y Pielou .....	50
V.3 Patrones de Actividad de las especies .....	52
V.4 Especies listadas en estatus de conservación en la NOM-059 y la lista roja de la IUCN .....	52
<b>VI.CONCLUSIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>VII.RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>56</b>
<b>IX. Anexos.....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Riqueza de especies de mamíferos registrada en el área de estudio. ....	41
Cuadro 2. Patrones de actividad de las especies de mamíferos identificados en la zona de estudio.....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio en el noroeste de Chihuahua. ....	27
Figura 2. Curva de acumulación de especies en bosque templado con presencia de comunidades vegetales de bosque de encino, bosque de encino-pino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. ....	41
Figura 3. Curva de acumulación de especies en selva seca con presencia de comunidades vegetales de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y cuerpo de agua. ....	43
Figura 4. Índice de Margalef para las diferentes comunidades vegetales del sitio de estudio. ....	44
Figura 5. Índice de Shannon para las diferentes comunidades vegetales del sitio de estudio. ....	45
Figura 6. Índice de Pielou para las diferentes comunidades vegetales del sitio de estudio. ....	45
Figura 7. Índice de Jaccard para las diferentes comunidades vegetales del sitio de estudio. ....	46

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, existen 19 países megadiversos y México forma parte de ellos. Esto se debe que la parte norte se distribuye en la región Neártica mientras que la parte austral a la región Neotropical (Monrrone, 2019). México, con una superficie terrestre de 1,964,375 km<sup>2</sup>, pertenece al grupo de países mega biodiversos con más de 23,400 especies de plantas (Sarukhán 2008). Dentro de sus límites se encuentran bosques tropicales siempre verdes, desiertos y ecosistemas costeros y alpinos.

En México, se encuentran 544 especies de mamíferos representadas por 202 géneros, 48 familias y 13 órdenes. Rodentia es el orden con mayor diversidad con 243 especies seguido de Chiroptera, Carnivora y Cetacea. Del total de especies, 170 son endémicas (Ceballos, 2014).

En el norte del municipio de Madera, Chihuahua, separado por el municipio de Casas Grandes, se encuentra la Reserva de la Biósfera de Janos. Éste es uno de los sitios con mayor relevancia para la conservación de mamíferos de zonas áridas al norte de México ya que se han registrado 336 especies de vertebrados terrestres (Pacheco *et al.*, 1999; Ceballos *et al.*, 2004), de los cuales 79 son mamíferos, por lo cual es denominada como una de las más diversas del mundo y la segunda más importante para México (CONANP, 2013). Al sur se encuentra el Área de Protección de Flora y Fauna Campo Verde, con una extensión de 108,068 ha (CONANP, 2024) con especies representativas de mamíferos como el oso negro (*Ursus americanus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginians*) y el puma (*Puma concolor*); en el sitio se encuentran 23 especies endémicas como el murciélago mula mexicano (*Corynorhinus mexicanus*), ratón de patas blancas (*Peromyscus leucopus*), ratón orejudo (*Peromyscus difficilis*), ratón de chihuahua (*Peromyscus polius*) (CONANP, 2021).

Para el municipio de Madera se han realizado pocos estudios de fauna del lugar, uno de los estudios que se aproxima al sitio del estudio aborda el tema de diversidad de aves y mamíferos en zonas donde anida *Rhynchopssita pachyrhyncha*. Además, otro estudio que realizaron fue un inventario participativo de mamíferos silvestres en el Municipio de Morelos ubicado al sur del estado de Chihuahua.

Es importante realizar estudios que aporten información sobre los mamíferos silvestres de México con métodos no invasivos como el fototrampeo debido a que no altera el ambiente de la fauna y se puede abarcar grandes extensiones a mediano o largo plazo. Este método se utiliza para obtener registros de mamíferos medianos y grandes (Chávez *et al.*, 2013); es una técnica importante debido a que los mamíferos de mayor tamaño incrementan la riqueza de fauna en los ecosistemas. Los carnívoros influyen en el número, distribución y comportamiento de sus presas (Terborgh, 1988; Terborgh *et al.*, 2001; Berger *et al.*, 2001b; Sinclair *et al.*, 2003) mientras que los herbívoros intervienen en los atributos de las plantas como los mecanismos de defensa químicos, características nutricionales, patrones de crecimiento, abundancia y su supervivencia (Dirzo, 2001). Investigar las especies que habitan en el estado de Chihuahua permitirá proponer programas de conservación y protección a favor de los mamíferos que se distribuyen en los ecosistemas que proveen de diversos servicios ambientales y los factores que lo constituyen mantienen un equilibrio para llevar a cabo actividades que involucren al hombre como la agricultura y la ganadería.

México enfrenta graves problemas ambientales que han causado la extirpación (es decir, extinción dentro de México, pero la especie está presente en otros lugares), o extinción de al menos 44 vertebrados, incluidos al menos 12 especies de mamíferos (Ceballos y Navarro 1991, Ceballos y Oliva 2005). En México, la conservación y las estrategias para minimizar la pérdida de biodiversidad se han centrado en proteger tanto lugares como especies, a través del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y a través de la Ley Nacional de Especies en Peligro de Extinción (SEMARNAT 2002). Sin embargo, no ha habido evaluación de la eficacia del SINAP en términos del porcentaje de especies de mamíferos del país representado en sus 140 reservas naturales.

Estudios recientes sobre mamíferos silvestres de Chihuahua son escasos. Sólo se han publicado unos pocos trabajos y la mayoría han sido realizados en la Reserva de la Biosfera de Janos, una zona caracterizada por matorrales y pastizales. Allí, los estudios han registrado la diversidad de mamíferos (Pacheco *et al.* 2000), así como la

diversidad y prevalencia de parásitos asociados con mamíferos (López-Pérez et al., 2017, 2018, 2019).

## **I.2 Objetivo General**

Determinar la riqueza y frecuencia de las especies de mamíferos silvestres terrestres en comunidades vegetales en el oeste del municipio de Madera, Chihuahua, México.

## **I.3 Objetivos Específicos**

- Comparar la riqueza y frecuencia de especies de mamíferos silvestres en los tipos de vegetación del oeste del municipio de Madera, Chihuahua, México.
- Determinar los patrones de actividad (diurno-crepuscular-nocturno) de los mamíferos silvestres.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### II.1 Mamíferos de México

México representa el 1.6% de la superficie continental del planeta con una extensión de 1,972,547 km<sup>2</sup> y registra alrededor del 11% de todas las especies de mamíferos (Ceballos, 2014) del planeta, con una gran diversidad y con el 30% de endemismos (Ceballos y Brown, 1995). México ocupa el segundo o tercer lugar en el mundo en el número de especies de mamíferos (Ceballos y Brown 1995, Ceballos et al. 2002).

Esto debido a variables como la latitud, historia geológica y los diferentes patrones climáticos, su topografía y diversos tipos de vegetación (Fa y Morales, 1998), lo que da lugar a la presencia de fauna con afinidad a climas templados (neártico) y tropicales (neotropical) (Arita y Ortega, 1999; Ceballos y Navarro, 1991). El número de especies de mamíferos terrestres incrementa conforme decrece la latitud; al este y sureste del país, en los estados de Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Chiapas cuentan con una mayor riqueza de especies entre 113 y 158; la península de Yucatán y el Eje Neovolcánico tienen un nivel intermedio que va de 68 a 112 y por último la Península de Baja California y el Altiplano presentan el nivel más bajo de especies de uno a 67 (Hernández *et al.*, 2010).

Actualmente el 30% de las especies que se encuentran en México, presenta alguna categoría de vulnerabilidad, amenazada o en riesgo de extinción (SEMARNAT,2010) y de acuerdo la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se incluyen 133 especies de mamíferos (IUCN, 2010). Existe una relación positiva entre la riqueza y distribución de especies de mamíferos por el aumento de la superficie (Brown y Lomolino, 1999), ya que la diversidad de especies es atribuida en un 70% a esta característica (Ceballos y Brown, 1995). La distribución de los mamíferos cubre aproximadamente el 25% de la superficie de México, pero hay excepciones como es el caso del puma (*Puma concolor*) que tiene una distribución en todo el país. Pero también especies con áreas restringidas como el topillo (*Microtus pennsylvanicus*) que habita en un área inferior a 100 hectáreas. El área de ocupación de las especies endémicas es menor y equivale al 3% del territorio. Las especies con distribución

restringida son 161 especies endémicas como el perrito de la pradera (*Cynomys mexicanus*), o especies con una distribución limitada como el bisonte (*Bison bison*). La distribución en México para estas especies llega a ocupar el 1%, por lo que son vulnerables a la extinción o extirpación (Arita *et al.*, 1997; Ceballos *et al.*, 1998), es por ello que las especies con alguna categoría en riesgo tiene un área más limitada para su distribución.

En México se desconoce el tamaño de las poblaciones de la mayoría de las especies de mamíferos terrestres lo que dificulta programar su manejo o conservación (Hernández *et al.*, 2010); por lo tanto, las colecciones científicas tienen gran relevancia en la documentación de la biodiversidad, lo que favorece el desarrollo del estudio de la biogeografía, la ecología, la evolución y da una perspectiva para la biología de la conservación (Graham *et al.*, 2004; Drew, 2011). También es importante conocer que la introducción de especies es un problema que afecta a especies nativas. En México se tiene registro de 60 especies de mamíferos exóticos presentes en distintas regiones (Álvarez *et al.*, 2008, Ceballos, 2014).

A pesar que los mamíferos son un grupo de interés para su estudio, existen escasos inventarios sobre los mamíferos de las diferentes entidades federativas; por ejemplo, Coahuila de Zaragoza (Baker, 1956), Chihuahua (Anderson, 1972), Distrito Federal (Villa, 1953; Ceballos y Galindo, 1984), Durango (Baker y Greer, 1962), San Luis Potosí (Dalquest, 1953), Tamaulipas (Álvarez, 1963), Veracruz (Hall y Dalquest, 1951) y Zacatecas (Matson y Baker, 1986) (Chávez y Ceballos, 1998), la información recopilada es de gran utilidad y un punto de referencia para la toma de decisiones (Cervantes *et al.*, 1994). A través de las colecciones científicas, México reconoce que cuenta con 477 especies y 913 subespecies de mamíferos terrestres (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Wilson y Reeder, 2005). Además, los mamíferos siguen un patrón relacionado con el tamaño corporal como es el caso de las especies terrestres que son consideradas de tamaño pequeño debido a que pesan hasta 100 g, con un rango de variación de 3 a 4 g, lo cual pertenece el 66% del total de mamíferos, mientras que el 27% tiene un tamaño intermedio entre 101 g y 10 kg con presencia de marsupiales, primates, carnívoros, armadillos, osos hormigueros, roedores y lagomorfos. El 7%

restante son especies con un peso mayor a los 10 kg como especies de carnívoros, perisodáctilos y artiodáctilos. En las listas internacionales, para México hay un registro de 10 especies consideradas como posiblemente extintas de forma global o también consideradas como extirpaciones locales incluyendo especies endémicas y la mayoría se encontraban en el norte del país, en ecosistemas insulares y marinos (Ceballos, 2014). La zona sur del país tiene las mayores concentraciones de especies en riesgo, ya que los ecosistemas tropicales (Ceballos, 2007), así como la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental tienen un alto grado de especies en riesgo por la cacería y otras actividades de influencia humana (Ceballos, 2014).

### **II.1.2 La familia Felidae en México**

En México la familia Felidae está constituida por 6 especies: el jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), el gato montés (*Lynx rufus*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el trigrillo o margay (*Leopardus wiedii*) y el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) (Ceballos, 2014). El jaguar se distribuye a través del bosque tropical y matorrales subtropicales. Tiene presencia a lo largo del pacífico y llanuras costeras y en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur (Chávez y Ceballos, 2005; Hall, 1981; Seymour, 1989; Swank y Teer, 1989), con registros en 21 estados sin incluir Chihuahua (Ceballos, 2014). El puma es uno de los felinos con mayor distribución desde Canadá (Columbia Británica), norte de Estados Unidos, en México, Argentina y Chile (Ceballos, 2014). En el norte de México tienen preferencia por bosques de coníferas y encinos. Para el resto del país se encuentran en bosques tropicales, bosques espinosos y matorrales xerófilos (Ceballos, 2014). Para el gato montés su distribución es desde el sur de Canadá hasta Oaxaca. En México incluyen registros en regiones tropicales desde Sonora hasta Oaxaca, así como en la costa del Golfo de México y península de Yucatán. En México tiene registros en 26 estados (Ceballos, 2014). El margay tiene preferencia por regiones tropicales y subtropicales. Su distribución es en las llanuras costeras del Pacífico y el Golfo de México; abarca Sinaloa y Tamaulipas, al sur de Chiapas y la península de Yucatán (Hall, 1981; Chávez y Ceballos, 1998; Sánchez *et al.*, 2002). Prefiere selvas tropicales, bosques subcaducifolios, caducifolios y manglares. Tiene presencia en 24 estados de la

República Mexicana (Ceballos, 2014). En el caso del ocelote también prefiere regiones tropicales y subtropicales, su distribución va desde el sur de Texas hasta el norte de México en llanuras del Pacífico y el Golfo de México, con registros en Sinaloa y Tamaulipas, hasta el sur de México en la península de Yucatán (Hall, 1981; Chávez y Ceballos, 1998; Sánchez et al., 2002) y con registros en 20 estados (Ceballos, 2014) sin incluir Chihuahua.

## **II.2 Mamíferos en la Sierra Madre Occidental**

La Sierra Madre Occidental llega a alcanzar una altura mayor a los 5,000 m con cambios topográficos particulares, así como las diferentes unidades vegetales que dan lugar a una diversidad de especies (Ceballos, 2014). Es una región que presenta endemismos en flora y fauna en donde ha sido posible recopilar información del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) y el oso negro (*Ursus americanus*), sin embargo, al oeste de Chihuahua no hay información a largo plazo y tampoco se conoce la tendencia de la mayoría de las especies y su hábitat (Sánchez et al., 2007). En Chihuahua hay tres especies extintas que tienen la categoría de conservación, el oso gris (*Ursus arctos*), el lobo (*Canis lupus*) y el ciervo (*Cervus canadensis*) (CONABIO, 2014).

De las especies de mamíferos registradas para Chihuahua, 22 se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo como el lobo gris (*Canis lupus*) y el oso pardo (*Ursus arctos*), están probablemente extintas en el medio silvestre (E), la musaraña de Arizona (*Sorex arizonae*), margay (*Leopardus wiedii*), jaguar (*Panthera onca*), berrendo (*Antilocarpa americana*), bisonte (*Bison bison*), castor Americano (*Castor canadensis*), metorito de pradera (*Microtus pennsylvanicus*), puercoespín norteamericano (*Erethizon dorsatum*), están en la categoría en peligro de extinción, la musaraña desértica nortea (*Notiosorex crawfordi*), murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*), murciélago magueyero menor (*Leptonycteris yerbabuena*), zorrilla del desierto (*Vulpes macrotis*), nutria de río (*Lontra longicaudis*), tlacoyote o tejón (*Taxidea taxus*), perrito llanero cola negra (*Cynomys ludovicianus*), rata almizclera (*Ondatra zibethicus*) tienen la categoría de especies amenazadas mientras que el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), la ardilla de Abert (*Sciurus aberti*),

ardilla de Sierra Madre (*Callospermophilus madrensis*), son especies sujetas a protección especial (López y García, 2012).

El cambio de uso de suelo por actividades agropecuarias es la mayor amenaza, se debe a la destrucción, y envenenamiento de especies como el perrito de la pradera (*Cynomys ludovicianus*) con el fin de utilizar las extensas superficies de pastizal para el desarrollo de la agricultura industrializada y la ganadería extensiva. Esto se ve reflejado en la pérdida de especies y la desertificación (Ceballos, 2010). También se debe de considerar la sobreexplotación de los recursos naturales debido al incremento de la población humana, ya que demandan más recursos económicos y tecnológicos, y al no considerar la preservación y conservación de la biodiversidad se genera presión sobre los diferentes ecosistemas, así como el deterioro en la provisión de servicios ambientales (CONABIO, 2014).

En la Sierra Madre Occidental, la deforestación representa un 11% en la disminución de la cobertura vegetal en los últimos 20 años, convirtiendo extensas superficies de pastizales y bosque a áreas sin vegetación o fragmentadas, debido al sobrepastoreo que genera la alteración de ciclos biogeoquímicos y pérdida del suelo y vegetación hasta en un 80% en algunas partes de la región. El pastizal natural, halófito e inducido cubre el 24% de la superficie estatal, el matorral cubre el 47.5%, el bosque de templado representa el 25.3% y la selva baja caducifolia ocupa solo el 2% (CONABIO, 2014).

### **II.3 Mamíferos en el estado de Chihuahua**

El estado de Chihuahua pertenece a la provincia de la Sierra Madre Occidental, tiene una extensión territorial de 247,460 km<sup>2</sup> con una complejidad topográfica (INEGI, 2005). Chihuahua es el estado más grande en México, no tiene salida al mar y es atravesado por la Sierra Madre Occidental (SMO) desde de noroeste a sureste. Se encuentra en el noroeste del país, comparte frontera con los Estados Unidos (Nueva México y Texas) al norte, Coahuila al este, Sinaloa y Sonora al oeste, y Durango al sur. Además, la región biogeográfica Neotropical alcanza su límite norte en Chihuahua (Morrone, 2005).

La presencia de montañas produce un paisaje complejo que se extiende desde los 400 m sobre el nivel del mar en el oeste pendiente del SMO a más de 3200 m en las elevaciones más altas. La vertiente occidental del SMO está cubierta por bosques tropicales caducifolios, bosques que se extienden hacia las montañas a través de un complejo sistema de cañones. A medida que aumenta la elevación, estos bosques son sustituido por asociaciones de pino y pino-encino. La mayor parte del actual territorio de Chihuahua no fue explorado por naturalistas hasta la primera mitad del siglo XIX. Antes de 1853 se conocen muy pocos registros de su fauna de mamíferos y generalmente forman parte de escritos históricos de viajeros/exploradores.

En la entidad se han realizado diversos estudios como el de Anderson (1972) quien enlistó 122 especies y aportó el primer panorama general sobre los mamíferos con presencia en la entidad. Después de cuatro décadas la lista de diversidad y estado de conservación de los mamíferos de Chihuahua fue actualizada e incrementó a 133 especies de mamíferos, los cuales pertenecen a 7 órdenes, 25 familias y 75 géneros, que representan el 27.4% de los mamíferos terrestres de México (López y García, 2012).

### **II.3.1 Diversidad de mamíferos en zonas de anidación de *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, en el municipio de Madera.**

El sitio donde realizaron el estudio fue en el ejido, a 8 km de Ciudad Madera, en donde determinaron la diversidad de especies de mamíferos en zonas de anidación de la cotorra serrana occidental. La vegetación que domina es bosque de encino-pino con *Pinus arizonica*, *P. durangensis* y *P. engelmannii* y en zonas donde hay una mayor altitud las especies que predominan son *Pseudotsuga sp.* y *Abies sp.*

En el sitio se registraron 14 especies de mamíferos como el coatí (*Nasua narica*), zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*), oso negro americano (*Ursus americanus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), ardilla (*Sciurus aberti*), chalote jolino (*Spermophilus madrensis*), chichimoco (*Tamias dorsali*), ratón (*Reithrodontomys fulvescens*), ratón (*R. montanus*), ratón algodónero (*Sigmodon hispidus*), ratón (*R.*

*megalotis*), puerco espín (*Erethizon dorzatum*), liebre torda (*Lepus callotis*) y conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*). El orden con mayor número de registros es el orden Rodentia representó el 57.1% de los registros, después el orden Carnívora con el 21.4%, Lagomorpha 14.4% y Artiodactyla con un 7.1%. Utilizaron métodos directos como observaciones directas durante recorridos de campo durante la mañana y la tarde, así como el uso de trampas Sherman y cebos; de forma indirecta identificaron puntos con cuevas, excretas o huellas durante los recorridos.

Álvarez-Córdova y Fernández (2021) documentaron la diversidad taxonómica de mamíferos de tamaño mediano y grande presentes en el Rancho Experimental Teseachi, una instalación de enseñanza e investigación de la Universidad Autónoma de Chihuahua ubicada en la parte noroeste de Chihuahua, México. Los muestreos mensuales se realizaron con transectos lineales de 5 km en dos hábitats, pastizal abierto y bosque de pino y encino, donde se colocaron cámaras trampa y estaciones de olfato, y se buscaron huellas. Se registraron dieciséis especies de mamíferos de tamaño mediano y grande, que representan el 12.03% de la diversidad del estado. La mayor diversidad se encontró en el bosque de pino-encino.

### **II.3.2 Mamíferos de la región de Janos-Casas Grandes**

El sitio donde realizaron el estudio fue al noroeste de la Sierra Madre Occidental de Chihuahua a aproximadamente 75 km al sur de la frontera de Estados Unidos conocido como el Complejo Janos Casas Grandes (Ceballos, 1993). En el sitio hay presencia de pastizal y matorrales áridos, así como pequeñas porciones de vegetación riparia y pequeños humedales.

Obtuvieron un registro de 74 especies, de las cuales el orden Rodentia fue el mejor representado con 30 especies que representa el 41% del total registrado, después el orden Carnívora, Chiroptera, Artiodactyla y Lagomorpha. Para el orden Carnívora la especie más abundante fue la zorra del desierto (*Vulpes macrotis*), después el coyote (*Canis latrans*), zorrillos del género *Mephitis*, tlalcoyote (*Taxidea taxus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), mapache (*Procyon lotor*), comadreja (*Mustela frenata*), zorrillo manchado (*Spilogale putorius*), liebre de cola negra (*Lepus californicus*), conejo

del desierto (*Sylvilagus audubonii*), oso negro (*Ursus americanus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), zorrillo cadena (*Conepatus mesoleucus*), gato montés (*Lynx rufus*), berrendo (*Antilocapra americana*), bisonte (*Bison bison*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado bura (*O. hemionus*) y pecarí de collar (*Tayassu tajacu*). Para mamíferos pequeños realizaron el muestreo por medio de trampas Sherman y cebos, para mamíferos medianos y grandes obtuvieron los registros por métodos directos como capturas, observaciones diurnas y lampareo e indirecto por medio de huellas en estaciones olfativas (Anderson, 1972; Mearns, 1907; Leopold, 1959; Brown, 1982, 1985).

### **II.3.3 Inventario participativo de mamíferos silvestres en el ejido San Ignacio.**

El estudio lo realizaron en el municipio de Morelos, Chihuahua, y forma parte de la Sierra Madre Occidental. La vegetación que se encuentra en el sitio es un área de bosque templado donde predominan los pinos y en menor extensión bosque de encino-pino. El monitoreo lo hicieron con cinco cámaras trampa; registraron 11 especies como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), jabalí de collar (*Pecari tajacu*), ardilla (*Sciurus spp*), conejo (*Sylvilagus spp*), coatí (*Nasua narica*), ratón (*Baiomys spp*), zorrillo espalda blanca (*Conepatus mesoleucus mesoleucus*), gato montés (*Lynx rufus*), puma (*Puma concolor*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*). El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) fue del que obtuvieron la mayor abundancia relativa, seguido de pecarí de collar (*pecarí tajacu*) y coatí (*Nasua narica*). El sitio donde obtuvieron la mayor abundancia relativa fue en bosque de encino después en vegetación secundaria arbustiva de encino-pino, al final los sitios de bosque de pino.

### **II.3.4 Mamíferos medianos y grandes de los bosques de pino-encino y pastizales del Rancho Experimental Teseachi**

Se localiza a 210 km al noroeste de la ciudad de Chihuahua, en los municipios de Bachiniva, Namiquipa y Guerrero. La vegetación es pastizales abiertos, chaparral de encino, bosque de pino-encino y bosque templado. Se registraron 16 especies de

mamíferos medianos y grandes de los cuales 9 se registraron en el pastizal abierto, las especies fueron liebre cola negra (*Lepus californicus*), conejo (*Sylvilagus floridanus*), ardillón de rocas (*Otospermophilus variegatus*), gato montés (*Lynx rufus*), puma (*Puma concolor*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), oso negro (*Ursus americanus*), zorrillo espalda blanca (*Conepatus leuconotus*), zorrillo listado sureño (*Mephitis macroura*), zorrillo listado norteño (*Mephitis mephitis*), zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*), coatí (*Nasua nasua*), mapache (*Procyon lotor*), pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). La vegetación que presenta el sitio es de pastizales abiertos, chaparral de encino, bosque de pino-encino y bosque templado. Utilizaron 3 técnicas de seguimiento como 10 estaciones fijas de rastreo, ocho cámaras trampa y búsqueda y recolección de huellas.

#### **II.4 Importancia de las Áreas Naturales Protegidas para la Conservación de los Mamíferos Silvestres.**

De las 25 Áreas Naturales Protegidas federales decretadas en el estado de Chihuahua, 11 están vigentes y representan una superficie estatal del 6.4% que corresponde a áreas privadas y el 0.1% de la superficie es comunitaria. Más del 50% de la superficie total de las ANP se encuentran en bosques de pino y encino; mientras que el 25 % es matorral xerófilo y el 16 % pastizal. (CONABIO, 2014).

Una de las estrategias que existe a nivel nacional es el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) que tiene como objetivo la conservación de las especies en riesgo y su hábitat, ejecutando acciones locales para la conservación del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*), águila real (*Aquila chrysaetos canadensis*), berrendo mexicano (*Antilocapra americana mexicana*), bisonte (*Bison bison*), oso negro (*Ursus americanus*), perrito llanero (*Cynomys ludovicianus*), cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) y jaguar (*Panthera onca*) (CONABIO, 2021).

El Área de Protección de Flora y Fauna Campo Verde se ubica dentro de los estados de Chihuahua y Sonora abarca los municipios de Madera, Casas Grandes, Nacori Chico y representa el 2.8 % (incluye la extensión de la periferia de Campo Verde) de

las áreas naturales protegidas de la región Norte y Sierra Madre Occidental. Tiene una vegetación de bosque de coníferas, bosque de pino encino y bosque de encino pino y una fauna representativa de oso negro (*Ursus americanus*), pavo salvaje (*Meleagris gallopavo*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), puma (*Puma concolor*) y águila real (*Aquila chrysaetos*) (CONANP, 2012).

La Reserva de la Biosfera Janos se ubica al noroeste del estado de Chihuahua, está dentro del municipio de Janos y representa el 75.96 % de la superficie total del municipio dentro de la región Norte y Sierra Madre Occidental, con una vegetación de bosque de encino, bosque de encino pino, bosque de pino, chaparral, pastizal halófilo, pastizal inducido, pastizal natural y vegetación riparia (CONABIO, 2014); es uno de los sitios más importantes para la conservación de los mamíferos en México. En los pastizales se han registrado 46 géneros, 21 familias, 6 órdenes y 77 especies (Ceballos y Oliva 2005; López-González y García- Mendoza 2006) que constituyen el 15% del total nacional y 56% del estado (Ceballos y Oliva 2005; López-González y García- Mendoza 2006), el orden mejor representado es el Rodentia con 62 especies y representa el 45% del total registrado, de forma subsecuente el orden Carnívora es representado por 22 especies, los Chiroptera con 37 especies, los Artiodáctila con siete especies que representa el 70% del total nacional, los Lagomorfa con cinco especies y los Sorícidos con tres especies (Pacheco *et al.*, 2014). A nivel nacional la región de Janos-Nuevo Casas Grandes es uno de los sitios más importantes para la conservación, al ocupar el segundo lugar respecto a la riqueza y la composición de la mastofauna que se protege (Pacheco *et al.*, 1999).

La importancia de los diferentes biomas del país se debe a la contribución de la presencia del mayor número de especies de mamíferos como lo son las selvas tropicales húmedas como la Reserva de la Biosfera Montes Azules, en Chiapas, las selvas secas del Pacífico en Jalisco con la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, los matorrales y pastizales áridos tienen lugar en Baja California, con la Reserva de la Biosfera Islas del Golfo, y los bosques templados con el Parque Nacional Ajusco; si se incluyen 13 áreas complementarias que fueran decretadas como reservas, se tendría

representado al 98% de las especies de mamíferos como la región Janos-Casas Grandes en Chihuahua (Ceballos *et al.*, 2002).

## **II.5 Patrones de Actividad de los Mamíferos**

El estudio de los patrones de actividad de los mamíferos silvestres permite comprender la estructura y estado de conservación de los ecosistemas donde se distribuyen (Lira y Briones, 2012). Las especies tienen periodos de actividad y descanso por ello se clasifican en diurnos, nocturnos, crepusculares y catamerales. Las especies diurnas son más activas durante las horas con luz natural, las nocturnas son más activas durante las horas oscuras; las especies crepusculares son activas durante el amanecer y el atardecer y las catamerales distribuyen su actividad de manera uniforme a lo largo de las 24 horas del día (López y Mandujano, 2020). Los patrones de actividad que describen Maffei *et al.* (2002) y Monroy *et al.* (2011) consideran diurnas las especies con actividad de las 08:00 a las 17:59; nocturnas de las 20:00 a las 05:59 y crepuscular al amanecer entre las 06:00 y las 08:00 y crepuscular al atardecer de 18:00 a 19:59.

Di Bitteti (2014) considera como registros independientes los eventos que sucedieron con diferencia de una hora, se conserva el primer registro de cada hora para evitar considerar al mismo individuo dos veces.

Los patrones de actividad en la mastofauna son de utilidad para prever o anticiparse a los cambios ambientales determinados por el día y la noche, así como la temperatura, la fase lunar, la precipitación pluvial, la disponibilidad de alimento y la interacción con otras especies que se relacionan con los horarios de actividad de los mamíferos (López y Mandujano, 2020). La forma en la que las especies distribuyen su actividad permite un uso eficiente del hábitat (Schoener, 1974; Tobler *et al.*, 2009; Ferreguetti *et al.*, 2018) y así logran coexistir con otras o para optimizar los comportamientos necesarios para una eficacia biológica además que podemos comprender mejor la ecología de las especies (Leuchtenberger *et al.*, 2018). Los patrones de actividad evolucionaron para satisfacer los diversos factores que difieren entre las especies y así evitar la competencia, ésta es la causa principal de la división temporal de la actividad en el caso de los depredadores (Hayward y Slotow, 2009). Esto es fundamental para

satisfacer sus necesidades biológicas. Los periodos de actividad representan una mayor demanda de energía por su movilidad (Dunbar, 1988), para buscar alimento (Weckel *et al.*, 2006) así como el riesgo de depredación (Suselbeek *et al.*, 2014) y el estrés térmico (Owen-Smith, 1998). La manera en que optimizan el tiempo de actividad se convierte en algo esencial para su supervivencia (Di Blanco, *et al.*, 2017) y reflejan rasgos fisiológicos y ecológicos de una comunidad (Tobler, *et al.*, 2009; Blake, *et al.*, 2012).

## **II.6 Patrones de actividad de mamíferos silvestres en la Sierra Madre Occidental**

Rodríguez Maturino *et al.* (2020) realizaron un estudio en el municipio de Durango, en la vegetación de bosque templado por medio del fototrampeo. Los sitios estratégicos para la colocación de trampas cámara fueron en cuerpos de agua, escurrimientos y veredas, utilizaron siete cámaras que fueron colocadas a 1.3 km de distancia entre cada una por un periodo de 10 meses.

En este estudio registraron 13 especies que pertenecen a cinco órdenes y nueve familias. El orden Carnívora fue el mejor representado con seis especies: coyote (*Canis latrans*), zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), gato montés (*Lynx rufus*), puma (*Puma concolor*), zorrillo manchado occidental (*Spilogale gracilis*) y cacomixtle (*Bassariscus astutus*) (Rodríguez-Maturino *et al.*, 2020).

El patrón de actividad lo determinaron para cinco especies: el coyote (*Canis latrans*) presentó una actividad catameral, la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con actividad nocturna y crepuscular, la ardilla de Abert (*Sciurus aberti*) presentó actividad diurna y el conejo de florida (*Sylvilagus floridanus*) con actividad nocturna. Para *D. virginiana*, *S. gracilis* y *B. astutus*, evidencian patrones de actividad nocturnos o crepusculares, de acuerdo a lo encontrado en otros estudios (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011).

Dos de las especies registradas se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y ardilla

de Abert (*Sciurus aberti*). mientras que las normas internacionales enlistan a todas las especies en la categoría de preocupación menor (IUCN).

## **II.7 Métodos indirectos para el estudio de la fauna silvestre**

La observación de la fauna silvestre en condiciones naturales llega a ser complicado debido a sus patrones de conducta, baja densidad y carácter elusivo (Wilson *et al.*, 1996; Karanth *et al.*, 2004).

La técnica de transectos lineales visuales en donde el observador recorre una distancia determinada en un transecto contando los animales que son visualmente detectados, los conteos son considerados como incompletos ya que no todos los individuos presentes en el área son detectados durante el recorrido (Ceballos *et al.*, 2013), debido a lo anterior, es que la probabilidad de registrar un individuo decrece conforme incrementa la distancia al transecto (Buckland *et al.*, 2001; Lancia *et al.*, 2005). Por lo que es necesario implementar otras técnicas como las trampas-cámara (Chávez *et al.*, 2013), conocido también como fototrampeo. Las cámaras se activan debido a que tienen sensores de movimiento y capturan una imagen cuando algo o alguien atraviesa su campo de visión (Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza *et al.*, 2015).

### **II.7.1 Trampas cámara**

Esta técnica tiene diferentes aplicaciones como el inventario de fauna, estimaciones de abundancia, densidad, desarrollo de modelos de ocupación, uso de hábitat, hábitos de alimentación y patrones de actividad, así como el registro de especies elusivas (Rovero *et al.*, 2013). Esta técnica permite obtener información en el tiempo y el espacio de las especies sin interferir con su conducta (Lynam, 2002; Karanth y Nichols, 2002; Karanth *et al.*, 2004; Silver, 2004; Kays y Slauson, 2008). Esta técnica es utilizada de manera frecuente en estudios ecológicos de aves y mamíferos; es un método no invasivo, y es una característica relevante debido a que no interfiere con los resultados del experimento (Méndez, 2014). Los estudios no se han limitado a la

fauna terrestre sino también a la fauna arbórea (Rabinowitz, 1993; Schipper, 2007; O'Connell *et al.*, 2011; O'Shea *et al.*, 2011).

Las cámaras pueden ser desplegadas por periodos de tiempo estacional, anual o según los objetivos del estudio, pero con las mismas condiciones de muestreo sobre el área en donde se instalaron (Team Network, 2011) y esto ofrece la oportunidad de trabajar diferentes variables por separado como la probabilidad de aparición de una especie o detectar una especie dada la presencia en el lugar (Mackenzie *et al.*, 2003, MacKenzie y Nichols, 2004), y con ello pueden dar seguimiento para medir el progreso de la conservación de la biodiversidad (Ahumada *et al.*, 2013), que es clave para asegurar el futuro y el bienestar del planeta y de la humanidad (Hooper *et al.*, 2012). El uso y la colocación de cámaras trampa es un método no estandarizado, pero de acuerdo con el desarrollo del Censo Nacional del Jaguar y sus Presas, el fototrampeo permite realizar un trabajo de campo con lineamientos puntuales y así realizar comparaciones estadísticas de los datos (Chávez *et al.*, 2013).

Existen dos sistemas para el funcionamiento de las cámaras trampa según su método de activación: activo y pasivo. Los tres componentes del sistema activo son la cámara, un emisor y un receptor; la cámara se encuentra conectada a un receptor el cual recibe un rayo infrarrojo que es generado constantemente por un emisor, entonces cuando un individuo u objeto interrumpe el rayo infrarrojo se activa el obturador de la cámara. El pasivo es una unidad única junto con la cámara debido a que detecta el movimiento o calor generado dentro de una zona de detección mediante un sensor que sería el receptor. La característica que comparten el sistema activo y pasivo disponen de retardos automáticos o temporizadores para capturar un momento o intervalos específicos.

Las ventajas del sistema activo es la calidad de las fotografías ya que el sensor se activa únicamente cuando el infrarrojo es interrumpido y no por altas temperaturas en el ambiente o por el movimiento de la vegetación, pero requiere mayor tiempo y conocimiento para su instalación y su costo es elevado. En cambio, el sistema pasivo tiene integrado en una sola unidad la cámara y el sensor, es resistente a diferentes

condiciones climáticas y el costo es menor al sistema activo, pero es altamente sensible al movimiento de insectos, vegetación, sombra y rayos del sol.

### **II.7.2 Entrevistas**

Las entrevistas que se aplican a personas en áreas rurales son semiestructuradas, se recomienda utilizar un vocabulario que sea claro para el entrevistado para entablar una conversación fluida, con intercambio de ideas. Además, es importante que el lugar en donde se realiza la entrevista sea cómodo y conocido para que pueda compartir ideas o experiencias. Es de gran utilidad hacer una grabación de la entrevista debido a que en ocasiones el tiempo de la misma llega a ser de larga duración y posteriormente se realiza una revisión y así se tiene información de interés. Es prescindible contar con la autorización de la persona para hacer la grabación (Castillo y Peña, 2015). Las entrevistas que son realizadas a los habitantes en el lugar de interés tienen la finalidad de registrar la presencia de probables poblaciones de especies, específicamente en aquellas que son difíciles de observar (Karanth y Nichols, 2002; Medellín *et al.*, 2006; Lira-Torres y Ramos-Fernández, 2007), son aplicadas de manera informal para evitar desorientar o confundir al entrevistado, también se pide que describan la morfología de las especies que ellos han observado. Las especies que hayan sido nombradas por el poblador deberá de relacionarse con el hábitat del lugar, es decir la fauna que se espera de acuerdo al sitio (Perú Ministerio del Ambiente, 2015).

Se debe tener claros los objetivos para realizar las entrevistas, así como los lugares a los cuales se tiene que ir para obtener información que sea útil y veraz. Al llegar al lugar es importante presentarse ante algún representante del lugar para evitar conflictos político-sociales e ideológico-culturales que pudieran injerir en las respuestas de los habitantes y con el objetivo de las entrevistas además se puede obtener información complementaria a la que se planteó en los objetivos (Vidal *et al.* 2018)

## **II.8 Los Mamíferos y su hábitat**

La clase Mammalia es un grupo de especies con diversidad ecológica, fisiológica, evolutiva y etología, se encuentran en todos los continentes, muestran adaptaciones

en condiciones extremas (Schipper *et al.*, 2008), comparten tres características particulares como tres huesos del oído medio, pelo y la producción de leche mediante glándulas sudoríparas modificadas llamadas glándulas mamarias (Wund y Myers, 2005). Existe una estrecha relación entre la alometría, la regulación de la población, el ciclo de crecimiento y desarrollo, la dinámica del ecosistema para la conservación, Los cambios del ecosistema parten de los biomas en donde están cada una de las especies por ejemplo los acuáticos, terrestres y arborícolas; también los diferentes tipos de locomoción como correr, saltar, nadar, planear, excavar o trepar; los patrones de actividad y la conducta; algunos viven en grupos otros son solitarios excepto en época de apareamiento (Wund y Myers, 2005). Las características sensoriales son clave en los mamíferos en aspectos de la ecología, como la búsqueda y selección de alimento que directamente tienen un gran impacto en las poblaciones de sus alimentos (Karanth *et al.*, 2022).

Los mamíferos depredadores contribuyen a las funciones del ecosistema para restaurar conjuntos de especies asociadas (Ripple y Beschta, 2012; Beschta y Ripple, 2016; Bouwes *et al.*, 2016) a través del consumo de presas (Ripple *et al.*, 2014a, 2015b) así como el control biológico de plagas. Este es el caso de los murciélagos pardos (*Myotis lucifugus*), en cuya dieta tiene preferencia por mosquitos incluido el consumo de nueve especies de mosquitos que pueden ser vectores del virus del Nilo Occidental (Wray *et al.* 2018). La transmisión de enfermedades por roedores se debe a la disminución de mamíferos herbívoros de talla grande (Young *et al.*, 2014), así como la persistencia de algunas enfermedades que se asocian a la extirpación de mamíferos de talla grande, lo que libera a los hospedadores de la competencia del ecosistema (Joseph *et al.*, 2013). También en los efectos tróficos de algunas especies de mamíferos considerados clave e insustituibles (Power *et al.*, 1996), lo que tiene un impacto en el paisaje impulsados por la dispersión y la migración de mamíferos de talla grande lo que da forma a los paisajes terrestres, marinos y de agua dulce, los herbívoros participan mediante la dispersión y migración transportando macronutrientes para la fertilización de diferentes hábitats (Doughty *et al.*, 2016) como la formación de una capa de diferentes especies de vegetación caracterizada para ser

tolerantes al pastoreo y es así como las tasas de los ciclos biogeoquímicos se llevan a cabo de forma constante (McNaughton, 1984; Hobbs, 2016).

En un paisaje amplio la cobertura vegetal tiene un alto grado de heterogeneidad, así reduce la probabilidad y la frecuencia de incendios y proporciona un hábitat para los animales que lo prefieran (Frank *et al.*, 1998; Pringle, 2008; Waldram *et al.*, 2008). Las especies excavadoras de pequeño y mediano tamaño influyen en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas a través de la herbivoría (Davidson *et al.*, 2012; Root-Bernstein and Ebensperger 2013) como es el caso del perrito de la pradera ya que sus hábitos alimenticios y su etología desencadena el aumento de las tasas de infiltración de agua, recarga de agua subterránea y el almacenamiento de carbono en el suelo (Martínez-Estévez *et al.*, 2013). Además, son presas localizadas por numerosos depredadores como las especies rapaces (Kotliar *et al.*, 2006, Davidson *et al.*, 2012; Salas *et al.*, 2024).

Los depredadores regulan las poblaciones de presas debido a que son la fuente primaria de alimento, es importante conocer que la depredación depende de la densidad y debido a ello las poblaciones de presas pueden estabilizarse. Los depredadores no provocan la extinción de las especies que son presas debido a que la población de depredadores disminuye a medida que se reduce el número de presas (Sinclair *et al.*, 1998; Salas *et al.*, 2024). Para los mamíferos, las relaciones alométricas, afectan al modo de regulación, la limitación de recursos es la causa fundamental de la regulación y la limitación inferior de los depredadores que la determinan cuatro factores como el tamaño corporal, la diversidad de depredadores y presas en el sitio también si las presas son residentes o migratorias, así como la presencia de presas alternativas para los depredadores. Los mamíferos de talla grande participan en diferentes procesos ecológicos como la alimentación, distribución, reproducción que de forma indirecta forma el paisaje y la sucesión de la vegetación en su mayoría en biomas terrestres debido a que generan alteraciones en la estructura física, la función ecológica y la diversidad de especies (Sinclair, 2003). Hay 3 procesos que afectan a los patrones de abundancia y distribución de especies y que se relacionan a la modificación del paisaje como la pérdida de la vegetación endémica,

fragmentación del hábitat y los tipos de hábitat que rodean la formación de un hábitat aislado considerado un parche de vegetación (Tscharntke *et al.*, 2012).

Esto afecta la estructura y función del ecosistema al incrementar la heterogeneidad del hábitat y su biodiversidad, la influencia de los mamíferos en los diferentes biomas que contribuyen al bienestar humano como la polinización, control de plagas, así como el disturbio en la estructura del suelo (Silver, 2004).

La frugivoría y la dispersión de semillas son interacciones mutualistas que los mamíferos mantienen con las plantas para proveerse de alimento, las especies con hábitos frugívoros, incluidos algunos carnívoros que consumen fruta, mayoritariamente son especies que se distribuye en zonas tropicales (Fleming y Kress, 2013). La fruta es un importante recurso alimentario para los vertebrados que habitan en los bosques lluviosos neotropicales. Una vez en el suelo después de una caída natural, o haber sido arrojados por vertebrados voladores o arbóreos debajo de árboles frutales, así como a distancia, los vertebrados terrestres también dispersan y comen frutos y semillas. Los mamíferos frugívoros terrestres comprenden algunos de los grupos de vertebrados más ricos en especies (por ejemplo, roedores) y uno de los grupos más importantes en términos de biomasa (por ejemplo, ungulados) en esta biorregión. Estos grupos de mamíferos contienen muchas especies típicas de las zonas tropicales, bosque de tierras bajas de América del Sur. Los diferentes niveles de frugivoría están relacionados con las necesidades dietéticas, el tamaño corporal, el hábitat específico y disponibilidad de recursos (Feer *et al.*, 2001).

La fauna poliniza el 78% de las especies de plantas en zonas templadas y hasta el 94% en las comunidades tropicales (Ollerton *et al.*, 2011), facilitando el flujo de polen e información genética a lo largo de distancias considerables. Se han registrado 355 especies de mamíferos que llegan a consumir néctar y polen y lo utilizan como fuente de alimentación principal o de manera oportunista (Fleming y Kress 2013; Regan *et al.*, 2015). La mayoría de especies son murciélagos debido a sus características morfológicas (Wilson, 2009) y, por ejemplo, los mamíferos no voladores como marsupiales, primates, roedores y pequeños carnívoros también hacen uso del polen y néctar (Fleming y Kress, 2013).

## **II.9 Importancia de la diversidad y riqueza**

Conocer y medir la biodiversidad ayuda al mantenimiento de la misma, asegura la sostenibilidad de los recursos naturales, si se presenta un alto nivel de biodiversidad se ve reflejado en el funcionamiento de los ecosistemas asegurando una buena respuesta ante cualquier perturbación como incendios, enfermedades y plagas, así como la adaptación a un ambiente que pudiera presentar cambios en el transcurso del tiempo. Whittaker (1972) describió a la diversidad, afirmó que se puede medir a través de tres escalas espaciales, la diversidad alfa, beta y gamma. La diversidad alfa es la que existe en una localidad particular, la diversidad gamma es la diversidad de especies a nivel regional y la diversidad beta es la relación que existe entre la diversidad alfa y gamma.

El índice de Shannon uno de los índices más utilizados para medir la biodiversidad específica, da a conocer la heterogeneidad de una comunidad tomando en cuenta dos factores que son el número de especies presentes en el sitio y su abundancia relativa, la medición que se realiza es el grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad, depende si es homogénea o heterogénea ya que afecta el grado de incertidumbre y de certeza; el grado de incertidumbre será menor si todas las especies fueran igualmente abundantes, así el grado de certeza es mayor.

El tiempo, el espacio y las especies que se registran en el área de estudio se relaciona de forma directa con la problemática de enumerar a todas las especies en una comunidad natural y por ello la riqueza proporciona una medida de diversidad (Magurran, 1989; Krebs, 1994, 1999).

### **II.9.1 Importancia de la equitatividad**

La equidad es un atributo que lo define la abundancia relativa entre especies, se puede entender el reparto de recursos entre las especies y cuál es el aporte de cada una dentro de la comunidad. Este atributo ayuda a aumentar la diversidad y productividad de los ecosistemas. Los índices de heterogeneidad tienen como objetivo unificar la diversidad y la equitatividad es decir la variabilidad en las abundancias relativas de las

especies de la comunidad y la riqueza. Cuando las abundancias de las especies son similares se presenta una mayor equitatividad es decir la comunidad presenta mayor heterogeneidad que es lo contrario de dominancia ya que hace referencia a una distribución de abundancias, pero de forma desigual debido a que cierta porción de individuos pertenece a una o a pocas especies que son las que dominan el área.

### **II.9.2 Curva de acumulación de especies**

La curva de acumulación de especies aportan fiabilidad a los inventarios biológicos y permite hacer comparaciones, calcula el esfuerzo de muestreo que se requiere para obtener un inventario con suficientes muestras y permite contrastar el total de especies presentes en la zona pero se tiene en cuenta que el tamaño y la composición de un inventario de cualquier sitio cambia con el transcurso del tiempo debido a los cambios en el ambiente ya que algunos individuos presentan cambios en su fenología.

Cuando se incorporan nuevas especies al inventario puede ser influenciado por el esfuerzo de muestreo ya que a mayor esfuerzo de muestreo mayor será la cantidad de especies que pudiera ser registrada, con la característica que al inicio se colectan especies comunes del sitio y de forma gradual se añaden las especies raras, así como las que pertenecen a otros lugares. Es importante realizar una curva de acumulación de especies ya que evalúa la calidad de los inventarios

### **II.10 Estudios de diversidad y riqueza**

Porras *et al* (2021) realizó un estudio de diversidad y patrones de actividad en una Reserva Biológica llamada Alberto Manuel Brenes en Alajuela, Costa Rica. Captaron 21 especies de mamíferos pertenecientes a 7 órdenes y 15 familias de los cuales 10 especies fueron carnívoros registraron una riqueza específica de 21. Para Margalef se obtuvo una diversidad alta mientras que con el índice de Pielou mostró que en temporada de lluvia y seca se mantuvo una abundancia de media a alta. El índice de Shannon calculó una diversidad moderada y también de acuerdo con la curva de acumulación de especies lograron obtener un registro del 95% al 45% de las especies terrestres de mamíferos medianos y grandes dentro de la reserva. De acuerdo a la abundancia relativa, *Pecari tajacu* seguido de *Leopardus pardalis*, *Puma concolor* y la familia Didelphidae. Los patrones de actividad para *Pecari tajacu* presentó una

actividad diurna es decir de las 6:00 a las 20:00, para *Leopardus pardalis* tiene una actividad catameral con máximos de actividad de 14:00 a 16:00 y de 22:00 a 24:00.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### III.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Madera que se ubica al noroeste del estado de Chihuahua (Figura 1), abarca los ejidos de Huizopa en las coordenadas 29°03' 51.58"N y 108° 33' 45.09"W y Cuatro Vientos ubicado en las coordenadas 29° 10' 15.06"N y 108°40' 0.42"W, en el lado oeste colinda con el estado de Sonora.

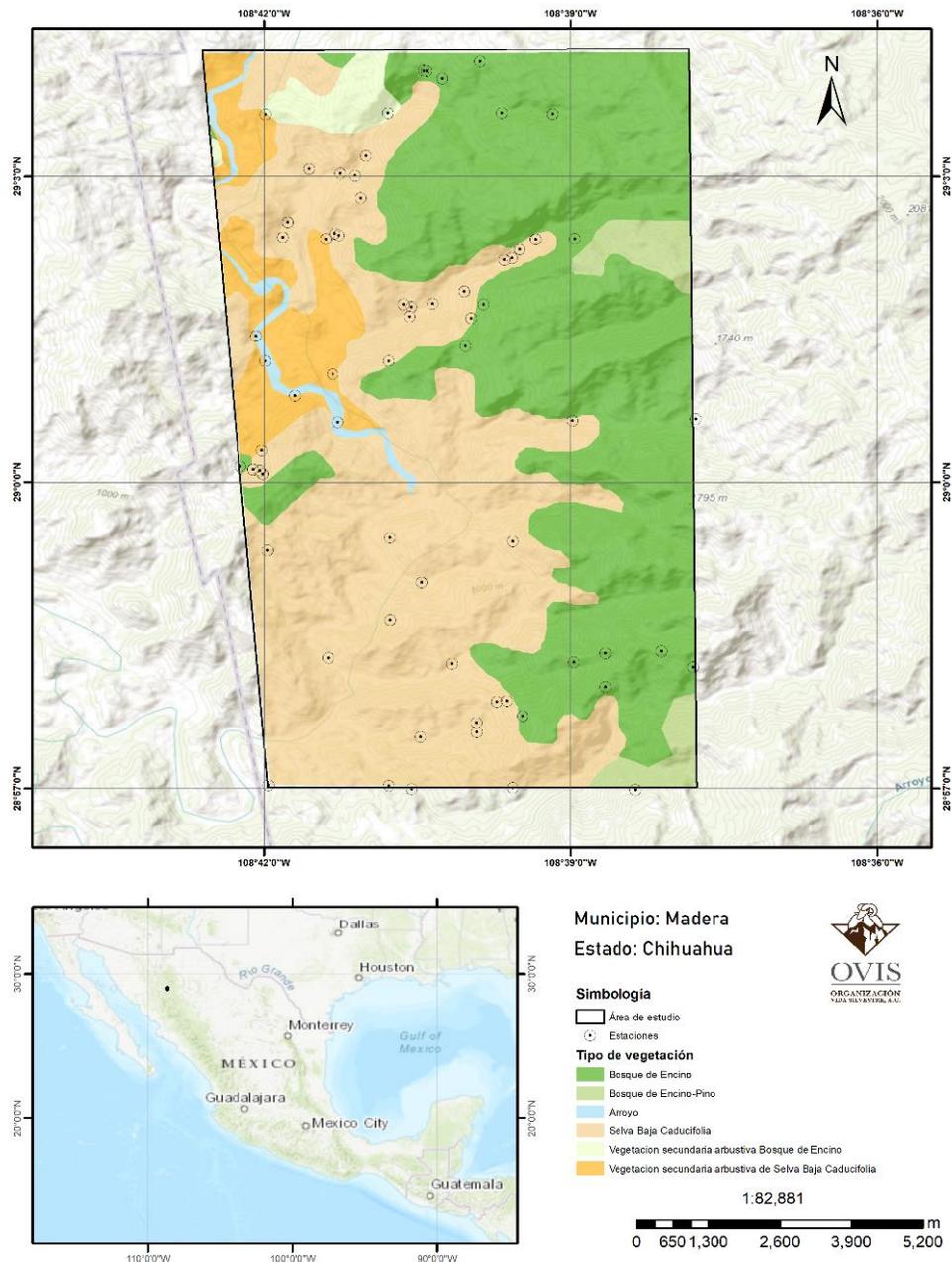


Figura 1. Localización del área de estudio en el noroeste de Chihuahua.

### **III.1.2 Fisiografía**

Es parte de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental y es parte de la Subprovincia Sierras y Cañadas del Norte y también de la Subprovincia Sierras y Llanuras Tarahumaras que está representada por tres grupos de sierras orientadas norte-sur: el primero abarca del noreste de Nuevo Madera al noroeste de la Laguna Los Mexicanos y corresponde a lo que se considera como Sierra Tarahumara, el segundo lo integran las sierras La Montosa-Las Tunas-El Rosal y al final la sierra El Nido, y son clasificadas como sierra alta, y la última asociada con mesetas, separadas entre sí por valles y llanuras.

El río Papigóchic corre hacia el norte en un amplio valle de laderas con lomeríos hasta unos 12.5 km, otro río corre de sur a norte por un valle de laderas con lomeríos, dicho valle es de tipo estructural con fallas paralelas sobre los costados de las sierras.

También se encuentra sierra baja al este de Colonia Álvaro Obregón, además, se presentan lomeríos con cañadas en el noroeste y sureste de la subprovincia, lomerío con bajadas en el norte y centro, así como lomerío con mesetas al oriente y norte.

La subprovincia Sierras y Cañadas del Norte es una franja en la parte occidental que inicia en el norte y continúa hacia el sur. En el occidente sus cimas tienen más de 1,000 msnm y en el oriente, más de 2,000 m y la máxima altitud, 2,700 m se localiza en el norte. Se encuentra formadas por sierras de rocas volcánicas ácidas con franjas basálticas con una orientación aproximada de norte a sur con sierra de laderas escarpadas, recibe el nombre de sierra alta con cañadas con la característica que es el único sistema de topofomas en la entidad conformado por diferentes sierras (INEGI, 2003).

### **III.1.3 Geología**

Las rocas ígneas extrusivas básicas del Terciario T(lgeb) presentan intemperismo en bloques y su fracturamiento moderado, sobre la superficie volcánica presenta un

intemperismo intenso que da origen a áreas con suelos residuales. forman mesetas con escarpes pronunciados (INEGI, 2003).

Las rocas volcánicas ácidas tienen dominancia en las sierras, las basálticas se presentan con mayor abundancia hacia el oeste en la sierra La Montosa. Los valles tienen una altura menor en el oriente que en el occidente y están rellenos de aluviones antiguos conglomeráticos (INEGI, 2003).

#### **III.1.4 Hidrología**

La cuenca (B) del río Yaqui tiene una pendiente que varía de alta a media, las corrientes más importantes son los ríos Papigochic, Tomochi y Tutuaca (INEGI,2003).

#### **III.1.5 Suelos**

Los suelos que dominan en el área estudiada son de tipo Rendzimas los cuales se caracterizan porque presentan un horizonte A mólico con un espesor menor a los 50 cm que contienen material calcáreo, sobre sistemas de topofomas de lomerío escarpado con mesetas, lomerío escarpado con llanuras, sierra escarpada, sierra plegada y llanura aluvial. Solonetz tiene un subsuelo arcilloso que forma terrones duros en forma de columnas y altos contenido de sodio. Fluvisoles tiene horizontes heterogéneos, son calcáreos entre 20 y 50 cm de profundidad y con gran cantidad de nutrientes. Castañozems es rico en nutrientes y materia orgánica, tiene baja concentración de carbonatos, su origen es aluvial y residual debido a rocas de conglomerado. Xerosoles tiene un origen aluvial y de rocas sedimentarias e ígneas, tienen buena fertilidad y los tipos de xerosoles que se presentan en la entidad son háplico, lúvico, cálcico, gléyico (INEGI,2003).

#### **III.1.6 Clima**

La región de estudio presenta climas templados subhúmedos con lluvias en verano del cinco al 10.2% anual (C(w1), C(w2), (C(y mayores al 10.2% anual (C(w1)x', C(w2)x',

C(wo)x'. Tiene climas templados semifríos con verano fresco largo subhúmedo, que presentan lluvias en verano del cinco al 10% anual (Cb'(w1)x') y de manera ocasional lluvias de verano mayores al 10.2% anual Cb'(w2)x') (García, 1973).

La temperatura media anual va de 5°C a 12°C y la precipitación total anual es de 600 a 1,200 mm (INEGI, 2003).

### **III.1.7 Vegetación**

En el sitio de muestreo hay 5 tipos de vegetación los cuales son:

#### **III.6.1 Bosque de encino**

Constituido por diversas especies de *Quercus* en altitudes mayores de 1,000 m hasta más de 2,500 m de altitud con presencia de las especies *Quercus emoryi*, *Q. grisea* y *Q. chihuahuensis*. En cañones y barrancas predomina *Quercus oblongifolia*, *Q. arizonica* y en sitios más limitados *Quercus chihuahuensis* (encino amarillo); otros componentes de la vegetación son: *Quercus viminea*, *Q. albocincta*, *Q. hypoleucoides*, *Q. jonesi*, *Q. sideroxyla*, *Q. urbanii*, además de *Juniperus deppeana*, *J. monosperma*, *Arbutus arizonica* (madroño) y *A. xalapensis* y en el estrato herbáceo *Muhlenbergia emersleyi*, *Ceanothus fendleri*, *Muhlenbergia rigida*, *Agave* sp., *Dasyllirion* sp., *Bouteloua* spp. y *Opuntia* sp.

#### **III.6.2. Bosque de Encino-Pino**

Es un bosque con una altitud de 1,600 hasta 2,000 m con especies poco densas y de altura escasa como *Quercus emoryi* (encino prieto) que comparte el dominio con *Pinus cembroides* (pino piñonero) y elementos menos frecuentes de *Pinus chihuahuana* y *Juniperus deppeana*; mientras que para el estrato herbáceo destacan las gramíneas *Bouteloua gracilis* y *B. hirsuta*.

En laderas intermedias de las sierras en un ambiente húmedo y fresco predominan encinares de *Quercus oblongifolia* y *Q. chihuahuensis* y alcanzan una altura de hasta 12 metros en asociación con *Pinus leiophylla*, *P. chihuahuana* y también hay individuos

de *Pinus engelmannii* con una altura de 15 m. Especies de *Quercus arizonica*, *Juniperus deppeana* tienen presencia en el estrato arbolado con una altura inferior a los 10 m; también están presentes *Quercus viminea*, *Q. fulva* y *Arbutus xalapensis*; son bosques de mediana altura, abiertos con una cobertura de estrato herbáceo abundante, destaca *Zuloagaea bulbosa*, *Bouteloua hirsuta*, *Muhlenbergia spp.*, *Aristida spp.* y es la razón por la cual existe una significativa actividad de bovinos productores de carne.

### **III.6.3 Selva baja caducifolia**

Selva baja caducifolia el estrato superior arbóreo presenta especies desde 6 hasta 12 m con presencia de especies como *Lysiloma microphyllum*, *Bursera laxiflora* y destacan *Ceiba acuminata*, *Bursera odorata*; en el estrato arbustivo de 2 a 4 m tiene presencia de especies como *Croton flavescens*, *Alvaradoa amorphoides*, *Randia thurberi*, *Jatropha sp.*, *Lysiloma microphyllum*, *Bursera odorata* y en el estrato de entre 1 a 1.5 m hay *Croton flavescens*, *Opuntia sp.*, *Randia thurberi*, *Mimosa sp.*, *Karwinslia sp.*, entre otras y en el estrato herbáceo de 0.20 a 0.60 m se presenta *Croton flavescens*, *Xanthium sp.*, *Aristida ternipes* y *Setaria sp.* (INEGI,2003).

En temporada seca la mayoría de los elementos arbóreos pierden sus hojas durante más de 6 meses y alcanzan una altura máxima de 10 m y en ocasiones hasta 15 m; la característica de los árboles son copas de escasa densidad y muy abiertos; troncos cortos, robustos, torcidos y ramificados; con cortezas escamosas, y protuberancias espinosas.

### **III.6.4 Matorral perennifolio**

Se presenta debido a presencia de bosque de encino con especies de *J. deppeana* en sitios de bosque abierto de encino donde anteriormente había presencia de bosque de pino; la asociación de *Juniperus* con pastizal y con *Yucca*, *mimosa*, *Acacia constricta*, *A. schaffneri* y *Berberis trifoliolata* (Gentry, 1957). No se encuentra asociación entre

pastos y cedros, únicamente hay dominancia de uno solo y depende de la topografía y tipo de suelo. Para áreas en donde hay cañadas hay una asociación de *Juniperus* y *Rhus* y diversidad de arbustivas como *Lindleya mespiloides*, *Malacomeles denticulata*, *Cercocarpus fothersgilloides* *C. montanus*, *Purshia mexicana*, *P. plicata*, *Vauquelinia corymbosa*. En sitios donde interactúan especies de diferentes ecosistemas como el pastizal y bosque bajo abierto se presentan especies como *Quercus grisea*, *Juniperus deppeana* que da lugar a matorrales abiertos. Existen especies xerofitas, *Opuntia*, *Agave durangensis*, *Dasyllirion duranguense* y *Dalea bicolor*. En el pastizal, las especies que sobresalen son *Muhlenbergia spp.*, *Bouteloua curtipendula* y compuestas por ejemplo *Viguiera linearis* (González *et al.*, 2006).

### **III.6.5 Matorral espinoso**

Se presenta en lugares bajos o laderas y las especies que se encuentran se caracteriza por ser arbustos que poseen espinas y son caducifolios, la mayor parte del año se encuentra hasta los 2,150 msnm (González, *et al.*, 2006)

#### **III.6.5.1 Matorral de mezquite (*Prosopis glandulosa*)**

En zonas donde se encuentran arroyos las especies más comunes son mezquite (*Prosopis glandulosa*), granjel (*Celtis pallida*), junco (*Koeberlinia spinosa*), *Flourensia*, *Larrea*, *Yucca*, *Acacia*, *Berberis*. La asociación de algunas especies en áreas reducidas como en lomeríos se conjuntan con asociaciones xerófilas (González; *et al.*, 2006); en depósitos aluviales profundos las especies más frecuentes son *Prosopis* y *Larrea* que se mezclan con chaparro prieto (*Cordia parvifolia*), *Flourensia*, *Mimosa*, *Opuntia*, *Agave*, *Koeberlinia*, y *Condalia* (Gentry, 1957). En lugares con pendiente en suelos calcáreos hay asociaciones de *Fouquieria*, *Jatropha*, *Euphorbia antisiphilitica* y *Agave* (Gentry, 1957). Para sitios con mayor precipitación pluvial y suelos pedregosos con mayor pendiente que al menos es cubierto en un 60% o 70% por diferentes especies de arbustos como *Acacia*, *Lippia*, *Larrea* y *Parthenium* a estas comunidades Gentry (1957) les llamó chaparralillo.

### III.6.5.2 Matorral de huizache

Las especies se caracterizan por ser arbustos espinosos y diversas especies de leguminosas como *Acacia constricta*, *Prosopis*, *Mimosa*, *Parkinsonia aculeata*, *Berberis pinifolia* y *Mandevilla foliosa*, las dos especies mencionadas al final tienden a presentarse en laderas de serranías en suelos someros y pedregosos y también se presentan algunas especies de herbáceas como *Physalis*, *Plumbago pulchella*, *P. scandens*, *Desmodium* y *Tagetes* presentes en laderas de serranías entre 1,450 y 1,900 m. En zonas que tiene exposición sur el ocotillo (*Fouquieria*) es la especie más dominante y se encuentra asociado con *Acacia schaffneri*, *Dalea bicolor*, *Calliandra*, *Celtis laerigata*, *Aloysia*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Acacia constricta* y *Prosopis* además de otras leguminosas para las especies herbáceas se encuentran los zacates *Melinis rosea*, *Bouteloua gracilis* y *Aristida spp.*

### III.6.5.3 Huizache largoncillo

Predomina el largoncillo (*Acacia constricta*) que se asocia con especies como *Larrea tridentata*, *Agave asperrima*, *Agave striata*, *Agave lechuguilla*, *Flouresia cernua*, *Verbesina*, *Buddleja scordioides*, *Tiquilia canescens*, *Jatropha dioica* y pocos individuos de *Opuntia*, *Cylindropuntia*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Yucca sp.* y *Yucca rigida* con navajita (*Bouteloua gracilis*) y en ocasiones zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*). Las especies que se presentan entre los 1,750 m y 1,800 m son *A. constricta* y *Brickellia veronicifolia* son las especies dominantes, lo contrario de *Condalia ericoides*, *Berberis trifoliolata*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Opuntia*, además la presencia de *Bouteloua gracilis* y *B. curtipendula*.

### III.6.5.4 Otros tipos de vegetación

Se presenta una mezcla de elementos parvifolios con crasicaulos y rosetófilos y se presentan especies como *Agave asperrima*, *Larrea tridentata*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Agave lechuguilla*, *Acacia constricta*, *Leucophyllum especie??*, *Lippia graveolens*, *Jatropha dioica*, *Flourensia cernua*, *Opuntia* y *Parthenium incanum*, Cenizo (*Leucophyllum*), mariola (*Parthenium incanum*), gatuño (*Mimosa aculeaticarpa*), granjeno (*Celtis laevigata*), *Dalea*, hierba de San Nicolás, (*Chrysactinia mexicana*), largoncillo (*Acacia constricta*), mezquite (*Prosopis glandulosa*) y escaso guajillo (*Acacia berlandieri*) (González et al., 2006).

### **III.2 Metodología**

En el área donde se realizó el estudio se había reportado con antelación la presencia de diferentes especies de mamíferos silvestres y para verificarlo se realizó una visita en un rancho ganadero con una dimensión de 4,300 ha y para obtener información sobre la localización de las especies del sitio se aplicó una encuesta y también se hizo un recorrido en senderos en compañía de los dueños del lugar en donde se localizaron rastros como huellas y osamentas de algunas especies.

El tipo de muestreo fue a través de trampas cámara debido a lo accidentado del área y de la presencia de especies crípticas y elusivas.

Se identificaron los senderos de paso de fauna así el primer muestreo se realizó en el 2020 de julio a diciembre con 30 estaciones, y el segundo muestreo en el 2021 de enero a diciembre con 29 estaciones. Se abarcó así una superficie de 92 km<sup>2</sup>, las estaciones fueron georeferenciadas en Google Earth y el equipo de fototrampeo utilizado fue Wildgame, Tasco, Reconyx, Stealth cam y Spypoint con una equidistancia de 1.5 km a 3 km a una altura de aproximadamente 50 cm. Las cámaras no fueron revisadas de forma periódica únicamente se realizaron visitas a las estaciones cada 4 meses para verificar que las cámaras estuvieran funcionando y recolectar la información de cada estación. También se realizó el reacomodo de 15 estaciones durante la tercera visita y en una cuarta visita el reacomodo de otras 15 estaciones y

así se obtuvieron un total de 89 sitios. Cabe mencionar que fueron descartadas 8 estaciones por no haber obtenido información, debido a que dejaron de funcionar.

## **III.2 Métodos para medir la diversidad Alfa y Beta**

### **III.2.1 Diversidad Alfa**

Describe la riqueza de especies que existe en una comunidad, es decir el número de especies que se presentan a nivel local o el promedio del número de especies en diferentes localidades (Baselga y Gómez, 2019).

#### **III.2.1.1 Curva de acumulación de especies**

Estima el número total de especies esperadas y muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras (Escalante, 2003) y también relaciona los registros y el esfuerzo de muestreo (Perú, Ministerio del Ambiente, 2015). Aporta fiabilidad a los inventarios biológicos, esto permite hacer una comparación con el número de especies observadas para calcular el número total de especies que estarían presentes en el área de estudio (Jiménez y Hortal, 2003) y, para emplearlo como un análisis comparativo deberá realizarse entre unidades de vegetación, localidades o regiones (Perú, Ministerio del Ambiente, 2015).

Para la elaboración de la curva de acumulación de especies se utilizó el programa STATISTICA 7.0, así y el programa informático EstimateS, versión 9.1.0 para la “suavización” de la curva, previo a la introducción de los datos al programa EstimateS se ordenaron los datos en Excel en la versión de Microsoft Office Profesional Plus (2016).

Para la elaboración de la curva de acumulación de especies el análisis se realizó por ecosistema bosque templado y selva seca en donde se incluyen a cada comunidad vegetal debido a que se necesitarían 3 muestreos en cada sitio por comunidad vegetal para tener una muestra representativa. Se utilizó el programa STATISTICA 7.0, y el programa informático EstimateS en su versión 9.1.0 para la suavización de la curva.

Previo a la introducción de los datos al programa EstimateS se ordenaron los datos en Excel en la versión de Microsoft Office Profesional Plus (2016).

### III.2.1.2 Ecuación de Clench

Es una ecuación que se ajusta a sitios donde se ha muestreado un área extensa y además dice que si se muestrea en un lapso de tiempo prolongado hay una mayor probabilidad de registrar nuevas especies e incluirlas en el inventario.

$$S_n = a \times n / (1 + b \times n)$$

### III.2.1.3 Frecuencia relativa

Realiza el conteo del número de registros de acuerdo con el total de capturas obtenidas en un determinado sitio.

$$FRC_x = \frac{L_x}{N_L} \times 100$$

Donde:

$L_x$ = número de registros de la localidad evaluada en las cuales la especie X está presente.

$N_L$ = número total de registros.

### III.2.1.4 Índice de Margalef

Determina la biodiversidad de una comunidad donde toma en cuenta la distribución numérica de los individuos de las especies con función del número total de individuos existentes en la muestra que se analizó es decir que integra el número de especies (S) y el número de individuos (N) (Magurran, 2004).

$$DMg = \frac{(s - 1)}{\ln(N)}$$

Donde:

ln= Logaritmo natural (base e)

S= Número total de especies presentes

N=Número total de individuos

### III.2.1.5 Índice de Shannon

Calcula la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. La incertidumbre aumenta cuando hay riqueza en el ecosistema y disminuye cuando la mayoría de los individuos pertenecen a una misma especie entonces a mayor complejidad mayor será el valor del índice.

$$H = \sum P_i \log_2 p_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

$n_i$ = número de individuos de la especie i.

N= número total de todas las especies.

S=número total de especies.

### III.2.1.6 Índice de Pielou

Analiza que tan uniforme es la abundancia relativa de las especies que se calcularon con el índice de Shannon (Magurran, 1988). El índice de Pielou adquiere valores entre 0 y 1 donde 0 es resultado de la ausencia de uniformidad y 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes (Martella et al., 2012)

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde

J'= es el índice de Pielou

H'= el índice de Shannon

S= es la riqueza de especies

Para los índices de Shannon, Margalef y Pielou se utilizó el programa Past con una base de datos elaborada en Excel en la versión de Microsoft Office LTSC Profesional Plus 2021.

### **III.2.2. Diversidad Beta**

Es la composición de especies que se encuentra en un transecto, paisaje o un área ecológica, la diversidad del lugar deberá ser heterogénea (Whittaker, 1960), a través de esto se puede conocer la endemidad de las especies que se presenten en el lugar y es primordial para estudios de la biogeografía (Soberón, *et al.*, 2005); se requieren datos cualitativos para calcular la diversidad beta como presencia o ausencia de especies, así como datos cuantitativos como la abundancia por especie, densidad, cobertura, (Baev y Penev, 1995; Magurran, 1988).

#### **III.2.2.1 Índice de Similitud de Jaccard**

De acuerdo con las especies que se presentaron en los sitios se puede conocer la proporción en la que dos muestras pueden llegar a ser semejantes.

$$I_j = \frac{c}{a+b+c}$$

Donde:

$I_j$ = índice cualitativo de Jaccard

a= número de especies presentes en el sitio A

b=número de especies presentes en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B

El índice de similitud de Jaccard al igual que los demás índices se realizó a través del programa EstimateS (Version 9.1.0).

## IV. RESULTADOS

### IV.1 Diversidad Alfa

#### IV.1.1 Riqueza estimada en bosque templado con base a la curva de acumulación de especies.

La riqueza de especies se muestra en el cuadro 1. Las familias en bosque templado son Suidae, Canidae, Felidae, Mephitidae, Mustelidae, Cervidae, Lagomorpha y Sciuriade de las cuales se incluyen 16 especies. Dentro de los registros la especie *Leopardus pardalis* y *Panthera onca* tienen una categoría de riesgo como una especie en peligro de extinción (P) y *Bassariscus astutus* (A) tiene la categoría de especie amenazada de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la UICN 14 especies se encuentran en la categoría Least Concern, y *Panthera onca* tiene la categoría Near Threatened.

Las 21 especies que se encuentran en selva seca pertenecen a las familias Tayassuidae, Canidae, Felidae, Mephitidae, Mustelidae, Procyonidae, Cervidae, Lagomorpha y Sciuridae. Las especies que están dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 es *Canis lupus baiyeli*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii* y *Panthera onca* con la categoría con la categoría en peligro de extinción y *Bassariscus astutus* con la categoría de especie amenazada. Para la UICN 17 especies tienen la categoría de Least Concern y 17 especies tiene la categoría Least concern mientras que *Leopardus wiedii*, *Panthera onca* y *Lontra canadensis* son especies que se encuentran en la categoría Near threatened.

Familia/ Especie	Nombre común	BT	SS	NOM-059	UICN
<b>Suidae</b>					
<i>Sus scrofa</i>	Jabalí europeo*	X			
<b>Tayassuidae</b>					
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar		X		LC
<b>Canidae</b>					
		X	X		LC

<i>Urocyon cinereoargenteus+</i>	Zorra gris				
<i>Canis latrans</i>	Coyote	X	X		LC
<i>Canis lupus baileyi</i>	Lobo gris mexicano-		X	E	LC
<b>Felidae</b>					
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote-	X	X	P	LC
<i>Leopardus wiedii</i>	Margay-		X	P	NT
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés+	X	X		LC
<i>Panthera onca</i>	Jaguar-	X	X	P	NT
<i>Puma concolor</i>	Puma+	X	X		LC
<b>Mephitidae</b>					
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca+	X	X		LC
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño+		X		LC
<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado norteño+	X	X		LC
<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado occidental+	X	X		LC
<b>Mustelidae</b>					
<i>Lontra canadensis</i>	Nutria de río+		X		NT
<i>Nasua narica+</i>	Coatí+	X	X		LC
<b>Procyonidae</b>					
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle Norteño-	X	X	A	LC
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X	X		LC
<b>Cervidae</b>					
	Venado cola blanca	X	X		LC

<i>Odocoileus virginianus</i>				
<b>Lagomorpha</b>	Conejo del desierto+	X	X	LC
<i>Sylvilagus audubonii</i>				
<b>Sciuridae</b>				
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de rocas+	X	X	LC

Cuadro 1. Riqueza de especies de mamíferos registrada en el área de estudio.

\*Exótica-Invasora, +Nativa, -No endémica, (BT) Bosque templado, (SS) Selva seca.

A partir del muestreo 6 se registraron más de la mitad de las especies y a partir de del muestreo 9 las especies que se fueron agregando disminuyó. Con base a la curva de acumulación de especies se estimó una confiabilidad del 78.99% con base a la ecuación de Clench lo que indica que el muestreo fue suficiente para registrar las especies del sitio.

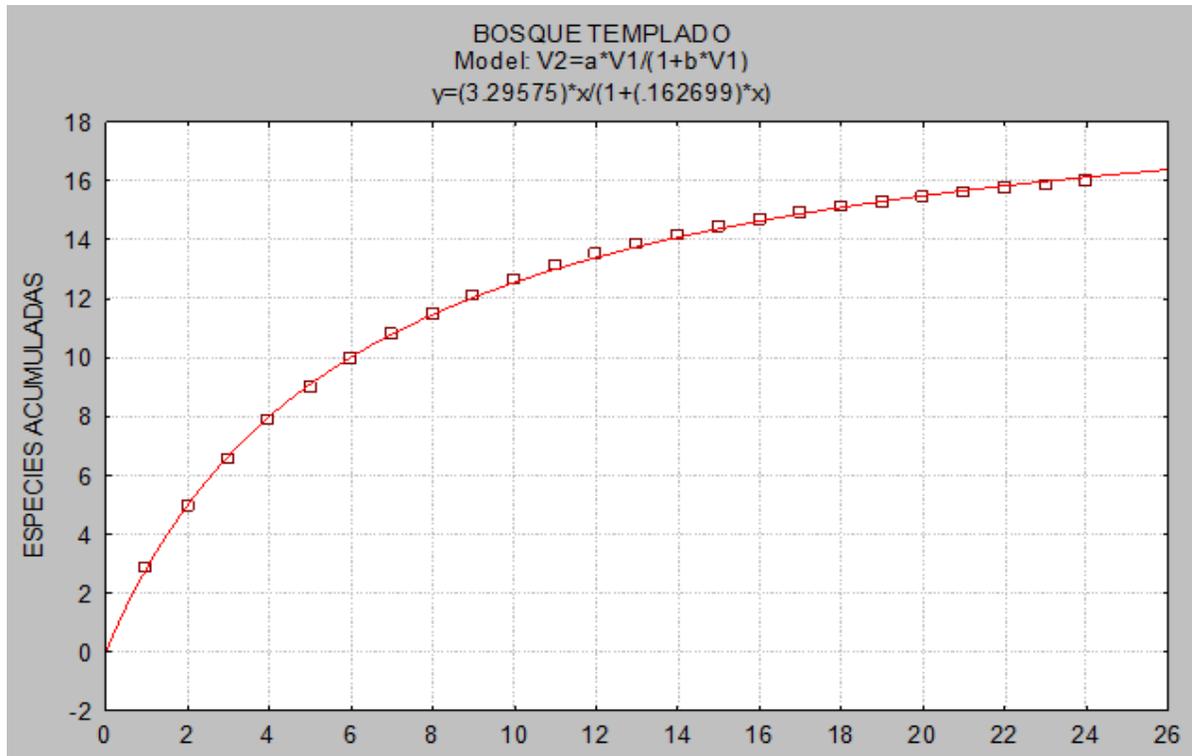


Figura 2. Curva de acumulación de especies en bosque templado con presencia de comunidades vegetales de bosque de encino, bosque de encino-pino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

#### **IV.1.2. Riqueza estimada en selva seca con base a la curva de acumulación de especies**

Se obtuvo un total de 1,509 registros, 8 familias, 18 géneros y 21 especies. De acuerdo a los registros las familias que registraron mayor riqueza fueron Felidae, Mephitidae, Canidae y Procyonidae. *Lynx rufus* es la especie más abundante, lo contrario ocurrió con *Canis lupus baileyi* con un bajo registro. De acuerdo a la curva el mayor número de especies se agregaron en los primeros muestreos, a partir del muestreo 22 se siguieron agregando especies en donde a partir de la muestra 50 se puede notar la asíntota de la curva de acumulación de especies y de acuerdo a la ecuación de Clench se estimó una riqueza de un 91.90% lo que significa que el muestro fue suficiente.

Las familias con mayor riqueza fueron Felidae debido a que se registraron 5 especies *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Lynx rufus* es la especie mejor representada, *Panthera onca* y *Puma concolor* es la segunda especie con mayor número de registros. A diferencia de la zona con vegetación de bosque templado se registró una especie más dentro de la familia felidae que es *Leopardus wiedii*, se pueden observar los registros en el área de estudio en el mapa (Anexo); la familia Mephitidae incluye 4 especies, la familia Canidae la conforman 3 especies, *Canis latrans*, *Canis lupus baileyi* y *Urocyon cinereoargenteus*, es la especie que presenta el mayor número de registros. La familia Procyonidae al igual que la familia Canidae documentó la presencia de 3 especies, *Bassariscus astutus*, *Nasua narica* fue la especie que presentó el mayor número de registros y *Procyon lotor*.

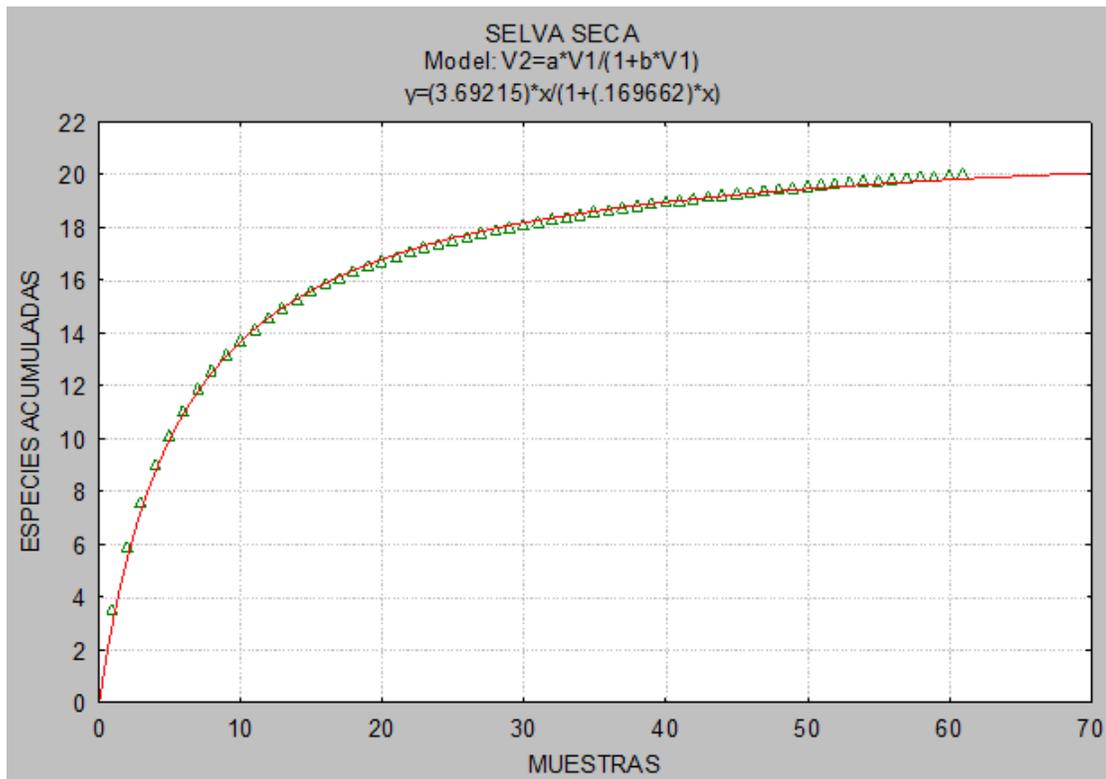


Figura 3. Curva de acumulación de especies en selva seca con presencia de comunidades vegetales de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y cuerpo de agua.

#### IV.2. Frecuencia relativa

Las especies que presentaron mayor frecuencia en bosque templado fue *Odocoileus virginianus* con 20.59%, *Urocyon cinereoargenteus* con un valor de 16.18%, *Nasua narica* y *Panthera onca* con el 7.35% y las especies que tuvieron como resultado la menor frecuencia es *Procyon lotor*, *Spilogale gracilis* y *Sus scrofa* con un valor de 1.47%.

En selva seca la frecuencia fue mayor para *Urocyon cinereoargenteus* con 18.78%, *Odocoileus virginianus* con 16.43%, *Lynx rufus* con un valor de 9.39%, *Leopardus pardalis*, *Puma concolor* y *Sylvilagus audubonii* con el 6.10% y las especies que presentaron una menor frecuencia es *Mephitis macroura*, *Otospermophilus variegatus* y *Dicotyles tajacu* con 0.94% así como *Canis lupus baileyi* y *Leopardus wiedii* con 0.47% de frecuencia relativa.

### IV.3 Índice de Margalef

El bosque de encino es la vegetación con mayor índice de riqueza de Margalef con 2.78, para la selva baja caducifolia con un valor de 2.68 se obtuvieron registros de las mismas especies de bosque de encino y además registros de *Canis lupus baileyi* (1), *Dicotyles tajacu* (1), *Leopardus wiedii* (2), *Lontra canadensis* (5) y *Mephitis macroura* (4) (Figura 4) . Para cuerpo de agua presentó un valor de 2.17. En bosque de encino-pino presento la menor riqueza con un valor de 1.36 ya que se registraron 4 especies.

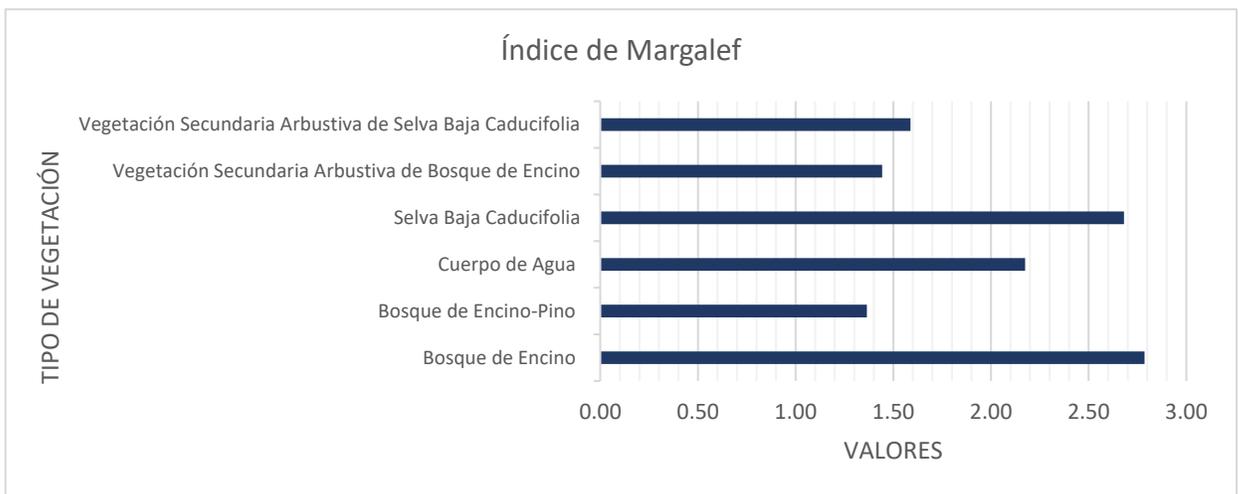


Figura 4. Índice de Margalef para las diferentes comunidades vegetales del sitio de estudio.

### IV.4 Índice de Shannon

El sitio con mayor diversidad fue para el bosque de encino con un valor de 2.04, para selva baja caducifolia tuvo un valor de 1.94 y para cuerpo de agua 1.5 mientras que para bosque de encino-pino 1.2. En la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y selva baja caducifolia el índice oscila entre 1.21 y 1.29 (Figura 5).

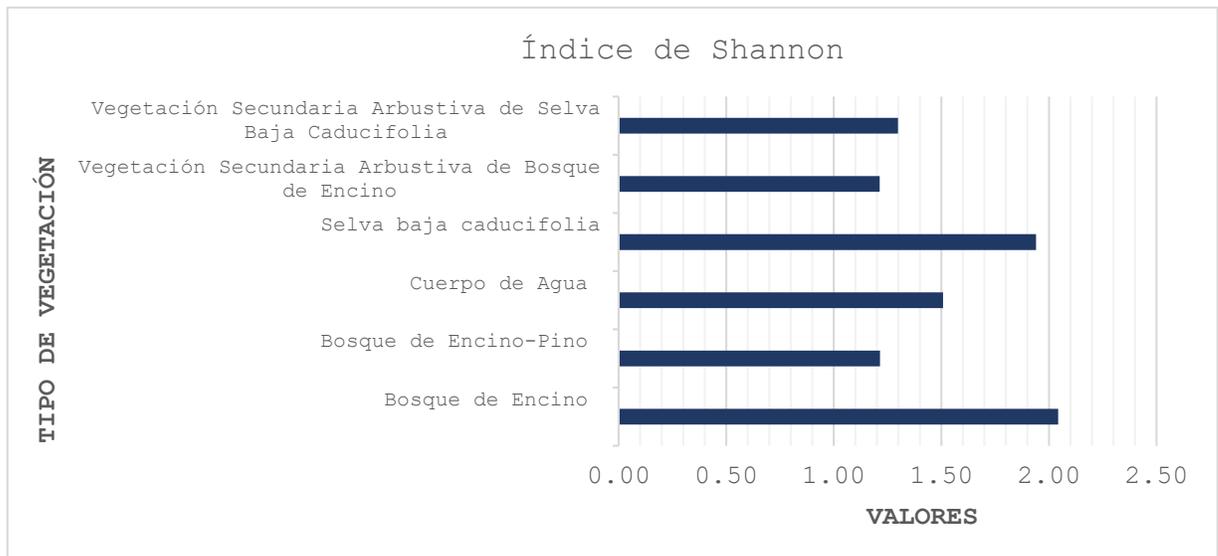


Figura 5. Índice de Shannon para las diferentes comunidades vegetales del sitio de estudio.

#### IV.5 Índice de equitatividad de Pielou

Para el índice de equitatividad el bosque de encino-pino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino presentaron un valor de 0.87. Para el sitio de bosque de encino tuvo un valor de 0.73 con un valor similar para cuerpo de agua con 0.72, seguido de selva baja caducifolia con un resultado de 0.64 y 0.56 para vegetación arbustiva de selva baja caducifolia (Figura 6).

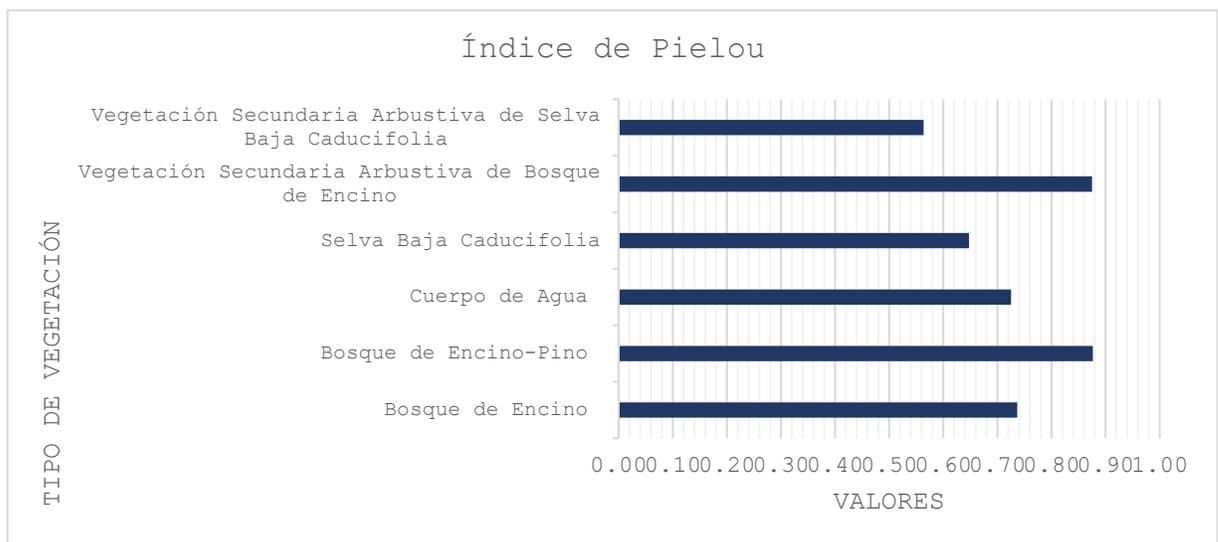


Figura 6. Índice de Pielou para las diferentes comunidades vegetales del sitio de estudio.

## IV.2 Diversidad Beta

### IV.2.1 Índice de Jaccard

El valor más alto fue 0.71 para el bosque de encino y selva baja caducifolia, comunidades que comparten 15 especies (figura 6). El segundo valor más alto fue de 0.53 que corresponde a la asociación entre bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva de selva, es decir, que comparten 9 especies. Los valores con menor número de especies compartidas fue de 0.14 en bosque de encino-pino y vegetación secundaria arbustiva de bosque que comparten 1 especie seguido de un valor menor de 0.20 para la asociación de bosque de encino-pino y cuerpo de agua aquí comparten 2 especies y para la asociación de cuerpo de agua y selva baja caducifolia las especies compartidas son *Bassariscus astutus*, *Canis latrans*, *Dicotyles tajacu*, *Leopardus pardalis*, *Odocoileus virginianus*, *Panthera onca*, *Procyon lotor* y *Urocyon cinereoargenteus*.

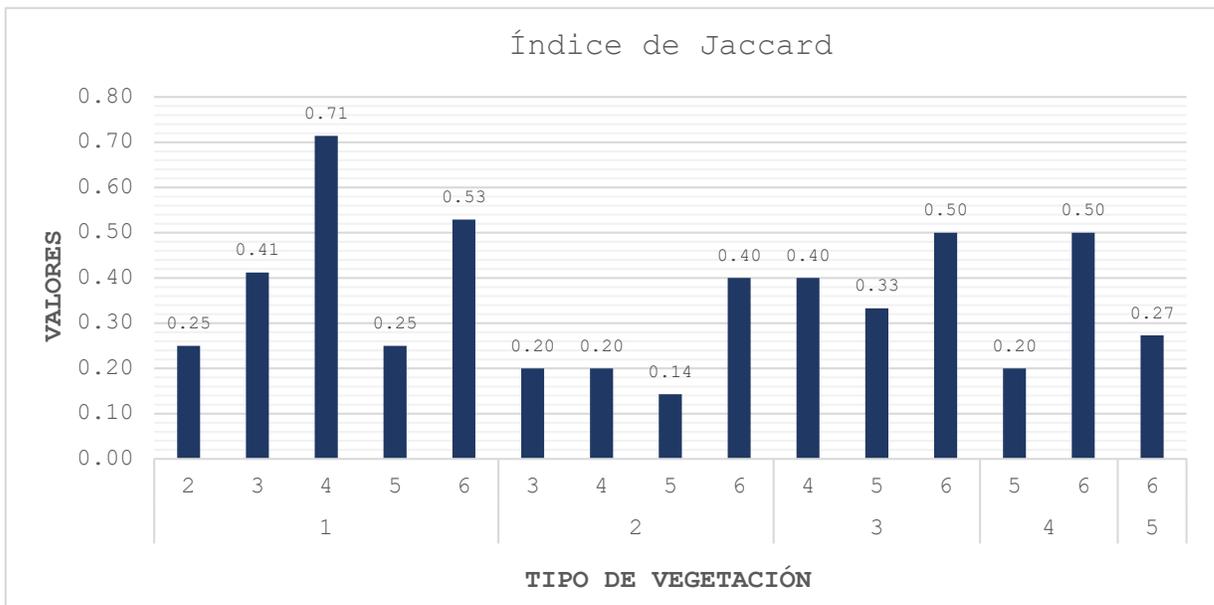


Figura 7. Índice de Jaccard para las diferentes comunidades vegetales del sitio de estudio.

Bosque de Encino (1), bosque de encino-pino (2), cuerpo de agua (3), selva baja caducifolia (4), vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (5) y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (6).

### IV.3. Patrones de actividad

Los patrones de actividad que se presentan en la Tabla 2, la cual tiene un porcentaje por especies en donde la mayoría de las especies presentaron actividad nocturna y diurna. Para *Odocoileus virginianus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Lynx rufus*, *Panthera onca*, *Puma concolor*, *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura*, *M. mephitis*, *Spilogale gracilis*, *Lontra canadensis*, *Bassariscus astutus*, *Procyon lotor*, *Sylvilagus audubonii* son especies que tienen mayor actividad nocturna. Por su parte las especies *Sus scrofa*, *Dicotyles tajacu*, *Puma concolor*, *Nasua narica* y *Otopermophilus variegatus* presentan actividad diurna, aunque algunas tienen mayor actividad nocturna. En el caso de *Sus scrofa*, *Canis lupus baileyi*, *Lynx rufus* presentaron actividad crepuscular al amanecer. Especies como *Canis latrans*, *Lynx rufus* y *Urocyon cinereoargenteus* la distribución de su actividad fue durante todo el día, predominando en algunas actividad nocturna o diurna.

Nombre Científico	Nombre Común	C-Ama	C-Ata	N	D
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	12%	9%	40%	39%
<i>Sus scrofa</i>	Jabalí	50%			50%
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	20%			80%
<i>Canis latrans</i>	Coyote	10%	2%	26%	8%
<i>Canis lupus baileyi</i>	Lobo	100%			
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita gris	6%	10%	81%	3%
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	10%	6%	78%	6%
<i>Leopardus wiedii</i>	Margay	0	0	100%	0
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	30%	8%	49%	13%
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	4%	5%	91%	
<i>Puma concolor</i>	Puma	3%	9%	48%	40%

<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño				100%
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado norteño				100%
<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo	11%			89%
<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado	0	20%	70%	10%
<i>Lontra canadensis</i>	Nutria	17%			83%
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	7%	11%	70%	12%
<i>Nasua narica</i>	Coatí	10%	9%	11%	70%
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	6%			85% 9%
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	14%			78% 8%
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de rocas				20% 80%

Cuadro 2. Patrones de actividad de las especies de mamíferos identificados en la zona de estudio.

Crepuscular al amanecer (C-Ama), crepuscular al atardecer (C-Ata), nocturno (N) y diurno (D).

## V.DISCUSIÓN

### V.1 Riqueza de especies en bosque templado y selva seca.

En el estado de Chihuahua existen pocos estudios que documentan la diversidad de mamíferos en general, y de tamaño mediano y de grandes mamíferos en particular. Todas las especies reportadas aquí ya están registradas para el estado (Anderson, 1972; López-González y García-Mendoza, 2012).

En el área de estudio se registraron 21 especies de mamíferos, lo cual representa el 15.78% de la diversidad del estado de Chihuahua con 133 especies de mamíferos que pertenecen a 7 órdenes, 25 familias y 75 géneros (López y García, 2012). Este valor es superior a las 16 especies de mamíferos de tamaño mediano y grande registrados por Álvarez-Córdova y Fernández (2021) en bosques de pino-encino y pastizales del Rancho Experimental Teseachi en Chihuahua.

En el ejido 5 millas del municipio de Madera, se registraron 14 especies de mamíferos, los cuales incluyen al orden Rodentia, Carnivora, Lagomorpha y Artiodactyla con vegetación de encino-pino el número de especies registradas es similar a la región Jano-Casas Grandes con un registro mayor de 74 especies con los órdenes Rodentia, Carnívora, Chiroptera, Artiodactyla y Lagomorpha pero con una vegetación de pastizal y matorrales áridos. En el ejido San Ignacio tiene una vegetación de bosque templado y tienen registro de 16 especies de mamíferos medianos y grandes, 9 están presentes en pastizal abierto. De acuerdo a los sitios mencionados en comparación con el área de estudio donde se registraron 21 especies presentan una similitud de los órdenes registrados en Madera.

El orden Carnivora presentó la mayor riqueza de especies como *Canis latrans*, *Canis lupus baileyi*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Lynx rufus*, *Panthera onca*, *Puma concolor*, *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura*, *Mephitis mephitis*, *Spilogale gracilis*, *Lontra canadensis*, *Bassariscus astutus*, *Nasua narica* y *Procyon lotor*. Las especies que pertenecen al orden Carnívora probablemente se debe a la disponibilidad de alimento para estas especies lo cual lo

hace un sitio para establecerse ya que encuentran un hábitat ideal para establecerse el bosque templado ofrece mayor estabilidad para la disponibilidad de alimento y hábitat durante el año además en el área de estudio bosque templado presenta una mayor uniformidad en la distribución de las especies que se registraron. En bosque templado no se presentó la dominancia de alguna especie. El orden Artiodactyla fue el segundo orden con mayor número de especies como *Odocoileus virginianus*, *Sus scrofa* y *Dicotyles tajacu*. El orden Lagomorpha presentó registros de *Sylvilagus audubonii* y el orden rodentia registró presencia de *Otospermophilus variegatus*.

El número de especies en el ejido San Ignacio (Media., *et al* 2015) fue menor comparado con el sitio de estudio, las especies son similares y la presencia de las demás especies que no registro el ejido San Ignacio al igual que en la región de Janos-Casas Grandes de las cuales coinciden 7 especies. Su presencia puede ser debido a que la porción que existe en el área de estudio de selva seca, en los dos sitios predominan especies del orden Carnívora. Los sitios presentan vegetación de pino-encino, bosque de encino y pastizal abierto y en el área de estudio una porción de selva seca.

La familia Felidae es la que presentó mayor riqueza ya que se registraron 5 especies en selva seca y se atribuye a que encuentran condiciones particulares en este sitio debido a la vegetación, pero la disponibilidad de alimento que pueden encontrar en el sitio de bosque templado es aún mayor ya que las condiciones para las especies que pertenecen a otras familias con hábitos herbívoros u omnívoros encuentran mayores condiciones fuera del sitio de selva seca.

## **V.2 Índice de Margalef, Shannon y Pielou**

De acuerdo a los índices de diversidad, riqueza y equitatividad en la reserva biológica Alberto Manuel Brenes, Costa Rica en bosque tropical húmedo el índice de Shannon es de 2.04 (Sánchez *et al.*, 2021). La diversidad y riqueza de los sitios es similar y igual que en el municipio de Madera se registró el mismo valor para bosque de encino debido a la distribución de las especies que se registraron con 2.04 bits donde

*Odocoileus virginianus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Nasua narica* y *Sylvilagus audubonii* son las especies con mayor frecuencia, esto es debido a las condiciones bióticas que se presentan en el sitio como la disponibilidad de alimento y poca fragmentación del hábitat para especies que pertenecen a la familia canidae, procyonidae, cervidae y lagomorpha. Esto refleja la dominancia de tales especies en el sitio y debido a la proporción que existe entre ellas se considera un sitio diverso, para el sitio de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino presentó la diversidad más baja de todos los sitios, aquí se registraron 4 especies *Bassariscus astutus*, *Nasua narica*, *Odocoileus virginianus*, *Urocyon cinereoargenteus* y la única especie sin registros fue *Sylvilagus audubonii*, contrasta con las especies que registraron un alto índice de diversidad en bosque de encino.

El índice de Margalef tiene diversidad alta en la reserva ecológica de Costa Rica con un valor de 3.09, para Chihuahua se registró un valor de 2.78 considerado con mayor riqueza el bosque de encino. Para el índice de Pielou en la reserva mantuvo una abundancia de media a alta con un valor de 0.69 mientras que en el sitio de estudio se obtuvo un valor de 0.87 para dos sitios en bosque de encino-pino y en vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino ya que fueron los sitios donde las especies no se consideran igualmente abundantes en estos dos sitios bosque de encino-pino tuvo 9 registros con 4 especies, *Leopardus pardalis* (3), *Puma concolor* (4), *Sylvilagus audubonii* (1) y *Urocyon cinereoargenteus* (1) y 8 registros para la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino con 4 especies, *Bassariscus astutus* (1), *Nasua narica* (1), *Odocoileus virginianus* (4) y *Urocyon cinereoargenteus* (1). El tipo de vegetación que se considera con especies que son igualmente abundantes es para selva baja caducifolia con un resultado de 0.65 donde se presenta especies que son igualmente abundantes aquí se obtuvieron registros de las 21 especies, las especies que dominan son *Odocoileus virginianus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Lynx rufus* y *Sylvilagus audubonii*.

### **V.3 Patrones de Actividad de las especies**

Rodríguez (2020), registró una riqueza de 13 especies las cuales pertenecen a 5 órdenes, determinaron el patrón de actividad para *Canis latrans*, con una actividad catameral, para *Urocyon cinereoargenteus* presentó actividad nocturna y crepuscular, *Sciurus aberti* presentó actividad diurna y *Sylvilagus floridanus* presentó actividad nocturna mientras que para las 21 especies que se registraron en el área de estudio el orden carnívora presentó una actividad nocturna con excepción de *Odocoileus virginianus* que pertenece al orden Artiodactyla. 3 especies presentaron una actividad diurna. Para *Sus crofa*, *Canis lupus baileyi*, *Lynx rufus* tuvieron actividad crepuscular al amanecer. Al igual que Rodríguez Maturino *Canis latrans* presentó una actividad durante todo el día predominando con actividad nocturna o diurna al igual que *Urocyon cinereoargenteus* y *Lynx rufus*.

### **V.4 Especies listadas en estatus de conservación en la NOM-059 y la lista roja de la IUCN**

Todas las especies registradas están clasificadas como de Preocupación Menor por la UICN (2019), lo que significa que sus poblaciones no requieren planes de manejo para garantizar su conservación. Lo mismo aplica para el caso de la NOM-059 (2010). Además, ninguna de las especies reportadas es endémica de México (Ceballos *et al.*, 2005), pero la mayoría muestra una afinidad biogeográfica Neártica (*L. rufus*, *C. latrans*, *U. americanus*) y pocas especies son de origen neotropical (*N. narica*, *D. tajacu*).

De las especies de mamíferos reportadas para Chihuahua 22 están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con una categoría de riesgo y de acuerdo a las especies que se registraron en el área de estudio es *Canis lupus baileyi* (López y García, 2012) está recategorizada como una especie en peligro de extinción debido a su reintroducción en los últimos años (CONANP, 2020). Las especies *Leopardus wiedii*, *Leopardus pardalis* y *Panthera onca* en peligro de extinción (P) y *Bassariscus astutus* está amenazada (A).

De acuerdo a López y García (2012) para la región de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua, la NOM-059-SEMARNAT-2010 incluye siete especies que se encuentran como sujetas a protección especial, 10 se consideran amenazadas, seis están en peligro como: *Leopardus wiedii*, *Leopardus pardalis*, *Panthera onca*, y *Canis lupus*, son especies registradas en el área de estudio. De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) de las 133 especies que habitan en México presentan un grado de vulnerabilidad como es el caso de 20 especies de las 21 que se registraron en el area de estudio. Las especies que no tiene ninguna categoría es *Sus scrofa*. La mayoría de las especies se encuentran con preocupación menor (LC) con excepción de *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii* y *Panthera onca* tienen la categoría de especies casi amenazadas (NT) y para la Sierra Madre Occidental hay una especie que se encuentra en peligro y 14 especies casi amenazadas o vulnerables y 134 son de preocupación menor. (López y García, 2024).

## VI. CONCLUSIONES

En el estudio se registró un total de 21 especies en conjunto con bosque templado y selva seca. Para bosque templado la riqueza es de 16 especies que están conformadas por 8 familias, en estos sitios las especies que tuvieron mayor frecuencia fue *Odocoileus virginianus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Nasua narica* y *Panthera onca*. Para selva seca se obtuvo el registro de 21 especies conformada por 9 familias y las especies que presentaron una mayor frecuencia es *Urocyon cinereoargenteus*, *Odocoileus virginianus*, *Lynx rufus*, *Leopardus pardalis*, *Puma concolor* y *Sylvilagus audubonii*. Aunque se presenta una mayor riqueza en bosque templado comparado con selva seca la frecuencia en los dos ecosistemas es similar ya que comparten dos especies *Odocoileus virginianus* y *Urocyon cinereoargenteus* que presentan la mayor frecuencia para los dos tipos de ecosistemas lo cual afirma que estas especies encuentran las condiciones necesarias para establecerse en alguno de los dos ecosistemas que involucran los diferentes tipos de comunidades vegetales.

Para las especies registradas predominan la actividad nocturna y diurna. Las especies que caracterizan este tipo de actividad pertenecen al orden Carnívora así como también para el orden Artiodactyla y Lagomorpha en este estudio. Para las especies que pertenecen al orden Artiodactyla, Carnívora y Rodentia tuvieron una mayor actividad diurna. De forma muy similar el orden que predomina con actividad crepuscular al amanecer es para las especies que pertenecen al orden Carnívora y se descarta que presenten mayor actividad crepuscular al atardecer para todas las especies a excepción de *Spilogale gracilis* que presentó una mayor actividad nocturna y crepuscular al atardecer. La actividad crepuscular al amanecer, nocturna y diurna son las que presentan 20 especies esto se ve influenciado por el tipo de hábitos alimenticios de las especies registradas.

## VII.RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreos con registros directos e indirectos para conocer el área en donde se establecen algunas especies o si el sitio es utilizado como corredor biológico.
- Realizar monitoreos continuos en las estaciones del año lo cual podrá aportar información sobre el comportamiento o la preferencia en los diferentes sitios según cada especie.
- Estudio de patrón de actividad y traslapes de actividad debido a las especies que se registraron en el área de estudio.
- De acuerdo a las especies que registren promover acciones para su conservación con el fin de prevenir actividades que pueden provocar el desplazamiento o descenso de las poblaciones de las diferentes especies.

## VIII. LITERATURA CITADA

- A.R.E.** 2003. Sinclair. Mammal population regulation, keystone processes and ecosystem dynamics. The royal society.1729-1740.
- Álvarez-Córdova, F.,** Fernández, J.A. 2021. Medium-sized and large mammals of the pine-oak forests and grasslands of the Rancho Experimental Teseachi in Chihuahua, Mexico. Check List, 17 (2): 669-681.
- Anderson, S.** 1972. Mammals of Chihuahua, taxonomy and distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History 148: 153–398.
- Asner, G. P., N. Vaughn, I. P. J. Smit, S. Levick.** 2016. Ecosystem-scale effects of megafauna in African savannas. Ecography 39: 240–252.
- Baev, P. V. y Penev, L. D.** 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. (Versión 5.1.). [Software de computación]. Sofia-Moscow: Pensof
- Baselga, Andrés.,** Gómez, Rodríguez, Carola. 2019. Instituto Cretus. Diversidad alfa, beta y gamma: ¿cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas? Universidad de Santiago de Compostela. 26: 39-45.
- Berger, J., Swenson, J. E. y Person, I. L.** 2001b. Recolonizing carnivores and naive prey: conservation lessons from Pleistocene extinctions. Science 291(5506): 1036-1039.
- Bernard, H., A., Ahmad, J., Brodie, A.J., Giordano, M., Lakim, R., Amat, S.K., Pei Hue, L.S., Khee, A., Tuuga, P.T., Malim, D., Lim-Hasegawa, Y.S., Wai y W. Sinun.** 2013. Camera-trapping survey of mammals in and around Imbak Canyon Conservation Area in Sabah Malaysia Borneo. The Raffles Bulletin of Zoology. 61:861-870.
- Beschta, R. L., y W. J. Ripple.** 2016. Riparian vegetation recovery in Yellowstone: the first two decades after wolf reintroduction. Biological Conservation 198: 93–103.

- Blake**, J. G., Mosquera, D., Loiselle, B. A., Swing, K., Guerra, J., Romo, D. 2012. Temporal activity patterns of terrestrial mammals in lowland rainforest of eastern Ecuador. *Ecotropica*. 137: 137-146
- Bouwes** N, Weber N, Jordan CE, Saunders WC, Tattam IA, Volk C, Wheaton JM, Pollock MM. 2016. Ecosystem experiment reveals benefits of natural and simulated beaver dams to a threatened population of steelhead (*Oncorhynchus mykiss*). *Scientific Reports* 6: 28581.
- Briones**, S, M., Torres, L. I., Carrera, T. R., Sánchez, R. G. 2016. Abundancia Relativa Y Patrones De Actividad De Los Felinos Silvestres En La Selva De Los Chimalapas, Oaxaca, México. *THERYA*. 7(1): 123-134.
- Bromham**, L. 2011. The genome as a life history character: why rate of molecular evolution varies between mammal species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1577): 2503-2513.
- Buckland**, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers y L. Thomas. 2001. Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press.
- Carabias**, J., J. Sarukhán, J. de la Maza y C. Galindo (coord.). 2010. Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F.
- Castillo**, A. Peña, J.L. 2015. INECOL. Manual de técnicas del estudio de la fauna. 2015. Instituto de Ecología. Gallina-Tessaro, S. México. 2015. Pp. 181-206.
- Ceballos**, G. 2014. *Mammals of México*. Johns Hopkins University Press. Primera edición. Baltimore. Estados Unidos de América. 976.
- Ceballos**, G., y J.H. Brown. 1995. Global patterns of mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Conservation*
- Ceballos**, G., Arroyo-Cabrales, J., Medellín, A.R. 2002. *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. CONABIO-UNAM. D.F. México.

- Ceballos, G., List, R., Pacheco, J., Manzano, P., Santos, G.** 2004. Conservation of biodiversity and creation of a reserve in the Janos-Casas Grandes region, Chihuahua, Mexico. Informe final no publicado presentado a J.M. Kaplan Fund. Pp. 30.
- Ceballos, G., Navarro D.** 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. in: M. A. Mares and D. J. Schmidly, editors. Latin American mammalogy: history, biodiversity, and conservation. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, USA. Pp.167–198.
- Cervantes, A. F., Castro-Campillo, A. y Pulido, R.J.** 1994. Mamíferos Terrestres Nativos de México. Departamento de Zoología, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología. 65(1): 177-190.
- Chávez, C. y Ceballos, G.** 1998. Diversidad y Estado De Conservación De Los Mamíferos Del Estado De México. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Revista Mexicana de Mastozoología 3: 113-134.
- 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.
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO).** 2014. La biodiversidad en Chihuahua; Estudio de Estado. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad México.
- Consuelo, L. Álvarez, C. S., Arellano, E., Arroyo, C. J., Bolaños, J., Briones, S. M., Cervantes, A. F., Chablé, S. J., Corral, L., Cortés, M., Cortés, C, P., Paz, C, M., Elizaldes, A, C., Escobedo, C, E., Espinoza, E., Estrella, E., Gallo, R, P. J., García, M, D. F., Garza, T, H. A., Alvar, G, C., González, C, F. X., González, M, R. M., González, R, N., Guzmán, D., Guzmán, A. F. Hernández, B, S. F., Hortelano, M, Y., Iñiguez, L. I., Guzmán, J, A., Kantum, N, Y., Paniagua, L, L., López, G, C., López, S, J. H., López, V, J. C., Martín, N., Martínez, V, J., Mejenes, L, S. M. A., Morales, V, B., Muñiz, M, R., Niño, R, J. A., Núñez, G, A.,**

- Pozo, C., Pulido, R. J., Renata, G. O., Ruan, I., Selem, C. I., Vargas, J., Zúñiga, R., M. A. Los Mamíferos de México en las colecciones científicas de Norteamérica. 2012. *Therya* 3(2): 239-262.
- Davidson**, A. D., Detling, J.K., Brown, J.H. 2012. Ecological roles and conservation challenges of social, burrowing, herbivorous mammals in the world's grasslands. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10: 477–486.
- Di Bitetti**, M. S., A. J. Paviolo, y C. D. De Angelo. 2014. Camera trap photographic rates on roads vs. off roads: location does matter. *Mastozoología Neotropical* 21:37-46.
- Di Blanco**, Y. E., Spurring, K. S., Di Bitetti, M. S. 2017. Daily activity pattern of reintroduced giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*): effects of seasonality and experience. *Mammalia*. 81: 11-21.
- Dirzo**, R. 2001. Plant-mammal interactions: lessons for our understanding of nature, and implications for biodiversity conservation. In *Ecology: Achievement and challenge: the 41st Symposium of the British Ecological Society sponsored by the Ecological Society of America held at Orlando, Florida, USA*. Blackwell Science. Science. 319-335. Oxford, UK.
- Doughty**, C. E., *et al.* 2016b. Global nutrient transport in a world of giants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113 :868–873.
- Drew**, J. 2011. The role of natural history institutions and bioinformatics in conservation biology. *Conservation Biology* 25: 1250-1252.
- Dunbar**, R. I. M. 1988. *Primate social systems*. Bristol, Inglaterra.
- Fa**, J.E., Morales, L.M. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315-352. In: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM., México, D.F.

- Feer** F., Henry, O., Forget, P.M., Gayot, M. 2001. Frugivory and seed dispersal by terrestrial mammals. Bongers (eds.), Nouragues. Dynamics and plant-animal interactions in a neotropical rainforest. Kluwer Academic Publishers. Pp. 227-232.
- Fenster**, C.B., W. S. Armbruster, P.Wilson, M. R.Dudash, y J. D. Thomson. 2004. Pollination syndromes and floral specialization. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 35: 375–403
- Fleming**, T. H., y W. J. Kress. 2013. The ornaments of life: coevolution and conservation in the tropics. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Fleming**, T.H., y V. J. Sosa. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. Journal of Mammalogy 75: 845–851.
- Flores**, L. D. B. 2021. Patrones de Actividad de Mamíferos en la localidad de Paso Centurión, Cerro Largo. Tesis de Licenciatura. Universidad de la República de Uruguay. Montevideo, Uruguay. 40 p.
- Forshaw**, J. M. 1990. Parrots of the World. Lansdowne.Ontario, Canada.
- Frank**, D. A., S. J. McNaughton, y B. F. Tracy. 1998. The ecology of the Earth’s grazing ecosystems. BioScience 48: 513–521.
- Frank**, D. A., S. J. McNaughton, y B. F.Tracy. 1998. The ecology of the Earth’s grazing ecosystems. BioScience 48: 513–521.
- Gallina**, S. 2021. Las cámaras trampa, una herramienta para conocer la biodiversidad. Instituto de Ecología A.C. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/236-las-camaras-trampa-una-herramienta-para-conocer-labiodiversidad#:~:text=Podemos%20se%20B1alar%20que%20las%20c%20A1maras,trampeos%20m%20A9todos%20indirectos%20a%20trav%20A9s>. (1, septiembre, 2022)

- García**, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 246 pp.
- García-Aguilar**, M. C., Luévano-Esparza, J. y de la Cueva, H. 2017. La fauna nativa de México en riesgo y la NOM-059: ¿Están todos los que son y son todos los que están? *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 33(2): 188-198.
- Gentry**, H.S. 1957. Los Pastizales de Durango. Edic. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México, D.F. 361 pp.
- Goheen**, J. R., T. M. Palmer, F. Keesing, C. Riginos, y T.P.Young. 2010. Large herbivores facilitate savanna tree establishment via diverse and indirect pathways. *The Journal of Animal Ecology* 79: 372–382
- Graham**, C. H., S. Ferrier, F. Huettman, C. Moritz, y A. T. Peterson. 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology and Evolution* 19: 497-503.
- Harich**, F. K., Treydte, A. C., Ogutu, J. O., Roberts, J. E., Savini, C., Bauer, J. M., y Savini, T. 2016. Seed dispersal potential of Asian elephants. *Acta Oecologica* 77:144–151.
- Hayward**, W. M y Slotow, R. 2009. Temporal Partitioning of Activity in Large African Carnivores: Tests of Multiple Hypotheses. *African Journal of Wildlife*. 39(2): 109-125.
- Hernández**, B. F. S., Cimé, Pool, J., Sosa, Escalante, J., Pech, Canché, J. y Chablé, S, J. 2010. Mamíferos terrestres. En biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CONABIO. Pp. 268-272.
- Hobbs**, N.T. 2016. Modification of ecosystems by ungulates. *Journal of Wildlife Management* 60: 695–713.
- Holling**, C. S. 1959 The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European pine sawfly. *Can. Entomol.* 91: 293–320.

- Holling**, C. S. 1965 The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. Mem. Entomol. Soc. Can. 45, 1–60.
- Hooper DU**, Adair EC., Cardinale BJ., Byrnes JE., Hungate BA., Matulich, KL., González, A., Duffy, JE., Gamfeldt, L y O'Connor MI. 2012. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. Nature 486: 105–108.
- INEGI**, 2003. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua. Aguascalientes, México.
- Instituto de Ecología A.C.** 2021. ¿Me regala unos minutos? <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/334-me-regala-unos-minutos>.(16, septiembre,2023).
- Instituto de Ecología A.C.** 2021. El reloj de los mamíferos. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/1094-el-reloj-de-los-mamiferos>. (1, septiembre,2022).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)**. 2005. Marco Geoestadístico 2005 versión 5.0. Electronic Database accesible at [http://inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/M\\_Geoestadistico.aspx](http://inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/M_Geoestadistico.aspx). Captured on 10 January 2012.
- Joseph**, M. B., J. R. Mihaljevic, S. A. Orlofske, y S. H. Paull. 2013. Does life history mediate changing disease risk when communities disassemble? Ecology Letters 16:1405–1412.
- Karanth**, K.U., Nichols, J.D. 2002. Monitoring tigers and their prey, a manual for researchers, managers and conservationist in tropical Asia. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Karanth**, K.U., Nichols, J.D., Kumar, N.S. 2004a. Photographic sampling of elusive mammals in tropical forest.: Thomson W L. Sampling rare or elusive species. Island Press. Washington. 229-247.

- Kays**, R.W., Slauson, K.M. 2008. Remote Cameras. Pp. 110-140 en: R.A. Long, P. MacKay, W.J. Zielinski y J.C. Ray (eds.). Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press. Washington D.C.
- Kotliar**, N.B., Miller, B.J., Reading R.P., Clark, T.W. 2006. The prairie dog as a keystone species. Pp. 53–64 in Conservation of the black-tailed prairie dog: saving North America’s western grassland. Hoogland. Island Press, Washington, D.C.
- Lancia**, R.A., Kendall, W.L., Pollock, K.H., Kenneth, H. 2005. Estimating the number of animals in wildlife populations. Techniques for wildlife investigations and management. Sixth edition. Pp. 106-153.
- Lira-Torres**, I., Ramos-Fernández, G. 2007. El estado del jaguar en la región de los Chimalapas, Oaxaca. Pp.71-80 en: G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza (eds.). Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas. Conabio, Alianza WWF-Telcel y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- López**, G, C., García, M, D., F. A checklist of the mammals (Mammalia) of Chihuahua, México. 2012. Check List. 8 (6): 1122-1133.
- López**, T.E., Mandujano, S. 2020. El reloj de los mamíferos. Portal Comunicación Veracruzana. Fecha de publicación: 17 de junio de 2020.
- López-González**, C., García-Mendoza, D.F. 2024 Mammals of the Sierra Madre Occidental, Mexico: megadiversity in an area of high environmental complexity. Acta Zoológica Mexicana 40: 1–35.
- López-González**, C., y García-Mendoza, F.D. 2012. A checklist of the mammals (Mammalia) of Chihuahua, Mexico. Check List 8(6): 1122–1133.
- López-Pérez**, A.M., Gage, K., Rubio, A.V., Montenieri, J., Orozco L., Suzan, G. 2018. Drivers of flea (Siphonaptera) community structure in sympatric wild carnivores in northwestern Mexico. Journal of Vector Ecology 43 (1): 15–25.

- López-Pérez, A.M., Osikowicz, L., Bai, Y., Montenieri, J., Rubio, A., Moreno, K., Susan, G., Kosoy, M.** 2017. Prevalence and phylogenetic analysis of *Bartonella* species of wild carnivores and their fleas in northwestern Mexico. *EcoHealth* 14 (1): 116–129.
- López-Pérez, A.M., Sánchez-Montes, S., Foley, J., Guzmán-Cornejo, C., Colunga-Salas, P., Pascoe, E., Becker, I., Delgado-de la Mora, J., Licona-Enriquez, J.D., Suzan, G.** 2019. Molecular evidence of *Borrelia burgdorferi* sensu stricto and *Rickettsia massiliae* in ticks collected from a domestic-wild carnivore interface in Chihuahua, Mexico. *Ticks Tick Borne Disease* 10: 1118–1123.
- Lynam, A.** 2002. Métodos de trabajo de campo para definir y proteger poblaciones de gatos grandes: los tigres indochinos como un estudio de caso. Pp. 62
- Maffei, L., Cuellar, E. y Noss, J.** 2002. Uso de trampas cámara 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*. New Jersey: Princeton University Press.
- Martínez-Estévez, L., P. Balvanera, J. Pacheco, y G. Ceballos.** 2013. Prairie dog decline reduces the supply of ecosystem services and leads to desertification of semiarid grasslands. *PLoS One* 8:e75229.
- McNaughton, S. J.** 1984. Grazing lawns: animals in herds, plant form, and coevolution. *The American Naturalist* 124:863–886.
- Medellín, A. R., Azuara, D., Maffei, L., Zarza, H., Bárcenas, H., Cruz, E., Legaria, I., Ramos-Fernández, G. y Ávila, S.** 2006. *Memorias del Primer Simposio. El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo. Censos y monitoreos*. CONABIO-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México.
- Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (eds.)**. *El jaguar en el nuevo*

milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América. Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México.

**Medellín**, R.A., Azuara, D., Maffei, L., Zarza, H., Bárcenas, H., Cruz, E., Legaria, R., Lira I., RamosFernández, G., Ávila, S. 2006. Censos y monitoreos. En: C. Chávez y G. Ceballos (eds.). Memorias del primer simposio “El jaguar mexicano en el siglo XXI: situación actual y manejo”. Conabio, Alianza WWF-Telcel y Universidad Nacional Autónoma de México. México. Pp. 23-35.

**Medellín**, R.A., D. Azuara, L. Maffei, H. Zarza, H. Bárcenas, E. Cruz, R. Legaria, I. Lira, G. RamosFernández, y S. Ávila. 2006. Censos y monitoreos. Pp. 23-35 en: C. Chávez y G. Ceballos (eds.). Memorias del primer simposio “El jaguar mexicano en el siglo XXI: situación actual y manejo”. Conabio, Alianza WWF-Telcel y Universidad Nacional Autónoma de México. México.

**Méndez**, C, G. P. The Orion camera system, a new method for deploying camera traps in tree canopy to study arboreal primates and other mammals: a case study in Panama. Revista oficial de la sociedad mesoamericana para la biología y la conservación. 18 (1). 2014. Pp: 9-24.

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

**Morrone**, J. J. 2019. Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. Revista Mexicana de Biodiversidad. 90 (2019):2-68.

**Morrone**, J.J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 76(2): 207-252.

- Ochoa-García**, D., Fernández, A. J., y Cervantes, A. F. 2020. Chihuahua y la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) de la UNAM. *Revista Digital Universitaria*. 21(5): 2-8.
- Ollerton**, J., R. Winfree, y S. Tarrant. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120:321–326.
- Owen-Smith**, N. 1998. How high ambient temperature affect the daily activity and foraging time of a subtropical ungulate, the greater kudu (*Tragelaphus strepsiceros*). *Journal of Zoology*. 246: 183-192.
- Pacheco**, J., Ceballos, G. y List, R. 1999. Los Mamíferos de la Región de Janos-Casas Grandes, Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 4: 69-83.
- Pacheco**, J., Ceballos, G., Pacheco, J., List, R. 1999. Influence of prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) on habitat heterogeneity and mammalian diversity in Mexico. *Journal of Arid Environments* 41: 161–172.
- Pech**, R.P., Sinclair, A.R.E. Newsome, A.E. 1995 Predation models for primary and secondary prey species. *Wildl. Res.* 22: 55–64.
- Perú. Ministerio del Ambiente Guía de inventario de la fauna silvestre** / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima: MINAM, 2015.
- Power**, M. E., *et al.* 1996. Challenges in the quest for keystones: identifying keystone species is difficult—but essential to understanding how loss of species will effect ecosystems. *BioScience* 46: 609–620.
- Pringle**, R. M. 2008. Elephants as agents of habitat creation for small vertebrates at the patch scale. *Ecology* 89: 26–33.
- Ramírez-Pulido**, J., J. Arroyo-Cabrales, y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 21: 21-82.

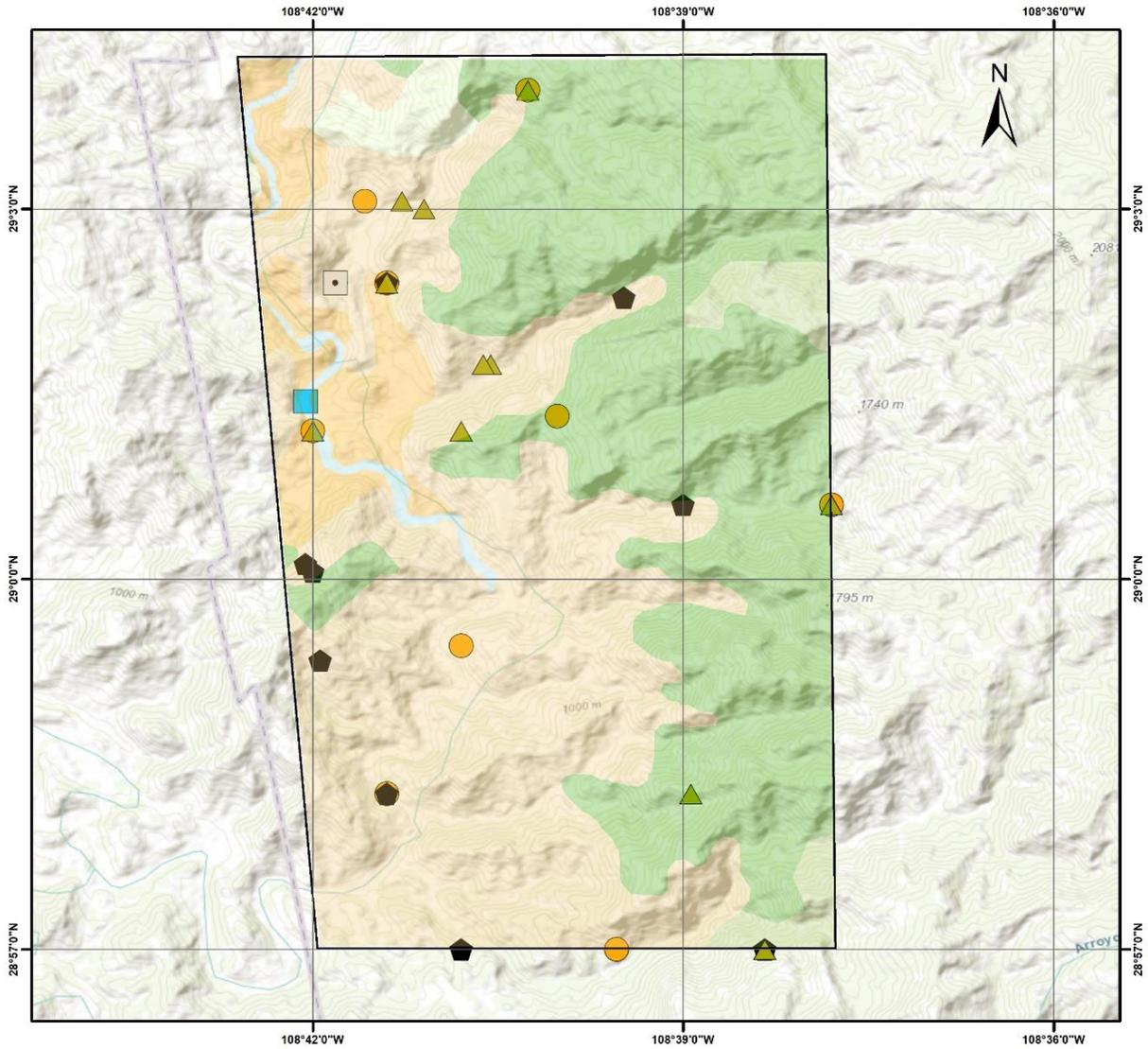
- Regan**, E. C., Santini, L., Ingwall-King, L., Hoffmann, M., Rondinini, C., Symes, A., Taylor, J. and Butchart, S.H.M.. 2015. Global trends in the status of bird and mammal pollinators. *Conservation Letters* 8: 397–403.
- Ripple**, W. J., y R. L. Beschta. 2012. Trophic cascades in Yellowstone: the first 15 years after wolf reintroduction. *Biological Conservation* 145: 205–213.
- Ripple**, W. J, Estes, J, A., Beschta, R, L., Wilmers, C, C., Ritchie, E, G., Hebblewhite, M., Berger J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M, P., Schmitz, O, J., Smith, D, W., Wallach, A, D., Wirsing, A, J.,. 2014a. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science* 343: 1241484.
- Ripple**, W. J., Newsome, T, M., Wolf, C., Dirzo R., Everatt, K, T., Galetti, M., Hayward, M, W., Kerley, G, I., Levi, T., Lindsey, P, A., Macdonald, D, W., Malhi, Y., Painter, L, E., Sandom, C, J., Terborgh J, Van Valkenburgh B./ 2015. Collapse of the world's largest herbivores. *Science Advances* 1: e1400103.
- Rodríguez-Maturino**, A., Viggers-Carrasco, M. G., Morales-Balderas, B. N., López-Reyes, J. A., Silva-Flores, R., De León-Mata, G. D. 2020. Overlap in the activity patterns of mammals and their potential prey in an area of the Sierra Madre Occidental in Durango, Mexico. *Revista Bio Ciencias* e962.
- Root-Bernstein**, M., y L. A. Ebersperger. 2013. Meta-analysis of the effects of small mammal disturbances on species diversity, richness and plant biomass. *Austral Ecology* 38: 289–299.
- Rovero**, F., Zimmermann, F., Berzi, D., y Meek, P. 2013. Which camera trap type and how many do I need? A review of camera features and study designs for a range of wildlife research applications. *Italian Journal of Mammalogy* 24(2): 148-156.
- Salas**, A., Duchardt, C., Carr, N. 2024. Overwintering raptor abundance and community composition in relation to prairie dog colonies in the southern and central great plains. *Journal of Raptor Research* 58(1).

- Sánchez, P.R.**, Cambronero, B, L., Esquivel, C, K. y Vásquez, M, Y. 2021. Abundancia relativa, diversidad y patrones de actividad de mamíferos terrestres medianos y grandes, sendero Pájaro Sombrilla, Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, Alajuela, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*. 21 (36).
- Sánchez-Mateo**, A.M., Soto, C.R. y Lebgue, K.T. 2007. Diversidad de Aves y Mamíferos en Zonas donde Anida *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, en el municipio de Madera, Chihuahua, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 3(1): 52-57.
- Santos del Prado**, K. 1996. Diversidad y conservación de mamíferos en México: un enfoque taxonómico y filogenético. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Sarukhán, J.** 2008. Conocimiento Actual de la Biodiversidad. Vol. 1 of Capital Natural de México. Mexico City: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- SEMARNAT** Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales (Secretariat of Environment and Natural Resources). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras, y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Nación*, Mexico City, D.F., Mexico.
- SEMARNAT**. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* 30 diciembre, 2010.
- Silver**, S. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. *Wildlife Conservation Society*, Nueva York.

- Sinclair**, A. R. E., Pech, R. P., Dickman, C. R., Hik, D., Mahon, P. y Newsome, A. E. 1998 Predicting effects of predation on conservation of endangered prey. *Conservation Biology* 12: 564–575.
- Sinclair**, A.R.E., Mduma, S., Brashares, J.S. 2003. Patterns of predation in a diverse predator-prey system. *Nature* 425(6955): 288–290.
- Sinclair**, A.R.E., Pech, R.P., Dickman, C.R., Hik, D., Mahon, P. Newsome, A.E. 1998 Predicting effects of predation on conservation of endangered prey. *Conservation Biology* 12: 564–575.
- Soberón-M**, J., Llorente Bousquets J., M. Luis Armando. 2005. Estimación del Componente beta del número de especies de papilionidae y pieridae (insecta: lepidoptera) de México por métodos indirectos. 4: 231–237.
- Suselbeek**, L., Emsens, W. J., Hirsch, B. T., Kays, J. R., Rowcliffe, M., Zamora-Gutierrez, V., Jansen, P. A. 2014. Food acquisition and predator avoidance in a Neotropical rodent. *Animal Behavior*. 88: 41-48.
- Terborgh**, J. 1998. The big things that run the world: a sequel to E.O. Wilson. *Conservation Biology* 2(4): 402-403.
- Terborgh**, J., Lopez, L., Nuñez, P., Rao, M., Shahabuddin, G., Orihuela, G.y Balbas, L. 2001. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science*, 294(5548), 1923-1926.
- Tobler**, M. W., Carrillo-Percegué, E. S., Powell, G. 2009. Habitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern Perú. *Journal of Tropical Ecology*. 25: 261-270.
- Tscharntke**, T., Tscharntke, T., Tylianakis, J. M., Rand, T. A., Didham, R. K., Fahrig, L., Batáry, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T. O., Dormann, C. F., Ewers, R. M., Fründ, J., Holt, R. D., Holzschuh, A., Klein, A. M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D. A., Laurance, W., Westphal, C. 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 87: 661–685.

- Turchin**, P. 2003 Complex population dynamics. Princeton University Press.
- Waldram**, M.S., W. J. Bond, y W. D. Stock. 2008. Ecological engineering by a mega-grazer: white rhino impacts on a South African savanna. *Ecosystems* 11:101–112.
- Weckel**, M., Giuliano, W., Silver, S. 2006. Jaguar (*Panthera onca*) feeding ecology: distribution of predator and prey through time and space. *Journal of Zoology*. 270: 25-30.
- Wilson**, D. E. 2009. Class mammalia (Mammals). Pp. 17–47 in Handbook of the mammals of the world (D. E. Wilson and R. A. Mittermeier, eds.). Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Wilson**, D. E., y D. M. Reeder, eds. 2005. Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference, tercera edición. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- Wilson**, D., R. Cole, J. Nichols, R. Rudran y M. Foster. 1996. Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington y Londres.
- Wray**, A. K., Jusino, M, A., Banik, M, T., Palmer, J, M., Kaarakka, H., White, J, P., Lindner, D, L., Gratton, C. y Peery M, Z. 2018. Incidence and taxonomic richness of mosquitoes in the diets of little brown and big brown bats. *Journal of Mammalogy* 99:668–674.
- Wund**, M. y P. Myers 2005. "Mammalia", Animal Diversity Web. Accessed September 26, 2012. Animal Diversity Web.
- Young**, Hillary S., Dirzo, Rodolfo, Helgen, Kristofer M., McCauley, Douglas J., Billeter, Sarah A., Kosoy, Michael Y., Osikowicz, Lynn M., Salkeld, Daniel J., Young, Truman P., y Dittmar, Katharina. 2014. Declines in large wildlife increase landscape-level prevalence of rodent-borne disease in Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111:7036–7041.

# IX. Anexos

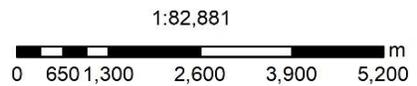


Municipio: Madera  
Estado: Chihuahua



### Simbología

- Área de estudio
- Jaguar
- Lobo
- Ocelote
- Puma
- Tigrillo





a) *Panthera onca*, b) *Puma concolor*, c) *Leopardus pardalis*, d) *Lynx rufus*, e) *Bassariscus astutus*, f) *Leopardus wiedii* y g) *Procyon lotor*.



h) *Dicotyles tajacu*, i) *Urocyon cinereoargenteus*, j) *Canis lupus baileyi*, k) *Odocoileus virginianus*, l) *Lontra canadensis* y m) *Conepatus leuconotus*.



ñ) *Canis latrans*, o) *Nasua narica*, p) *Otospermophilus variegatus*, p) *Sylvilagus audubonii* y *Spilogale gracilis*.

## Memoria Fotográfica



Vista panorámica del área de muestreo



Vista panorámica del área de muestreo



Vista de selva seca



Vista de selva seca



Instalación de cámara trampa



Revisión de cámara trampa



Arroyo temporal en selva seca



Depredación de ave en selva seca



Selva seca



Instalación de cámara en bosque de encino



Depredación por felino



Recorrido en bosque de encino