

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Análisis de la Diversidad de Fauna Silvestre Durante la Temporada de Secas y Lluvias en la Subcuenca de “Concepción del Oro”, Zacatecas.

Por:

**MARIANELA ECHEVESTE HERNÁNDEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL

Análisis de la Diversidad de Fauna Silvestre Durante la Temporada de Secas y Lluvias en la Subcuenca de "Concepción del Oro", Zacatecas.

Por:

**MARIANELA ECHEVESTE HERNÁNDEZ**

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



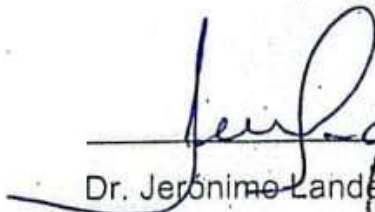
Dr. Francisco Cruz García  
Asesor Principal



Dr. Genaro Esteban García  
Mosqueda  
Coasesor



M.C. Héctor Darío González  
López  
Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Coordinador de la División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México



Junio 2023

## DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor es el responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir texto propio publicado anteriormente sin a ver referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

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

Pasante

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a circular scribble. The signature appears to read 'Marianela Echeveste Hernández'.

---

Marianela Echeveste Hernández.

## DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado especialmente a mi mamá **Gabriela Echeveste Hernández**, no caben en una sola hoja las palabras para agradecerte lo que has hecho por mí, gracias por darme la vida y las herramientas necesarias para culminar mis estudios, por tener la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos que la vida te presente además de saber que mis logros también son los tuyos, por ser mi mayor ejemplo y haberme formado como la mujer que soy, siempre estaré eternamente agradecida, gracias por creer en mí, esta victoria es también para ti.

A **Jimena Echeveste Hernández**, por ser la mejor hermana y estar en el día a día con su presencia, respaldo y cariño que me impulsan a salir adelante y brindarme tu apoyo y conocimiento.

A mi abuela **Graciela Hernández Jiménez (†)**, aunque no se encuentre presente con nosotros siempre estaré agradecida por la sabiduría y consejos que me brindo, por apoyarme cuando lo necesité, y por la promesa que teníamos pendiente hoy cumplida.

A mi **familia**, por sus palabras de aliento, sus buenos deseos para mi vida y ser de gran apoyo, gracias.

A **Víctor Adrián Martínez González** una persona especial, con la cual me encuentro agradecida por la ayuda que me brindo, por ser un apoyo incondicional en mi vida y en el desarrollo de mi carrera universitaria, la felicidad encajada en una sola persona, gracias por brindarme tu tiempo, cariño, apoyo, consejos y conocimientos, hay tantas palabras que utilizaría, pero todo se resume a un gracias.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a **Dios** por permitirme tener salud y fortaleza para seguir adelante con mis estudios y con mis planes futuros.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, mi “**Alma Terra Mater**”, por permitirme ser parte de su institución y brindarme la oportunidad de culminar mis estudios y lograr una meta más en mi formación profesional.

A mis profesores por compartirme de sus conocimientos, en especial agradecimiento al **Dr. Francisco Cruz García** por darme la oportunidad de trabajar con él y por el tiempo que dedica a esta profesión, así como también brindarme sus consejos, tiempo, apoyo, paciencia para dirigir este trabajo hacia la dirección correcta y así mismo finalizar este proyecto, al **Dr. Genaro Esteban García Mosqueda** y **M.C Héctor Darío González López** por sus correcciones y puntos de vista, así como la colaboración en este proyecto.

A mis compañeros y amigos de la carrera en especial agradecimiento a mis amigos **Pablo Vázquez**, **Ehecatl Hernández**, **Davalos Ramírez**, **Axel García**, **Ricardo Morales**, **Romeo Guízar** por brindarme su amistad y apoyo durante mi formación profesional agradecida siempre por los buenos recuerdos que tengo con ustedes.

Compañeros de otras carreras en especial agradecimiento a **MariJosé Covarrubias** que formaron parte de mi estancia en la universidad por su apoyo y compartir conmigo las buenas y malas experiencias que vivimos juntos, sé que nos seguiremos viendo.

## EPÍGRAFE

*“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.*

*“Our reward is in the effort and not the result. Full effort is full victory”.*

- Mahatma Gandhi.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
I INTRODUCCIÓN .....	16
II OBJETIVOS .....	18
II.I Objetivo general.....	18
II.II Objetivos específicos .....	18
II.III Hipótesis .....	18
III REVISIÓN DE LITERATURA .....	19
III.I Biodiversidad .....	19
III.II Fauna silvestre .....	20
III.III Vida silvestre .....	20
III.IV Monitoreo de fauna .....	21
III.V Métodos directos .....	22
III.VI Métodos indirectos.....	22
III.VII Descripción de los índices .....	23
III. VII.I Índice de diversidad .....	23
III.VII.II Índice de Shannon-Wiener (H').....	23
IV MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
IV.I Área de estudio.....	24
IV.I.I Localización .....	24
IV.I.II Clima.....	25
IV.I.III Vegetación .....	26
IV.I.IV Edafología .....	27
IV.II Establecimiento de transectos .....	28
IV.III Muestreo de mamíferos .....	29

IV.IV Muestreo de aves .....	32
IV.V Muestreo de anfibios y reptiles .....	33
IV.VI Análisis estadístico .....	34
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
V.I Esfuerzo de muestreo.....	36
V.I.I Curva de acumulación de especies para todos los grupos faunísticos en temporada de secas .....	36
V.I.II Curvas de acumulación de especies para todos los grupos faunísticos en temporada de lluvias .....	37
V.I.III Curva de acumulación de especies para temporada de secas por grupo faunístico.....	38
V.I.III.I Reptiles.....	38
V.I.III.II Mamíferos .....	39
V.I.III.III Aves .....	40
V.I.IV Curvas de acumulación de especies para la temporada de lluvias por grupo faunístico. ....	40
V.I.IV.I Reptiles .....	40
V.I.IV.II Mamíferos .....	41
V.I.IV.III Aves.....	42
V.II Inventario Faunístico.....	44
V.III Riqueza y diversidad.....	50
V.III.I Comparación general.....	50
V.III.II Reptiles .....	51
V.III.III Mamíferos .....	53
V.III.IV Aves.....	55
VI CONCLUSIONES.....	58



VII	RECOMENDACIONES .....	59
VIII	LITERATURA CITADA.....	60
IX	ANEXOS .....	66
XI.I	Álbum fotográfico.....	66
X.II	Reptiles .....	66
X.III	Mamíferos .....	67
X.IV	Aves.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Mapa del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas, México. Los puntos colocados en la leyenda son algunas de las localidades que colindan con Concepción del Oro. Elaboración propia. ....	24
<b>Figura 2.</b>	Mapa del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas, México. Los cuadros colocados en la leyenda indican las unidades climatológicas en el área de estudio. Elaboración propia. ....	25
<b>Figura 3.</b>	Mapa del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas, México. Los cuadros colocados en la leyenda corresponden al uso del suelo y vegetación en el área de estudio. Elaboración propia. ....	26
<b>Figura 4.</b>	Mapa del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas, México. Los cuadros colocados en la leyenda corresponden a los tipos de suelos en el área de estudio. Elaboración propia. ....	27
<b>Figura 5.</b>	Transectos establecidos dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. Los puntos colocados en la leyenda	

corresponden a los transectos y sitios que se establecieron. Elaboración propia.  
..... 28

**Figura 6.** Esquema de los transectos y sitios de monitoreo de la fauna silvestre, con sitios circulares de 30 m de radio y una separación de 150 m distribuidos a lo largo del transecto en la Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. Elaboración propia..... 29

**Figura 7.** Instalación de cámara trampa de 40 a 80 cm de altura en el transecto 10, sitio 3 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. .... 31

**Figura 8.** Uso de la cámara digital para la captura fotográfica en el transecto 10, sitio 3 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. .... 31

**Figura 9.** Colocación de trampas Sherman para la captura de pequeños mamíferos en el transecto 2, sitio 1 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. .... 31

**Figura 10.** Identificación de aves con ayuda de binoculares en el transecto 5, sitio 2 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. .... 32

**Figura 11.** Monitoreo de reptiles en el transecto 6, sitio 1 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. .... 34

**Figura 12.** Curva de acumulación de especies para todos los grupos faunísticos en la temporada de secas en una fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. .... 36

**Figura 13.** Curva de acumulación de especies para todos los grupos faunísticos en la temporada de lluvias en una fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. .... 37

**Figura 14.** Curva de riqueza acumulada en reptiles en temporada de secas. Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas  
..... 38

**Figura 15.** Curva de riqueza acumulada en mamíferos en temporada de secas Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.  
..... 39

<b>Figura 16.</b> Curva de riqueza acumulada de aves en temporada de secas Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .....	40
<b>Figura 17.</b> Curva de riqueza acumulada en reptiles en temporada de lluvias Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .....	41
<b>Figura 18.</b> Curva de riqueza acumulada en mamíferos en temporada de lluvias. Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .....	42
<b>Figura 19.</b> Curva de riqueza acumulada en aves en temporada de lluvias. Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .....	43
<b>Figura 20.</b> Gráfica de medias en riqueza de reptiles obtenida para las temporadas de secas y lluvias. Las barras de error corresponden a intervalos de confianza. (IC 95 %) dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. ....	52
<b>Figura 21.</b> Gráfica de medias en riqueza de mamíferos para las temporadas de secas y lluvias. Las barras de error corresponden a intervalos de confianza (IC 95%) dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. ....	54
<b>Figura 22.</b> Gráfica de medias en riqueza de aves para las temporadas de secas y lluvias. Las barras de error corresponden a intervalos de confianza de (IC 95%) dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. ....	56
<b>Figura 23.</b> <i>Sceloporus minor</i> (Lagartija escamosa). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .....	66
<b>Figura 24.</b> <i>Aspidoscelis gularis</i> (Lagartija rayada). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .....	66
<b>Figura 25.</b> <i>Crotalus molossus</i> (Cascabel cola Negra). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. ....	67

**Figura 26.** *Sylvilagus auduboni* (Conejo del desierto). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .... 67

**Figura 27.** *Bassaricus astutus* (Cacomixtle). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .... 68

**Figura 28.** *Neotoma sp.* (Rata de campo). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .... 68

**Figura 29.** *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .... 69

**Figura 30.** *Spermophilus variegatus* (Ardilla pedrera) especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .... 69

**Figura 31.** *Salpinctes obsoletus* (Sataperd de roca). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .... 70

**Figura 32.** *Geococcyx californianus* (Correcaminos). Especie observada en una Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .... 70

**Figura 33.** *Cathartes aura* (Zopilote cabecirrojo). Especie observada en una Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .... 71

**Figura 34.** *Picoides scalaris* (Carpintero mexicano). Especie observada en una Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas. .... 71

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Inventario de reptiles en temporada de lluvias y secas con su estatus de conservación dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. ....	44
<b>Tabla 2.</b> Inventario de mamíferos en temporada de lluvias y secas con su estatus de conservación dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. ....	46
<b>Tabla 3.</b> Inventario de mamíferos en temporada de lluvias y secas con su estatus de conservación dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. ....	47
<b>Tabla 4.</b> Comparación de la diversidad de fauna entre la temporada de secas y lluvias dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. ....	50

## RESUMEN

Se comparó la diversidad, abundancia y riqueza de especies por grupo faunístico (reptiles, mamíferos y aves) en dos temporadas climáticas (Secas y Lluvias) en la subcuenca “Concepción del Oro”, Zacatecas utilizándose diversos métodos de captura e identificación de especies para los grupos faunísticos. Se utilizó el método de transecto donde se establecieron 30 sitios y 10 transectos de longitud variable (aproximadamente de 500 m) dando un total de 40 muestras, en cada sitio circular se realizó la observación de aves anfibios y reptiles, así como el reconocimiento y localización de huellas, excretas y rascaderos; Así mismo se colocaron trampas tipo Sherman para la captura de mamíferos y cámaras trampa. Se registraron un total de 8 especies de reptiles, 7 en temporada de secas y 4 en temporada de lluvias, mientras que para mamíferos se registraron 8 especies, 7 para temporada de secas y 1 para la temporada de lluvias, de la misma manera para aves se obtuvo un registro de 44 especies, 40 en temporada de secas y 34 en temporada de lluvias siendo este último grupo faunístico el que presentó mayor riqueza de especies observadas en ambas temporadas, encontrándose diferencia estadísticamente significativa en el índice de diversidad de Shannon, mientras que el grupo de mamíferos y reptiles presentaron una menor diversidad y abundancia en ambas temporadas; entre las cuales no se presentó diferencia estadísticamente significativa. Se utilizó la prueba de  $t$  de Student, ya que se registraron valores inferiores a  $p=0.05$  para el grupo faunístico de reptiles mientras que para el grupo faunístico de mamíferos y aves no existió una diferencia significativa.

Palabras clave: Temporadas, transecto, índice, fauna, abundancia, riqueza, diversidad, muestreo.

## ABSTRACT

The diversity, abundance and richness of species by faunal group (reptiles, mammals and birds) in two climatic seasons (dry and rainy) in the sub-basin "Concepción del Oro", Zacatecas were compared using various methods of capture and identification of species for the fauna groups. The transect method was used where 30 sites and 10 transects of variable length (approximately 500 m) were established, giving a total of 40 samples, in each circular site the observation of amphibian and reptile birds was carried out, as well as the recognition and location footprints, excreta and scratching posts; Likewise, Sherman-type traps were placed to capture mammals and camera traps. A total of 8 species of reptiles were recorded, 7 in the dry season and 4 in the rainy season, while 8 species were recorded for mammals, 7 for the dry season and 1 for the rainy season, in the same way for birds. A record of 44 species was obtained, 40 in the dry season and 34 in the rainy season, the latter faunal group being the one with the highest species richness observed in both seasons, finding a statistically significant difference in the Shannon diversity index, while the group of mammals and reptiles presented a lower diversity and abundance in both seasons; between which there was no statistically significant difference. Student's t test was used, since values lower than  $p=0.05$  were recorded for the faunal group of reptiles, while for the faunal group of mammals and birds there was not significant difference.

Keywords: Seasons, transect, index, fauna, abundance, richness, diversity, sampling.

## I INTRODUCCIÓN

México es catalogado como uno de los países que tiene más diversidad tanto de flora como de fauna, a lo largo del tiempo estas especies han sufrido de un cambio estacional entrando en un proceso de adaptación a los nuevos cambios climáticos. (Chávez Tovar & Ceballos González, 2014).

En México, las zonas áridas y semiáridas del país presentan una diversidad compleja y única en sus diferentes tipos de ecosistemas, abarcando una superficie del 54.3% del territorio nacional, conformado por diversos tipos de especies adaptadas a un ecosistema con baja precipitación (SAGARPA, 2017).

La conservación de especies silvestres se enfoca en la preservación, rescate y estudio de la biodiversidad, esta se aplica en los planes de desarrollo sustentable y se emplean en proyectos de recursos naturales en diversas regiones, estos tipos de proyectos ayudan a mantener a la conservación de la biodiversidad al pasar de los años y brindan información precisa del área de estudio donde se estén desarrollando (Lascuráin, 2009).

La fauna de México se encuentra distribuida de acuerdo con los tipos de vegetación presentes en el país, por lo tanto, México es uno de los países con mayor diversidad de vertebrados y especies endémicas. Los bosques de encino cuentan con un mayor número de vertebrados en su hábitat, subsiguiente de los bosques mesófilos de Montañana, bosques de coníferas, bosques caducifolios tropicales y matorrales xerófilos, estos últimos cuentan con un mayor número de hábitats de especies, por lo que las especies son más susceptibles a las alteraciones climáticas (Flores y Gerez, 1994)



Comprender la diversidad es un tema central en la ecología y biología de la conservación porque permite la descripción, comparación y correlación de la función del ecosistema (López-Segoviano, 2019).

Los indicadores de biodiversidad responden a las necesidades de las especies de interés y se desarrollan para informar o tomar decisiones a largo plazo para rastrear los cambios estacionales que experimenta una especie durante un período de tiempo determinado (Vallejo, 2005).

Es de suma importancia conocer la diversidad de fauna silvestre que habita en un sitio ya que esta; no solo forma parte de un ecosistema, sino que es un componente estructural de ellos, muchas de las especies que habitan en él, se encargan de la dispersión de semillas, con lo cual se mantiene y amplía el ecosistema, así mismo todos los componentes del ecosistema permanecerán cumpliendo su función ecológica (Ulloa, 2012).

La estacionalidad ambiental hace que las comunidades ecológicas sean moldeadas por variaciones temporales en la disponibilidad de recursos como lo es el espacio donde habitan y sus alimentos, temperatura y contenido de agua y fotoperíodo, estas especies deben de ajustar aspectos básicos de su biología como la reproducción y su actividad diaria y anual ante estas variaciones estacionales debido a lo mencionado anteriormente la riqueza, composición, abundancia y diversidad de las comunidades se encuentran en constante variación (García, 2008), así mismo es importante mencionar que la destrucción de las poblaciones de fauna es el resultado de las actividades humanas que han afectado el hábitat de la fauna, lo que lleva a un desafío ambiental importante que enfrenta la humanidad en las últimas décadas (Moreno, 2011).

## II OBJETIVOS

### II.I Objetivo general

Evaluar la diversidad estacional de la fauna silvestre presente en una fracción de la subcuenca de Concepción del Oro, Zacatecas.

### II.II Objetivos específicos

- Establecer sitios y transectos permanentes de monitoreo de la fauna silvestre.
- Generar un inventario de especies por medio de los transectos para ambas temporadas climáticas (Secas y Lluvias), por grupo faunístico.
- Determinar la diversidad de fauna silvestre en las temporadas climáticas (Secas y Lluvias) por grupo faunístico.
- Comparar la diversidad por grupo faunístico entre las temporadas climáticas.

### II.III Hipótesis

**Ho:** No existe diferencias significativas en la diversidad de la fauna silvestre entre temporadas climáticas.

**Ha:** Existe diferencias significativas en la diversidad de la fauna silvestre entre temporadas climáticas.

### III . REVISIÓN DE LITERATURA

#### III.I Biodiversidad

La biodiversidad es un proceso de patrones ecológicos evolutivos e irrepetibles y esta se evalúa a través de los procesos históricos de la misma, como la diversificación genética, extinciones y dinámica de las comunidades de los ecosistemas (Jeffries, 1997). Mientras que Solbrig (1994) menciona que la biodiversidad es una propiedad de los sistemas de ser diferentes entre sí; es un compuesto fundamental de todos los tipos de sistemas biológicos, así como una importante característica de las formas de adaptación de las especies a los ecosistemas de la tierra y no un recurso. De manera corta que la biodiversidad se refiere a la riqueza de formas vivientes que existen en el planeta (Dirzo, 1990).

Dirzo (1990) menciona que la biodiversidad se encuentra entrelazada a que ofrecen servicios ambientales que incluyen bienes esenciales, así como servicios ambientales que incluyen alimento, oxígeno y materias primas que sustentan el desarrollo económico, así como también ayudan a la ciencia a proporcionar información sobre el proceso adaptativo que cada especie tiene en el medio en el cual habita.

La CONABIO, 2020 (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) demarca a la biodiversidad como la variación de vida, este término comprende la diversidad de las especies de microorganismos, hongos, plantas y animales que viven en un espacio determinado y de los ecosistemas de los cuales forman parte.

La biodiversidad son todos los organismos vivos de cualquier ecosistema terrestre, marino y ecosistemas acuáticos que forman parte de la diversidad dentro de cada especie (LGEEPA, 2023).

Dentro de cada unidad geográfica de paisaje, existe diferente número de comunidades. La biología diversa se mide de diferentes maneras para comprender el cambio y la estructura de la biodiversidad en relación con el paisaje, la biodiversidad se mide en diferentes métodos uno de ellos son la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) estos componentes son de gran aplicación para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998).

### III.II Fauna silvestre

La Ley General de Vida Silvestre de México (2006), la define como aquellos organismos que existen sujetos a los procesos de evolución natural y se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo poblaciones de individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como todas las especies consideradas como ferales.

La Ley General Del Equilibrio Ecológico y La protección Al Ambiente (LGEEPA, 2000), nos dice que la fauna silvestre son todas las especies de animales que se encuentran sujetas a procesos de selección natural, incluyendo las poblaciones menores que están bajo el control del hombre, como animales domésticos que al ser abandonados se tornan salvajes y al ser susceptibles es necesaria su captura y apropiación.

### III.III Vida silvestre

La vida silvestre abarca todo tipo de organismos que participan en la evolución natural y se desarrollan sin limitaciones en su hábitat, incluidas las poblaciones menores, los individuos gobernados por humanos y los salvajes. (LGVS, 2006).

Visto desde otra perspectiva la vida silvestre en algunos casos es la pérdida de especies en segmentos de paisajes, los cambios en las poblaciones de animales y los cambios en el medio ambiente afectan a los procesos ecológicos de los animales. (Bennett, 2004).

Cuando se habla de vida silvestre podemos hacer referencia a una UMA (Unidad de manejo de vida silvestre), estas ayudan a llevar un mejor aprovechamiento y conservación de la vida silvestre en algunos casos estas (UMAS) se inclinan más por el manejo de especies de valor cinegético y no les dan la importancia a otras especies de vida silvestre. (Gallina Tessaro, 2009)

#### III.IV Monitoreo de fauna

El monitoreo de fauna conlleva a realizar registros de los individuos observados, con el fin de registrar los cambios que estos presentan, su distribución y características generales que ayuden a complementar la información ecológica del individuo así mismo los factores externos como el clima que afecten positiva o negativamente sobre ellos, estos monitoreos ayudan a determinar la presencia, abundancia, densidad y tamaños poblacionales de las especies así mismo uno de los principales objetivos del monitoreo de fauna es obtener información sobre la amenaza que enfrentan las especies en México y así clasificarlas en las categorías de conservación. Para realizar el monitoreo de fauna, es necesario definir el objetivo y especificar la especie o especies a monitorear, qué tipo de datos se requiere, el diseño de muestreo (tiempo y duración), intensidad de muestreo, etc. Las muestras u horas en campo, así como el esfuerzo de captura, dependerán de la variabilidad de los datos y técnicas utilizadas. El monitoreo exitoso de la vida silvestre y la recopilación de datos conducen al establecimiento de objetivos alcanzables (De la Maza Musalem, 2013).

El monitoreo de fauna es la recopilación sistemática y repetitiva de datos, así como las observaciones y estudios relacionados con un área para identificar las tendencias actuales y así obtener información sobre como la fauna interactúa con el medio donde habita. La finalidad de un Monitoreo de fauna es identificar sitios para la conservación en base a la información biológica y ecológica, (Aguilar Garavito, 2015).

### III.V Métodos directos

Este método consiste en permanecer cerca de las especies por lo que es importante la observación, en este tipo de método se puede realizar una captura del individuo así mismo es necesario el establecimiento de sitios donde se escuche el sonido de la especie y realizar recorridos de manera diurna, nocturna y crepuscular, este método utiliza transectos o puntos de conteo y ayudan a la determinación de la abundancia de las especies (Ramírez Martínez, 2014).

### III.VI Métodos indirectos

Los métodos indirectos son todos aquellos en los cuales se registran el número de alguna clase de signo producido por la especie de interés como lo son cadáveres, nidos huellas, excretas entre otros que se encuentran en transectos establecidos en el área de estudio, este tipo de rastro son más fácil de recolectar que otros métodos que se utilizan para obtener la abundancia relativa de especies (Martella *et al.*, 2012). Los métodos indirectos ayudan a cuantificar de una manera más rápida la abundancia o densidad de una población (Mata,2012).

En cuanto a la eficiencia de este método son más económicos y en algunos casos suelen ser menos eficientes (Mandujano, 2011). Por otro lado, Ríos Uzeda, (2001) nos dice que lo métodos indirectos se basan en

la detección de rastros que dejan las especies en el día a día, por lo que no existe la necesidad de observar directamente a la especie, por ejemplo, algunos mamíferos dejan rastro de excretas, madrigueras, rascaderos, alimentos que en el camino van dejando, sonidos, olores entre otros rastros que ayudan a determinar más rápido la especie que estuvo presente en el lugar.

### III.VII Descripción de los índices

#### III. VII.I Índice de diversidad

Este tipo de índice es un factor que nos permite medir a riqueza de los organismos es utilizado para medir la biodiversidad de un hábitat, se miden a través de dos métodos la riqueza específica que se basa en la cantidad de especies presentes, y por otro lado la estructura que se encarga de medir la distribución proporcional del valor de importancia la cual se clasifica en la dominancia y en equidad de la comunidad (Moreno, 2001).

#### III.VII.II Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )

Este índice determina el grado de uniformidad de una especie en terminos de abundancia y considera todas las especies muestreadas. (Carranza *et al.*, 2018)

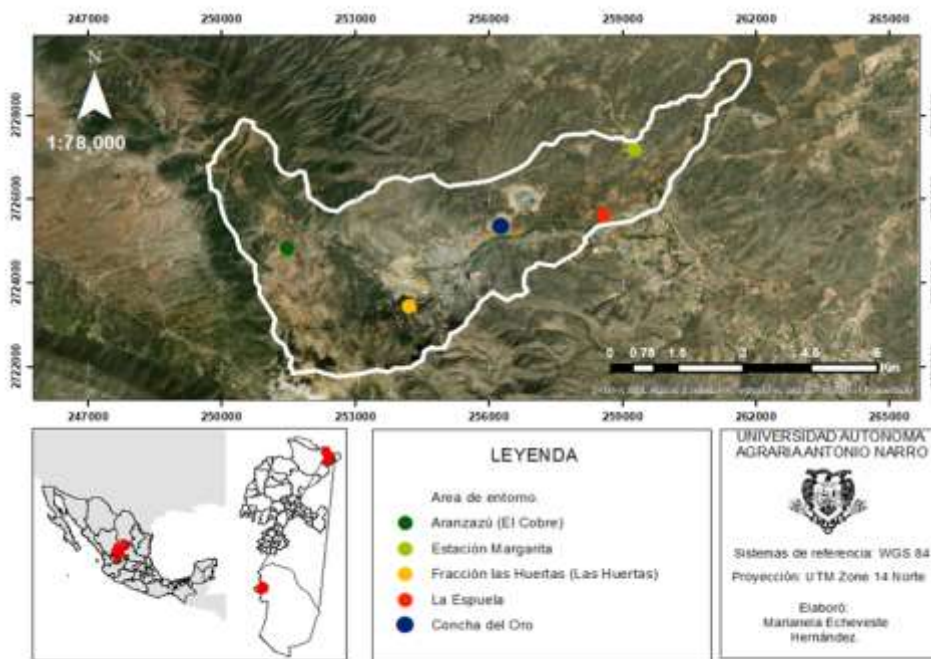
Marrugan (1988) nos dice que el índice de Shannon-Wiener cuando los valores son menores de 1.5 se consideran como diversidad baja, lo valores entre 1.6 a 3 como diversidad media y los valores iguales o mayores a 3.1 como diversidad alta. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo.

## IV MATERIALES Y MÉTODOS

### IV.1 Área de estudio

#### IV.1.1 Localización

El área de estudio, se ubica en el extremo noroeste del estado de Zacatecas en el municipio de Concepción del Oro, con coordenadas  $24^{\circ}31'43''$  Latitud Norte y  $20^{\circ}33'28''$  Longitud Oeste; cuenta con una extensión territorial de 2 599 kilómetros cuadrados, con una longitud media de 2070 metros sobre el nivel del mar, limita al este con el municipio del El salvador y al oeste con el municipio de Mazapil, al norte con el estado de Coahuila, en particular con el municipio de Saltillo y al sureste con el estado de San Luis Potosí en el municipio de Vanegas (Figura 1).

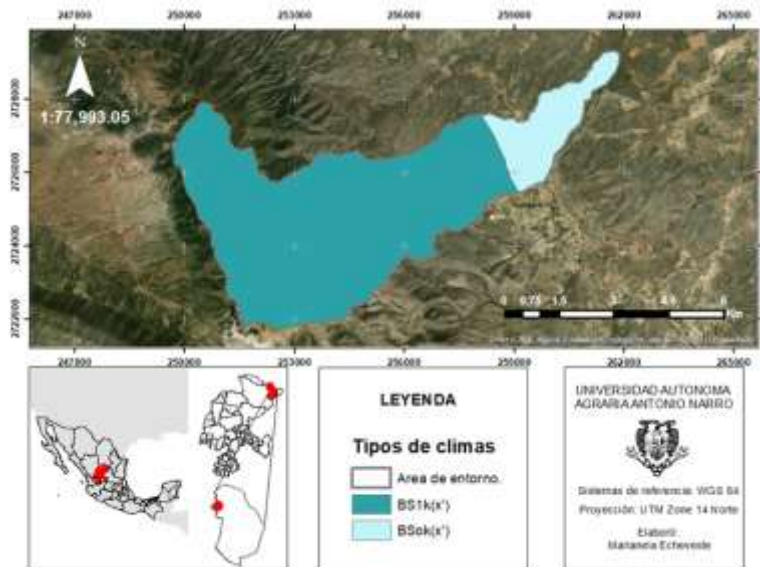


**Figura 1.** Mapa del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas, México. Los puntos colocados en la leyenda son algunas de las localidades que colindan con Concepción del Oro. Elaboración propia.



## V.I.II Clima

El área de interés se encuentra dentro de la zona semidesértica del estado de Zacatecas, presenta una precipitación pluvial aproximada de 400 mm al año, así como un alto porcentaje de evaporación, equivale al 50% de la precipitación anual, lo que permite la presencia de cuerpos de agua a lo largo del año (Ramón, 1978). De acuerdo con García (1998), los climas correspondientes al área de estudio son “BS 1k(x’)” correspondiente a un clima árido templado con una temperaturas de hasta 12°C y 18°C, en los meses más fríos van desde -3°C hasta 18°C y los meses más calientes llegan a tener una temperatura de 22°C, mientras que la clasificación BSok (x’) es un clima semiárido templado (Figura 2) con temperaturas medias anuales entre 12°C y 18°C, en los meses más fríos la temperaturas vas desde -3°C y 18°C, y en los meses más calientes llegan hasta 22°C, caen aproximadamente 400 milímetros (mm) de lluvia al año, sobre todo en el verano

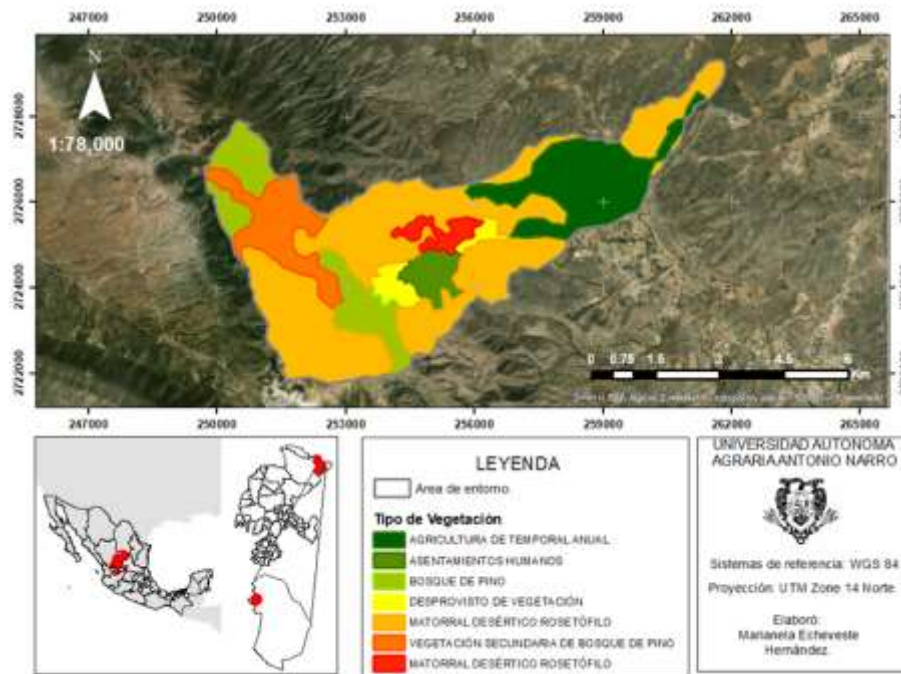


**Figura 2.** Mapa del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas, México. Los cuadros colocados en la leyenda indican las unidades climatológicas en el área de estudio. Elaboración propia.

### IV.I.III Vegetación

Los tipos de vegetación que más predominan en el área de estudio son el matorral desértico rosetófilo posteriormente bosques de pino, agricultura de temporal anual, áreas desprovistas de vegetación, así como vegetaciones secundarias arbustivas de bosque de pino y de matorral desértico rosetófilo (García, 1998).

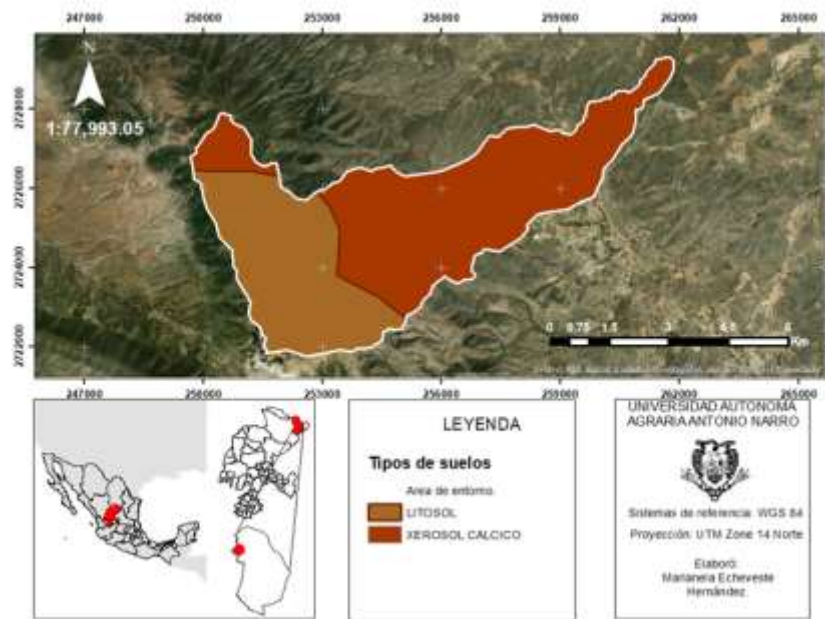
De acuerdo con (INAFED, 2002) en el área de estudio predomina la vegetación típica del semidesierto como la gobernadora, mezquite, palma china, candelilla, lechuguilla, costilla de vaca, nopal, sotoles, huizache, yucas, guayule, maguey entre otros, en las partes más altas se encuentran diferente tipo de pinos (Figura 3).



**Figura 3.** Mapa del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas, México. Los cuadros colocados en la leyenda corresponden al uso del suelo y vegetación en el área de estudio. Elaboración propia.

#### IV.I.IV Edafología

En el área de estudio observan dos tipos de suelos litosol y xerosol cálcicos este tipo de terrenos corresponden a las zonas semiáridas que se desarrolla en los tipos de clima BW y BS, el litosol son suelos con profundidad menor a 10 cm y extremadamente pedregoso mientras que el xerosol cálcico (Figura 4) es un suelo con elevado contenido en materiales orgánicos de 40 cm o más de profundidad (García,1998).

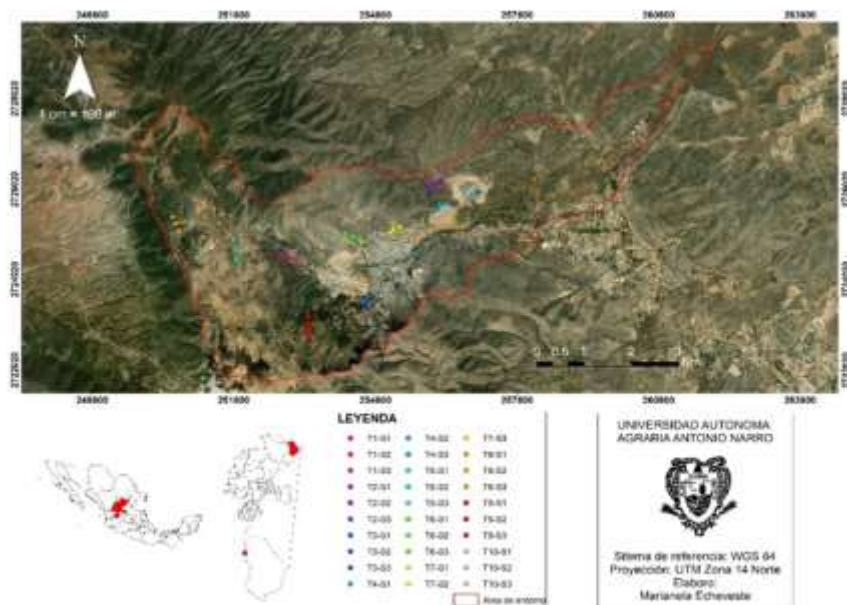


**Figura 4.** Mapa del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas, México. Los cuadros colocados en la leyenda corresponden a los tipos de suelos en el área de estudio. Elaboración propia.

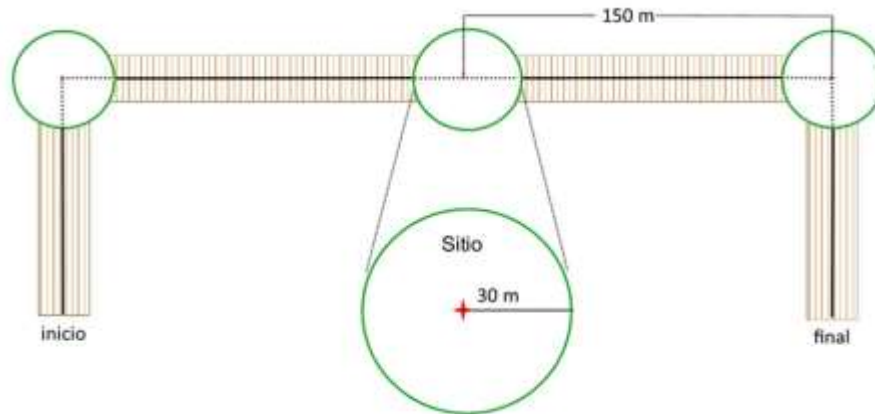
#### IV.II Establecimiento de transectos

Para llevar a cabo el monitoreo de fauna se realizaron recorridos preliminares dentro de la superficie que comprende el área de estudio para tener un panorama general de las diferentes áreas e identificar lugares específicos que sirvieran para el establecimiento de transectos y sitios de monitoreo.

Se establecieron 30 sitios y 10 transectos de longitud variable (aproximadamente de 500 m) dando un total de 40 muestras, los transectos se contabilizaron porque en el trayecto de un sitio a otro la fauna observada se registraba (Figura 5). Se establecieron 3 sitios circulares de 30 m de radio con una separación de 150 m distribuidos a lo largo del transecto; (Figura 6) dichos sitios se distribuyeron selectivamente mediante diferentes tipos de vegetación para obtener una mayor diversidad de las especies y una mejor representación del área de estudio (Cruz García,2010).



**Figura 5.** Transectos establecidos dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. Los puntos colocados en la leyenda corresponden a los transectos y sitios que se establecieron. Elaboración propia.



**Figura 6.** Esquema de los transectos y sitios de monitoreo de la fauna silvestre, con sitios circulares de 30 m de radio y una separación de 150 m distribuidos a lo largo del transecto en la Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. Elaboración propia.

#### IV.III Muestreo de mamíferos

Los mamíferos son uno de los grupos faunísticos más diversos de nuestro país, México es catalogado como uno de los países con más diversidad faunística en cuanto a este grupo ya que se presenta varias especies nativas e introducidas que en algunos casos se registran en nuestro país (Rodríguez, 2003). Este grupo faunístico es un componente vital para la biodiversidad mexicana, esta diversidad se ve reflejada en los componentes de todos los ecosistemas, esta diversidad en algunas ocasiones indica la situación poblacional en diferentes tiempos o espacios (Arcos, 2001).

Los mamíferos incluyen una gran cantidad de especies amenazadas de forma directa por las actividades humanas, como la cacería y la destrucción de sus hábitats. Las características geológicas, fisiográficas y climáticas propias de México hacen que posea una gran diversidad de mamíferos ubicándolo entre los cinco países más diversos del mundo (Santos Moreno, 2014).

Para el caso de los mamíferos el muestreo se realizó tanto a lo largo de los transectos como en los sitios circulares, se registraron rastros de huellas, excretas, rascaderos, etc. Y en su caso, avistamientos directos de individuos.

De acuerdo con Burnham *et al.* (1980) menciona que el método de transecto es fácil de usar en el campo, es económico y está respaldado por una teoría simple pero sólida de que existen posibilidades para el cálculo de datos, a diferencia de los métodos indirectos, que no requieren de conocimientos previos a la biología o etología de los animales.

Se instalaron dos cámaras trampa por transecto permaneciendo dos noches en el lugar que se colocó, posteriormente se rotaban hacia otro transecto; estas se colocaron de acuerdo a lo recomendado por FMCN, (2018), situándose de 40 a 80 cm del suelo enfocada hacia el norte, donde se tiene identificado el paso de fauna (Figura 7) adicionalmente se colocaron trampas tipo Sherman dos por transecto rotándose cada dos días (Figura 8) aleatoriamente en los sitios circulares, para abarcar toda la zona del proyecto. Se les tomo fotografía con ayuda de una Cámara digital Samsung NX1000 y una Nikon P9000 (Figura 9) a los individuos que permanecieran en una buena visión para la captura de una fotografía (FMCN, 2018).





**Figura 7.** Instalación de cámara trampa de 40 a 80 cm de altura en el transecto 10, sitio 3 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 8.** Uso de la cámara digital para la captura fotográfica en el transecto 10, sitio 3 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 9.** Colocación de trampas Sherman para la captura de pequeños mamíferos en el transecto 2, sitio 1 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 10.** Identificación de aves con ayuda de binoculares en el transecto 5, sitio 2 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

#### IV.IV Muestreo de aves

En México se estima que existen alrededor de 1,116 especies de aves de las cuales 104 se distribuyen en México de ese total de diversidad de aves 69 se encuentran en peligro de extinción, 99 se encuentran en la categoría de amenazadas y 118 se encuentran bajo protección especial, el 77% de especies se reproducen en México mientras que el resto migra a Canadá y EUA, regresando a México en las temporadas de otoño e invierno. Este grupo faunístico comprende a las diferentes comunidades entorno a su reproducción, donde usan las temporadas para encontrar disponibilidad de alimentos en cada región (López Segoviano, 2019)

El muestreo de las aves consistió en contabilizar los individuos observados directamente, perchado o en vuelo con la ayuda de binoculares Bushnell 10x42 (Figura 10), se identificaban por medio de cantos o llamados dentro y fuera del sitio considerando un radio de 30 m. En cada sitio el muestreo se hizo durante 15 minutos. Igualmente, como



al grupo de los mamíferos, si se tenía la oportunidad se le tomaba foto al ejemplar para su posterior identificación.

Adicionalmente, se anotó el número y tipo de aves que se observaran en el traslado de un sitio a otro. La identificación de las aves se realizó con apoyo de las guías de identificación de campo “Kaufman guía de campo a las aves de Norteamérica” (Ortega *et al.*, 2012)

#### IV.V Muestreo de anfibios y reptiles

Vargas Orrego, (2014) menciona que para México se registran un total de 1165 especies para ambos grupos faunísticos (anfibios y reptiles), de los cuales 361 corresponden a los anfibios y 804 corresponden a los reptiles, a pesar de que México cuenta con una gran diversidad cabe restar que en las zonas áridas y semiáridas se necesita estudiar con más detalle estos grupos faunísticos para así conocer más sobre las cuestiones ecológicas y taxonómicas de estos grupos.

Estos grupos faunísticos se monitorearon a lo largo de los transectos registrando los organismos, mudas de piel o huellas que se lograron observar sobre el trayecto (Figura 11). Para este grupo se utilizó una cámara digital y guías de identificación en campo. Al ser un grupo difícil de observar se realizó también un muestreo intensivo dentro de los sitios, moviendo hojarasca o troncos utilizando un gancho herpetológico, para tratar de encontrar individuos resguardados en estas áreas. Específicamente los anfibios se buscaron en los arroyos de la zona de estudio, moviendo vegetación acuática y rocas dentro del cauce (Aguirre León,2011).



**Figura 11.** Monitoreo de reptiles en el transecto 6, sitio 1 dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

#### IV.VI Análisis estadístico

A partir de la información del número de especies nuevas por transecto o sitio, se obtuvieron las curvas de riqueza acumulada para cada temporada por grupo faunístico, estas curvas sirven para indicar que el esfuerzo de muestreo fue suficiente y contempló la mayoría de las especies presentes en el área de estudio (Dzib *et al.*, 2014).

La descripción de la diversidad alfa de los transectos y sitios se realizó considerando los siguientes índices: riqueza de especies ( $S$ ) y de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ). El índice de riqueza de especies se definió como el número total de especies identificadas o número de taxones diferentes en el muestreo. Se utilizaron tanto los sitios como los transectos.  $H'$  se estimó de la sumatoria de las multiplicaciones de las proporciones de las abundancias de cada especie ( $p_i$ ) por el logaritmo natural ( $\ln$ ) de dichas proporciones:

$$H' = - \sum_{i=1}^k p_i \ln p_i$$

**H'**: Diversidad de Shannon-Wiener

**pi**: Proporción de abundancia de cada especie

**ln**: Logaritmo natural de pi.

**K**: Es el número de categorías pi es la proporción de las observaciones en la categoría.

Posteriormente se realizó la comparación entre los índices de diversidad de cada grupo faunístico, para las temporadas secas y lluvias aplicando una prueba “t” de Student para ver si existían diferencias estadísticamente significativas entre temporadas climáticas (Zar, 1999).

Se generaron gráficas para visualizar las medias y sus límites de confianza para la riqueza encontrada para cada grupo faunístico. Comparando de esta forma las estaciones climáticas. Dichos gráficos se construyeron a partir de las bases de datos generadas con el programa computacional de Microsoft Excel.

Por otro lado, para obtener los datos de los análisis estadísticos en particular la realización de la prueba de t de Student se utilizó el programa estadístico PAST (Paleontological STadistic) por sus siglas en inglés.

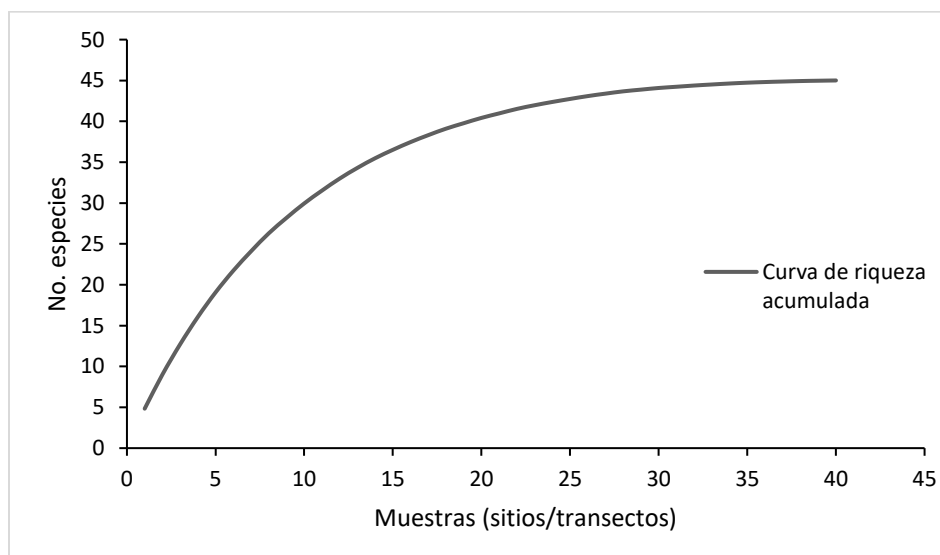
## V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### V.I Esfuerzo de muestreo

#### V.I.I Curva de acumulación de especies para todos los grupos faunísticos en temporada de secas

Se determinaron las curvas de riqueza acumulada para reptiles, mamíferos y aves en temporada de secas, estos datos se obtuvieron a partir del número de especies por sitio, este tipo de gráficas sirven para demostrar si el esfuerzo de muestreo fue o no suficiente.

En la (Figura 12) el monitoreo realizado en la temporada de secas presenta un esfuerzo de muestreo suficiente, la curva de acumulación de especies presentó una asíntota a partir del sitio/transecto 11 con 31.5 especies, de acuerdo con los datos antes mencionados el esfuerzo de muestreo es adecuado, es decir, aunque aumente el número de sitios muestreados o individuos censados no incrementará el número de especies por lo que se determina que el esfuerzo de muestreo es bueno.

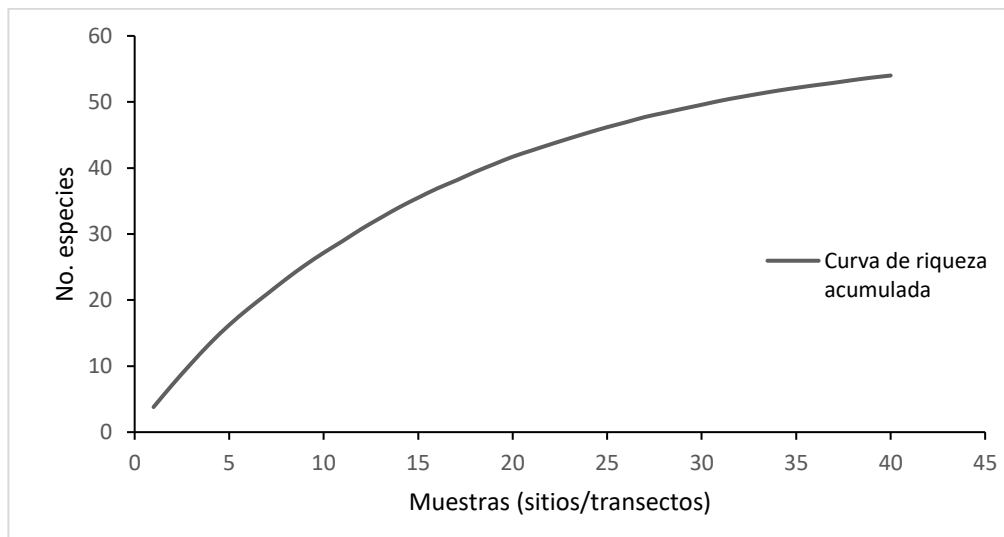


**Figura 12.** Curva de acumulación de especies para todos los grupos faunísticos en la temporada de secas en una fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

Por otro lado, y para complementar lo antes mencionado Jiménez Valverde (2003), menciona que las curvas de acumulación de especies son una forma efectiva de validar las estimaciones de los datos y ayudan a obtener resultados confiables y así mismo brindan una mejor información sobre el esfuerzo de muestreo.

#### V.I.II Curvas de acumulación de especies para todos los grupos faunísticos en temporada de lluvias

En la (Figura 13) el monitoreo realizado en la temporada de lluvias presenta un esfuerzo de muestreo suficiente, la curva de acumulación de especies presentó una asíntota a partir del sitio/transecto 10 con un total de 27.1 especies de acuerdo con los datos antes mencionados el esfuerzo de muestreo es adecuado para esta temporada en todos los grupos faunísticos.



**Figura 13.** Curva de acumulación de especies para todos los grupos faunísticos en la temporada de lluvias en una fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

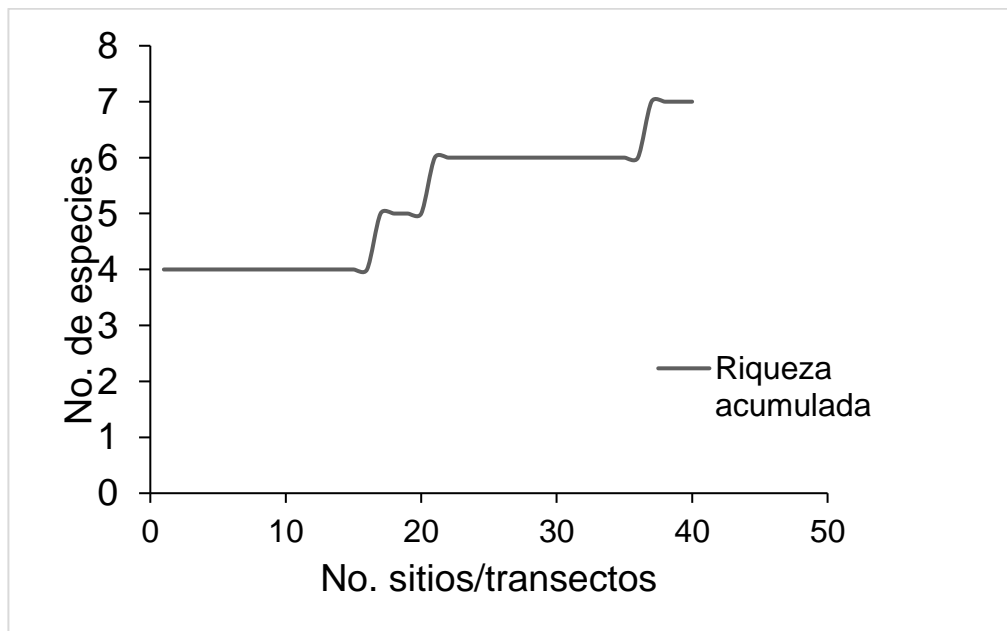
Estas curvas ayudan a observar el número de especies que se acumulan conforme aumenta el esfuerzo de muestreo al aumentar este esfuerzo

la riqueza de especies por ende aumentará hasta llegar a un límite donde la cantidad de especies muestreadas alcanzará el máximo y la asíntota se estabilizará (Espinosa, 2003).

V.I.III Curva de acumulación de especies para temporada de secas por grupo faunístico.

#### V.I.III.I Reptiles

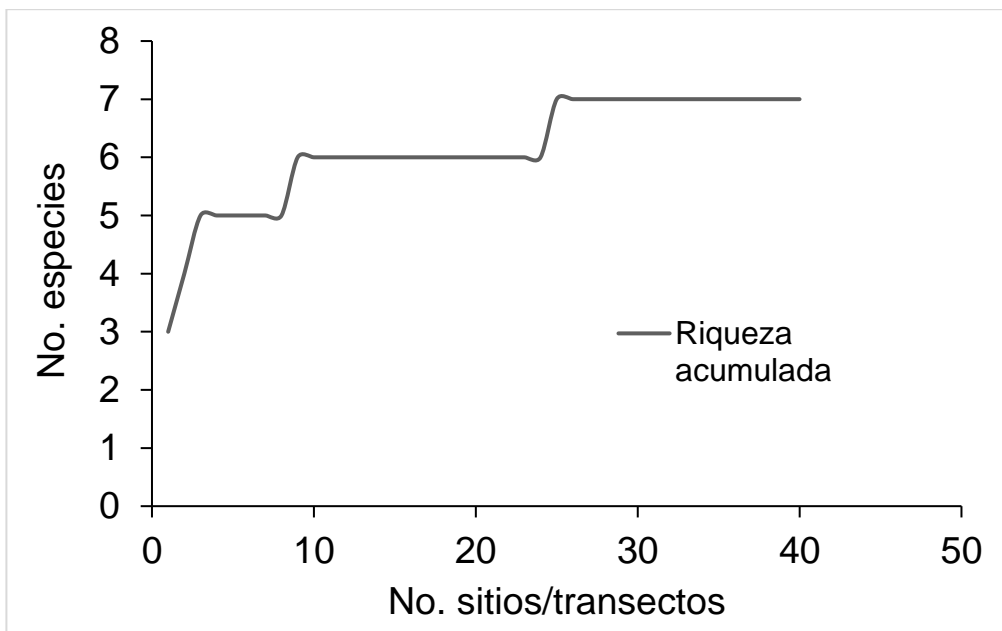
Este grupo faunístico presentó un total de 7 especies para la temporada de secas mismas que fueron registradas en la (Tabla 2) como se observa en la (Figura 14), la curva tiende a estabilizarse en el sitio/transecto 22 y se mantiene en esa posición hasta el sitio/transecto 36, y vuelve a subir hasta el sitio/transecto 38, después de ese sitio/transecto no se observaron nuevas especies.



**Figura 14.** Curva de riqueza acumulada en reptiles en temporada de secas. Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas

### V.I.III.II Mamíferos

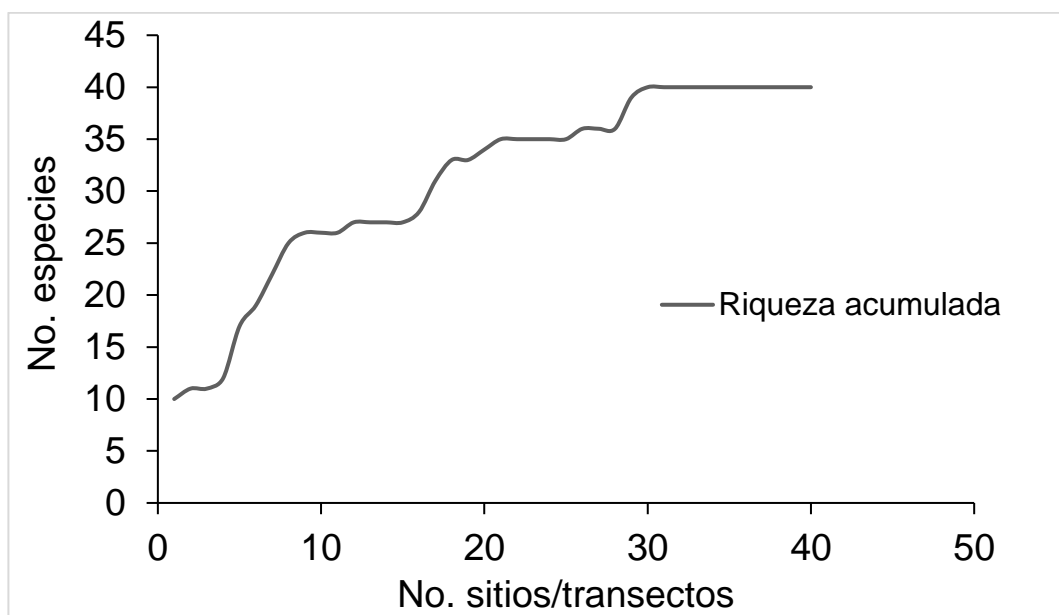
Este grupo faunístico presentó un registro de 7 especies en la temporada de secas mismas que fueron registradas en la (Tabla 3), la curva muestra una asíntota en el sitio/transecto 10 y se mantiene en esa posición hasta el sitio/transecto 24 posteriormente vuelve a subir en el sitio/transecto 26 y se mantiene estabilizada hasta el sitio/transecto 40. (Figura 15).



**Figura 15.** Curva de riqueza acumulada en mamíferos en temporada de secas Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.

### V.I.III.III Aves

Este grupo faunístico presentó un registro de 40 especies en la temporada de secas mismas que fueron registradas en la (Tabla 4) de acuerdo con la (Figura 16), se observa que a partir del sitio/transecto 10 la curva presenta una asíntota, sin embargo, se acumularon nuevas especies hasta estabilizarse a partir del sitio/transecto 30 este grupo de fauna fue el abundante.



**Figura 16.** Curva de riqueza acumulada de aves en temporada de secas Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.

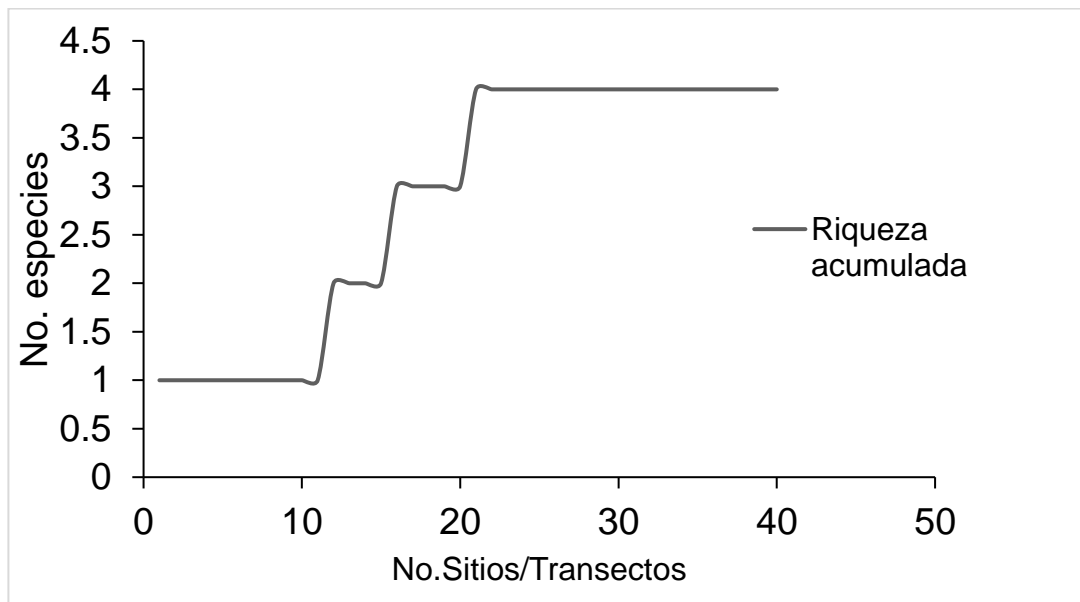
### V.I.IV Curvas de acumulación de especies para la temporada de lluvias por grupo faunístico.

#### V.I.IV.I Reptiles

Este grupo faunístico presentó un registro de 4 especies en la temporada de lluvias mismas que fueron registradas en la (Tabla 2), en comparación con el esfuerzo de muestreo para los reptiles en temporadas de secas



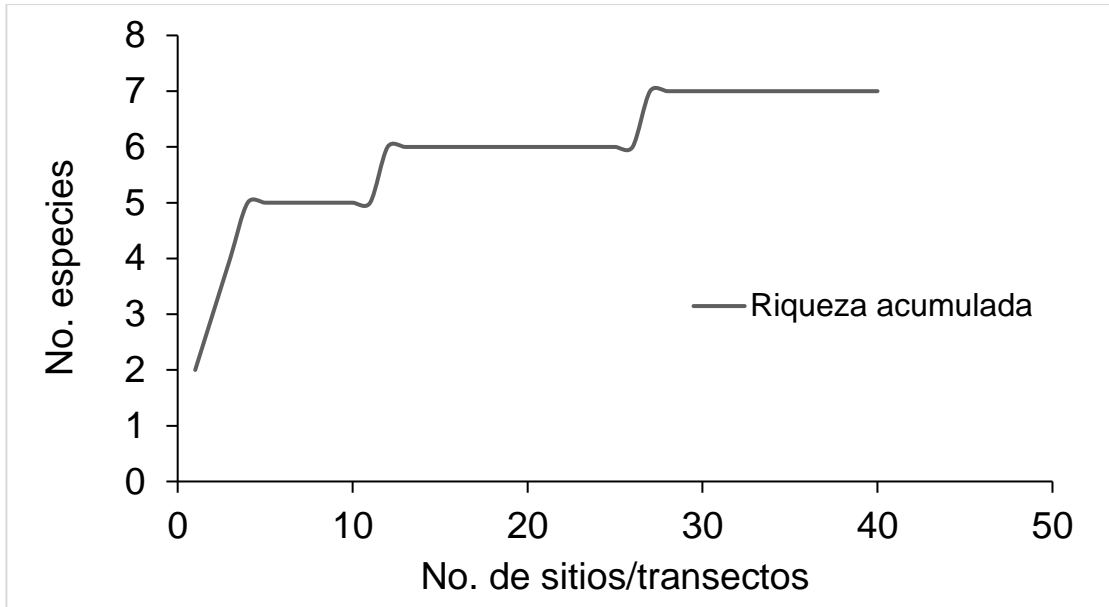
que fue bajo, el comportamiento de la acumulación de especies para la temporada de lluvias fue diferente, en esta temporada se presentaron 4 especies que no fueron observadas en temporada de secas (Figura 17), la curva tiende a estabilizarse en el sitio/transecto 22 y se mantiene en esa posición hasta el sitio/transecto 40, después de ese sitio no se encontraron nuevas especies.



**Figura 17.** Curva de riqueza acumulada en reptiles en temporada de lluvias Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.

#### V.I.IV.II Mamíferos

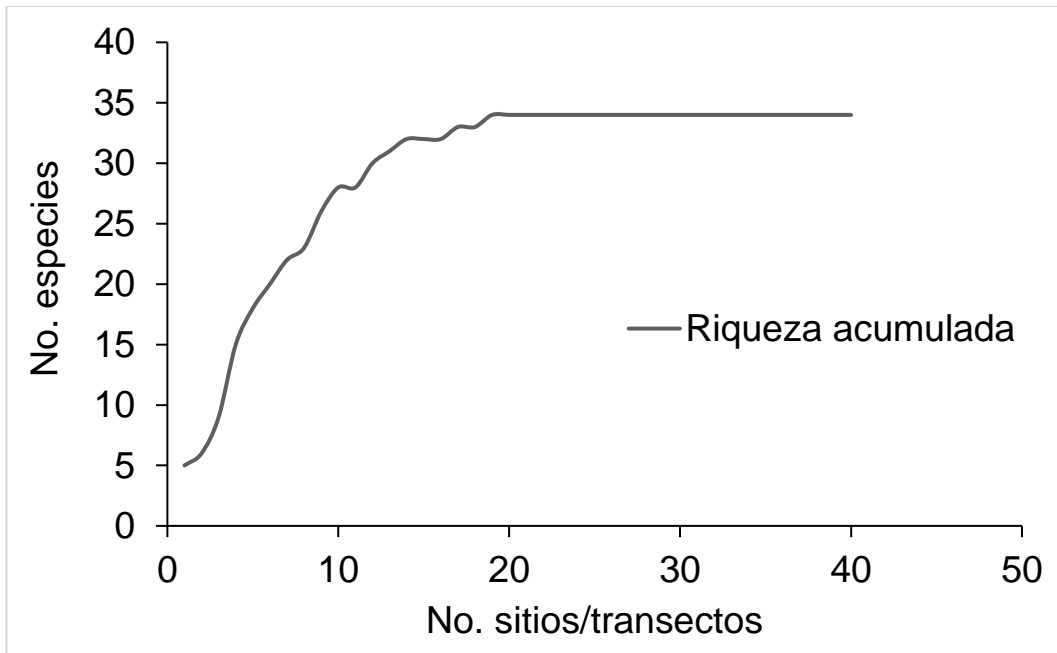
Este grupo faunístico se observó solo 1 especie para la temporada de lluvias misma que se registró en la (Tabla 3) en este grupo faunístico en se observa como la curva tiende a estabilizarse en el sitio/transecto 5 y se mantiene en esa posición hasta el sitio/transecto 11, posteriormente se acumulan dos especies más para estabilizarse a partir del sitio/transecto 28 hasta el sitio/transecto 40. (Figura 18)



**Figura 18.** Curva de riqueza acumulada en mamíferos en temporada de lluvias. Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.

#### V.I.IV.III Aves

Este grupo faunístico presentó un registro de 34 especies en la temporada de lluvias mismas que fueron registradas en la (Tabla 4) para esta temporada la acumulación de especies presentó una asíntota a partir del sitio/transecto 20, posterior a este sitio/transecto no se observaron nuevas especies (Figura 19).



**Figura 19.** Curva de riqueza acumulada en aves en temporada de lluvias. Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.

Las curvas de acumulación de especies permiten estimar la totalidad de especies existentes en un sitio o por lo menos un porcentaje representativo del lugar donde se realiza el muestreo, Jiménez Valverde (2003), nos dice que cuando la pendiente que se encuentra en la gráfica tiende a cero corresponde al número total de especies que se encuentran en el área de estudio, en el caso de este estudio el esfuerzo de muestreo para todas las especies en temporada de secas y lluvias fue suficiente, sin embargo, no se descarta la posibilidad de que si se vuelve a hacer un muestreo para ambas temporadas se encuentren nuevas especies y el esfuerzo de muestreo aún sea bueno.

## V.II Inventario Faunístico

De los tres grupos faunísticos se obtuvo el inventario faunístico por temporada climática y se identificaron cuales especies se encuentran dentro de la NOM-059-SERMARNAT-2010.

**Tabla 1.** Inventario de reptiles en temporada de lluvias y secas con su estatus de conservación dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Secas	Lluvias	Estatus de Conservación
1	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel cola negra	*		Pr (Sujeta a protección especial)
2	<i>Masticophis taeniatus</i>	Chirriónera rayada	*		Np
3	<i>Sceloporus parvus</i>	Lagartija escamosa	*	*	Np
4	<i>Apidoscelis marmoratus</i>	Huico marmoleado	*		Np
5	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija Rayada	*	*	Np
6	<i>Sceloporus minor</i>	Lagartija escamosa de grieta	*	*	Np
7	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	*		P
8	<i>Sceloporus poinsettii</i>	Lagartija Espinoza norteña de grieta		*	Np

\*Denota la presencia de la especie. "Estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: corresponden a: P= Peligro de extinción, A= Amenazada, R= Rara, Pr = Sujeta a protección especial, Np=No presente bajo ningún estatus.

Se registraron 7 especies en la temporada de secas mientras que 4 fueron observadas en la temporada de lluvias. Del total de especies observadas solo una se encuentra sujeta a protección especial (*Crotalus molossus*) Cascabel cola negra y otra en peligro de extinción (*Phituophis deppei*) Alicante, dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe mencionar que no se observó ninguna especie de anfibio durante el periodo de monitoreo.

Aguilar Bucio (2014) en un estudio realizado en la mina “Carlos II Palau” Coahuila, México menciona que la especie de reptil con mayor avistamiento fue *Aspidoscelis gularis* (Lagartija rayada) comparando el registro que se tuvo con el presente estudio observamos que la misma especie tuvo interacción en ambas temporadas, la lagartija rayada se registró para la temporada de secas y lluvias.

Para el grupo de mamíferos se registraron un total de 8 especies entre ambas temporadas de las cuales 7 especies corresponden a la temporada de secas, registrándose en temporada de lluvias la especie *Didephis virginiana* (Tlacuache norteño), para esta temporada se observaron la mayoría de las especies encontradas en secas a excepción del gato doméstico, no se encontraron especies registradas bajo ningún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 1).

**Tabla 2.** Inventario de mamíferos en temporada de lluvias y secas con su estatus de conservación dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

No.	Nombre científico	Nombre común	Secas	Lluvias	Estatus de conservación.
1	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillon de roca	*	*	Np
2	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	*	*	Np
3	<i>Sylvilagus auduboni</i>	Conejo del Desierto	*	*	Np
4	<i>Felis catus</i>	Gato domestico	*		Np
5	<i>Chaetodipus nelsoni</i>	Raton espinoso	*	*	Np
6	<i>Neotoma sp</i>	Rata de campo	*	*	Np
7	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	*	*	Np
8	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño		*	Np

\*Denota la presencia de la especie. "Estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: corresponden a: P= Peligro de extinción, A= Amenazada, R= Rara, Pr = Sujeta a protección especial, Np=No presente bajo ningún estatus

Comparando el registro obtenido en este proyecto con Aguilar Bucio (2014), en la mina "Carlos II" Palaú, Coahuila, México se coincide con el registro de las especies *Didelphis virginiana* (Tlacuache norteño) y *Sylvilagus sp* (Conejo cola blanca).

Se registraron un total de 44 especies, 40 para la temporada de secas y 34 para la temporada de lluvias, sin embargo, para esta última temporada solo se observaron 4 especies que no se tenían registradas anteriormente para la temporada de lluvias. Del total de especies observadas solo una se encuentra en Pr (Protección especial) *Parabuteo unicinctus* (Aguililla de harris) en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 3.** Inventario de mamíferos en temporada de lluvias y secas con su estatus de conservación dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

No.	Nombre científico	Nombre común	Secas	Lluvias	Estatus de conservación
1	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	*	*	Np
2	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de harris		*	Pr (Sujeta a protección especial)
3	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	*		Np
4	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	*		Np
5	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulnero negro	*		Np
6	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara	*	*	Np
7	<i>Cardinalis sinuatos</i>	Cardenal del desierto	*		Np
8	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frente dorada	*	*	Np
9	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	*	*	Np
10	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño		*	Np
11	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano	*	*	Np
12	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara de pecho gris	*	*	Np
13	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Chinito	*		Np
14	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	*		Np
15	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	*	*	Np
16	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	*	*	Np

\*Denota la presencia de la especie. "Estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: corresponden a: P= Peligro de extinción, A= Amenazada, R= Rara, Pr = Sujeta a protección especial, Np=No presente bajo ningún estatus

No.	Nombre científico	Nombre común	Secas	Lluvias	Estatus de conservación
17	<i>Taxostoma curvirostre</i>	Cuitlachoche pico curvo	*	*	Np
18	<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico dorso obscuro	*	*	Np
19	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	*	*	Np
20	<i>Spizella passerina</i>	Gorrion de cejas blancas	*	*	Np
21	<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrion cola blanca	*		Np
22	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion domestico	*	*	Np
23	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojilumbre	*		Np
24	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	*	*	Np
25	<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas gris	*		Np
26	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	*	*	Np
27	<i>Streptopelia risoria</i>	Paloma de collar	*	*	Np
28	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	*	*	Np
29	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamosca cardenalito	*	*	Np
30	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas garganta ceniza	*		Np
31	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	*	*	Np
32	<i>Polioptila melanura</i>	Perlita del desierto	*	*	Np

\*Denota la presencia de la especie. "Estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: corresponden a: P= Peligro de extinción, A= Amenazada, R= Rara, Pr Sujeta a protección especial, Np=No presente bajo ningún estatus



No.	Nombre científico	Nombre común	Secas	Lluvias	Estatus de conservación
33	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pizon mexicano	*	*	Np
34	<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador pardo	*	*	Np
35	<i>Thrymanes bewickii</i>	Saltapared cola larga	*	*	Np
36	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Saltapared de rocas	*	*	Np
37	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano griton	*	*	Np
38	<i>Columbina inca</i>	Tortolita	*	*	Np
39	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	*	*	Np
40	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero de garganta negra		*	Np
41	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor		*	Np
42	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero de corona rufa	*	*	Np
43	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Cabecirrojo	*	*	Np
44	<i>Coragyps atratus</i>	Zoplítoe común	*	*	Np

\*Denota la presencia de la especie. "Estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: corresponden a: P= Peligro de extinción, A= Amenazada, R= Rara, Pr = Sujeta a protección especial, Np=No presente bajo ningún estatus

Aguilar Bucio (2014), identifica en el estudio realizado en la mina "Carlos II" Palaú, Coahuila, México especies como: *Spizella pallida* (Gorrion palido), *Anas strepera* (Pato fristo), *Amphispiza bilineata* (Gorrion garganta negra), *Polioptila melanura* (Perlita del desierto), *Coragyps atratus* (Zopilote común), *Coragyps atratus* (Carpintero mexicano), así

como también registros del *Bubo virginianus* (Búho cornudo) y el *Callonetta leucophrys* (Pato de collar), comparando los datos obtenidos con los registros del presente estudio observamos que algunas de las especies antes mencionadas coinciden con los registros obtenidos de aves para estas dos temporadas.

### V.III Riqueza y diversidad

#### V.III.I Comparación general

De acuerdo con los datos mostrados en la (Tabla 5), para el grupo de mamíferos la probabilidad de semejanza obtenida fue de ( $p=0.287$ ) y para aves ( $p=0.193$ ) por lo que no existieron diferencias significativas entre la diversidad de ambas temporadas en estos grupos faunísticos. Sin embargo, para los reptiles si existieron diferencias significativas en la diversidad de ambas temporadas donde ( $p= 0.002$ ).

**Tabla 4.** Comparación de la diversidad de fauna entre la temporada de secas y lluvias dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

Estrato	Riqueza		Abundancia		Diversidad Shannon		Prueba T
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	
Reptiles	7	4	20	25	1.65	1.04	$p= 0.002$
Mamíferos	7	7	44	43	1.55	1.79	$p= 0.287$
Aves	40	34	324	212	3.16	3.27	$p= 0.193$
Total	54	45	418	280	3.50	3.55	$p= 0.564$

La P significa la probabilidad de que sea igual la diversidad encontrada en secas y lluvias. Si  $p<0.05$  se dice que existen diferencias significativas entre la diversidad de ambas temporadas.

El que existiera una diferencia significativa para el grupo faunístico de reptiles puede deberse a que, los periodos de actividad de estos se

restringen a la disponibilidad de un ambiente con las condiciones térmicas optimas (Martella, 2012).

Específicamente en estudios realizados sobre el género *Sceloporus* se habla de que son individuos principalmente heliotérmicos, es decir que obtienen su energía asoleándose en sus microhábitats preferidos (Painter, 1999).

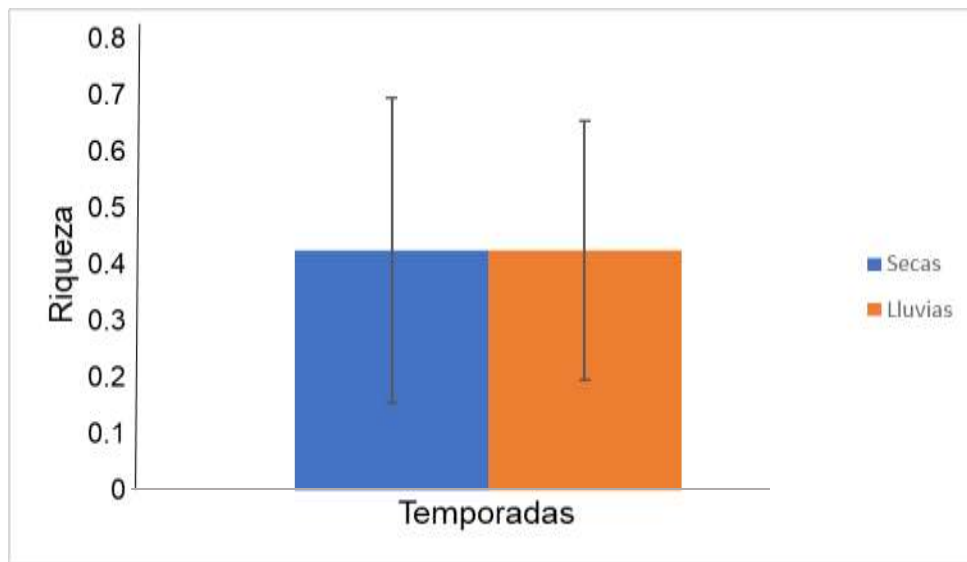
### V.III.II Reptiles

En el grupo faunístico de reptiles si existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.002$ ), mientras que para el caso de riqueza en temporada de secas se registraron un total de 7 individuos (Tabla 5) mientras que para la temporada de lluvias se registraron un total de 4 individuos.

Para el caso de la riqueza de especies Vargas Orrego (2014) en un estudio realizado al sur de Puebla en temporadas de secas y lluvias, menciona que se registran menores abundancias de reptiles en temporadas de lluvias debido a que las perturbaciones de estas tienen un efecto negativo en la riqueza y abundancia, este grupo faunístico en nuestro estudio presentan baja riqueza, pero mayor abundancia en temporadas de lluvias, posiblemente esto se deba a la poca presencia de especies por algunas condiciones del climáticas como se mencionó anteriormente.

En lo correspondiente al grupo faunístico de reptiles, se observó que no existe diferencia significativa entre la riqueza observada y las temporadas climáticas (Tabla 5) Pla, (2006) menciona que cuando se cuantifica la riqueza observada por muestra, se puede obtener un límite inferior y superior para la riqueza de la comunidad. En este caso para la temporada

de secas se obtuvo una media de 0.42 con un límite superior de 0.73 e inferior de 0.11 mientras que para las temporadas de lluvias se obtuvo una media de 0.42 y los datos obtenidos para ambos límites fue de 0.60 y 0.25 respectivamente (Figura 20).



**Figura 20.** Gráfica de medias en riqueza de reptiles obtenida para las temporadas de secas y lluvias. Las barras de error corresponden a intervalos de confianza. (IC 95 %) dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

En un estudio realizado por Escobar, (2000) sobre la sucesión de la fauna de coleópteros en un bosque tropical en Colombia, se obtuvo una riqueza de 17 especies durante el mes de abril en el cual se presentó una mayor precipitación, mientras que en el mes de agosto y septiembre estos individuos disminuyen su actividad.

Montoya Arango (2020) menciona que en las temporadas de secas los reptiles emplean una estrategia de inactividad para conservar el agua, por lo que es posible que en los datos que se obtuvieron en los resultados obtenidos en el presente estudio pasara algo similar con este grupo faunístico arrojando una riqueza similar para ambas temporadas.

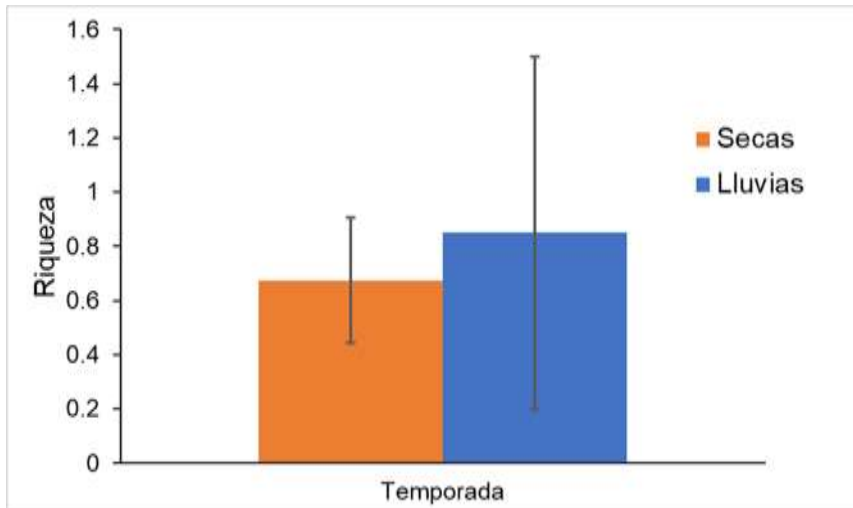
Barona, (2020) nos menciona que las abundancias máximas y mínimas, podrían ser una buena medida para el índice de equidad de especies, esto porque se espera que una comunidad con mayor equidad muestre una menor diferencia entre la abundancia máxima y la mínima, mientras que ocurriría lo contrario para una comunidad poco equitativa entre temporadas.

### V.III.III Mamíferos

En el grupo faunístico de mamíferos no se evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.287$ ) entre la temporada de secas y lluvias (Tabla 5).

En la (Figura 22) se observa que para la riqueza en la temporada de secas se obtuvo una media de 0.67 con un límite superior de 0.91 e inferior de 0.43 mientras que para la temporada de lluvias se obtuvo una media de 0.85 con un límite superior de 1.0 e inferior de 0.6. En este análisis visual, no se evidencia diferencia contundente entre temporadas climáticas para la riqueza en el grupo faunístico de mamíferos.

De acuerdo con Aguilar Bucio (2014) en Carlos Palau, Coahuila, México para el escenario de abundancia y riqueza de especies se obtuvo un 16.67% es decir que para las especies de mamíferos registradas el valor fue bajo siendo el *Sylvilagus audubonni* (Conejo cola blanca) y *Lepus californicus* (Liebre cola negra) las especies que reportan menor abundancia y riqueza.



**Figura 21.** Gráfica de medias en riqueza de mamíferos para las temporadas de secas y lluvias. Las barras de error corresponden a intervalos de confianza (IC 95%) dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.

Por otro lado, García, (2008) menciona que en algunos casos las estaciones influyen en las comunidades y como estas se encuentran estructuradas, ya que la disponibilidad de los recursos como lo son el alimento o el agua disminuyen por lo que las especies se ven obligadas a cambiar aspectos de su biología; un ejemplo de esto sería la reproducción.

Aguilar Bucio (2014) en un estudio realizado en Carlos Palau, Coahuila, México menciona que al analizar el índice de Shannon-Wiener, para la temporada de secas se obtuvo una diversidad media mientras que, para la temporada de lluvias, menciona que obtuvo una diversidad baja en comparación con este estudio, la diversidad para la temporada de secas fue baja mientras que para la temporada de lluvias reporta que fue baja al igual que en este estudio.

En la (Tabla 2) correspondiente al índice de Shannon-Wiener para ambas temporadas registradas no se tienen valores significativos, comparando estos datos, obtenidos con Aguilar Bucio (2014), donde este mismo índice no arrojó diferencias significativas en la diversidad. Otros estudios como el de Pérez Irineo (2010), menciona que el valor más bajo que se obtuvo de diversidad fue para la temporada de secas.

Comparando los datos obtenidos en la (Tabla 5), donde la diversidad expresada por el índice de Shannon-Wiener para mamíferos por muestras fue baja en comparación con otro estudio realizado por Botello *et al.* (2008), en Ixtepeji, Oaxaca en un bosque templado donde la diversidad para la temporada de secas fue de 1.76 mientras que para la temporada de lluvias fue de 1.86 siendo estos valores más altos en comparación de los obtenidos en este estudio.

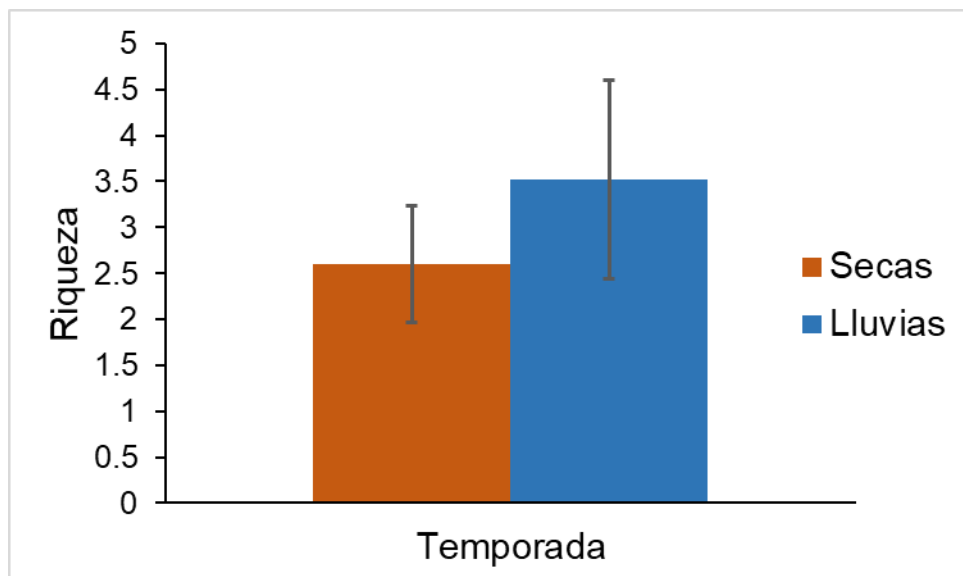
#### V.III.IV Aves

La diversidad ( $H'$ ) para las aves, no evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $P=0.193$ ) entre la temporada de secas y lluvias (Tabla 5), mientras que para la riqueza de especies observamos que en este grupo se obtuvo un mayor registro. Si bien en la riqueza de aves observamos que para la temporada de secas se obtuvo una media de 2.6 con un límite superior de 3.23 e inferior de 1.96, mientras que para la temporada de lluvias se registró una media de 3.52 con un límite superior de 4.60 e inferior de 2.44 (Figura 24); siendo menor este resultado en comparación con la temporada de lluvias obteniendo un promedio de 3.52.

En un estudio de Aguilar Bucio (2014) en dos años diferentes en “Carlos II” Palau, Coahuila, México la riqueza obtenida para la temporada de secas fue de 40 y para la temporada de lluvias 34 existiendo diferencias significativas en los datos.

Por otra parte, Mendoza (2013), menciona que en la temporada de otoño las precipitaciones son más densas, por lo que algunas aves regresan a zonas más cálidas donde el alimento varíe un poco de acuerdo con la estación en la cual se encuentre.

La relación entre los atributos de riqueza y abundancia en ambas temporadas y el índice utilizado (Tabla 5), muestra una alta similitud, lo cual indica que este índice es susceptible a dichos atributos comunitarios y en algunos casos se utiliza como indicador para el buen funcionamiento de un ecosistema (Noss, 1990).



**Figura 22.** Gráfica de medias en riqueza de aves para las temporadas de secas y lluvias. Las barras de error corresponden a intervalos de confianza de (IC 95%) dentro del área de estudio. Fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas.



Existen factores que influyen en la abundancia de las aves, como las estaciones del año y algunas otras variables ambientales como la distribución espacial de los alimentos, el tiempo de alimentación y en algunos casos el sobrepastoreo (SEMARNAT-CONANP, 2013)

De acuerdo con los datos obtenidos en el estudio de Aguilar Bucio (2014) en dos años diferentes en “Carlos II” Palau, Coahuila, México, se observó una diversidad de Shannon para secas y lluvias de 2.75 determinándose así que los valores de diversidad entre temporadas son menores con respecto a este proyecto.

En contraste Valdez Leal (2015) en un estudio realizado para una comunidad de aves en tres hábitats diferentes en la planicie de Tabasco, México nos dice que en la temporada de secas se presentó menos riqueza de aves con un resultado para la temporada de secas de 93, mientras que para la temporada de lluvia los datos obtenidos fueron altos con un resultado de 108.

## VI CONCLUSIONES

1. Se lograron establecer 10 transectos debidamente georreferenciados, los que suman en total 40 sitios. Esto basándose en la curva de riqueza de especies, considerándose un esfuerzo de muestreo adecuado. Los cuales servirán para sitios permanentes de monitoreo de fauna silvestre.
2. Mediante la metodología aplicada en el presente estudio, se logró realizar el inventario faunístico por grupos en ambas temporadas climáticas.
3. Se determinó la diversidad existente para cada grupo faunístico entre las temporadas de secas y lluvias.
4. De acuerdo con la metodología utilizada en el presente estudio, se logró comparar la diversidad de cada grupo faunístico entre temporadas climáticas. Rechazándose la hipótesis nula al encontrar diferencia estadísticamente significativa para el índice de Shannon únicamente en mamíferos. No presentándose significancia para el resto de los grupos.
5. Por medio de la metodología utilizada no se logró establecer una comparación de la diversidad en el grupo faunístico de anfibios. Debido a que no se obtuvo ningún registro.
6. Las aves fueron el grupo con mayor abundancia y riqueza en ambos escenarios, esto es de esperarse ya que las aves son muy activas durante el día por lo que el registro de ellas para ambas temporadas fue bueno.

## VII RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aumentar el número de muestras en un tiempo mayo, en cada época climática. Esto para disminuir posible sesgo de los resultados.
2. Llevar a cabo proyectos de conservación del suelo en arroyos o barrancos profundos dentro del área de estudio para ayudar en la retención del suelo y el crecimiento de las plantas, ya que se observó que estas áreas servían como corredores naturales para la vida silvestre durante el monitoreo.
3. Mejorar la investigación de este ecosistema y crear una mayor cantidad de sitios o transectos permanentes para el monitoreo continuo y así obtener más información y mejores conocimientos sobre la dinámica de la diversidad de la fauna en relación con las condiciones climáticas.
4. Realizar investigaciones sobre la calidad del hábitat y la degradación ambiental de las especies de fauna. Esto incluye estudios sobre la calidad del agua ya que se mencionó en el texto que no se observaron anfibios.

## VIII LITERATURA CITADA

- Aguilar-Bucio, L.M** (2014). Monitoreo de la Diversidad, Abundancia y riqueza de especies de Fauna Silvestre en el Proyecto Minero "Carlos II", Palaú Coahuila, México (tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro) 29-34p. Repositorio digital UAAAN. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/>
- Aguilar-Garavito, M. & Ramírez, W. (eds.)**. (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 250 pp.
- Aguirre León, G.** (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En: Gallina Tessaro, S., C. López-González (eds.), Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC. México. 61-85p.
- Arcos,R.** (2001). Abundancia relativa de medianos y grandes mamíferos en el Bosque Protector Colambo Yacuri, suroriente del Ecuador. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas. 30.10.26807/remcb.v30i1-2.55
- Barona, D.** (2020). Sensibilidad y desempeño de dos nuevos índices de diversidad de dominancia y equidad. Científica, 15(3), 17-30.
- Bennett, A. F.** (2004). Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. IUCN.
- Botello, F., V. Sánchez–Cordero & G. González.** (2008). Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México In: C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México vol. II. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México. Pp.335-334
- Burnham, k.p., Anderson D.R. y Laake. J.L.** (1980) Estimation of density from lines transect sampling of biological populations, Wildlife Monographs. 44 (2): 1-202.
- Carranza, j., De la Peña, E., & Seoane, J.M.** (2018). Comunidad de aves como indicador de biodiversidad en dehesas. Cátedra de Recursos Cinegéticos y Piscícolas de la Universidad de Córdoba. Life biodehesa.1:45.172-188

- Chávez Tovar, J. C., & Ceballos González, G. J. (2014).** Diversidad y estado de conservación de los mamíferos del Estado De México. *Revista Mexicana De Mastozoología (Nueva Época)*, 3(1), 113–134.
- CONABIO, (2020).** Biodiversidad Mexicana (Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad), Ciudad de México, México. Sitio web: [https://www.biodiversidad-gob.mx/biodiversidad/que\\_es](https://www.biodiversidad-gob.mx/biodiversidad/que_es)
- Cruz-García, F. (2010).** Evaluación de la población y hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*), en Llano Grande, Durango. Tesis. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.
- De la Maza Musalem, M. & C. Bonacic (2013).** Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Serie Fauna Australiana, Facultad de Agronomía e ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 202 pp.
- Dirzo R. (1990).** La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿Qué sabemos? *Ciencias* 4: 48-55.
- Dzib-Castillo, B., Chantásig-Vaca, C., & González-Valdivia, NA (2014).** Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85 (1), 167-178.
- Escobar, F., & Chacón de Ulloa, P. (2000).** Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño-Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 48(4), 961-975.
- Espinosa, T. E. (2003).** ¿Cuántas especies hay. Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos*, 52, 53-56.
- Flores V.O. y Gerez P. (1994).** Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, Vegetación y uso de suelo. UNAM - CONABIO. México. Garza de León., I., Valdéz, F. y Tinajero, R. 2007. Coahuila. En OrtizPulido., Navarro-Sigüenza, A., Gómez de silva, H., RojasSoto, O. y Peterson, T.A. (Eds.), *Avifauna Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 98-136.
- FMCN. (2018)** Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario

de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México. 1-5

**Gallina, S. y C. López-Gonzales. (2011).** Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de ecología, A. C. Querétaro, México. 377 p. disponible en: <http://www.uaq.mx>

**Gallina-Tessaro, S., Hernández-Huerta, A., Delfín-Alfonso, C. A., & González-Gallina, A. (2009).** Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. Investigación ambiental Ciencia y política pública. 1(2)

**García, A., & Cabrera-Reyes, A. (2008).** Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. Acta zoológica mexicana, 24(3), 91-115.

**García, A., & Cabrera-Reyes, A. (2008).** Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. Acta zoológica mexicana, 24(3), 91-115.

**García, E. (1998)** - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.

**Giraud AR, Matteucci SD, Morello J, Alonso J, Herrera J, Abramson RR (2005)** Efectos de la fragmentación sobre la riqueza y abundancia de aves en la Selva Atlántica de Argentina. Un análisis preliminar en parches grandes y pequeños. XI Reunión Argentina de Ornitología. Buenos Aires, Argentina.47,777-780

**Halffter,G. (1998).** A strategy for measuring landscape biodiversity. Biology International,36: 3-17.

**Inafed, (2002).** Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Zacatecas (Instituto Nacional Para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 639-649 Sitio web: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EEMM3Zacatecas/municipios/32007 a. html>.

**Jeffries M, (1997).** Biodiversity and conservation. Routledge. Londres, Inglaterra. Biology and fertility of solis, 37,1-16.

**Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003).** Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista ibérica de aracnología, (8), 151-161.

- Lascuráin, M., List, R., Barraza, L., Díaz Pardo, E., Gual Sill, F & Maunder, M. (2009).** Conservación de especies ex situ. *Investigación*, 53,2.
- Ley General de Vida Silvestre. (LGVS) (2006)** “Ley General de Vida Silvestre”. México. En: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146\\_260115.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_260115.pdf) Consultado en febrero del 2023.
- LGEEPA. (2023).** La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, 8 de Mayo, México. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Lister, B. (1980).** Resource variation and the structure of British bird communities. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 77:4185-4187..
- López-Segoviano, G., Díaz-Verduzco, L., Arenas-Navarro, M., & del Coro Arizmendi, M. (2019).** Diversidad estacional de aves en una región prioritaria para la conservación en el centro oeste de la Sierra Madre Occidental. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90.
- Magurran, A. E. (1988).** Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Mandujano, R.S (2011).** Conceptos generales de ecología poblacional en el manejo de fauna silvestre. En gallina, S y C. López-González (Editor). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I.42p.
- Martella, B. M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, F.P., Bazzano, G. y Gleiser, M. R. (2012).** Manual de Ecología. Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Córdoba, Argentina. 5 (1): 1-31.
- Mata, G.C. (2012).** Abundancia relativa de mamíferos terrestres Grandes y Medianos en el Área Reforestada de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila México. Tesis de licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Montoya-Arango, S., Muñera Puerta, W. A., & Martínez, L. M. (2022).** Ensamblaje de aves en los corredores biológicos del relleno sanitario la pradera, antioquia, colombia. *Boletín SAO*, 31.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E. y Pavón, N. P. (2011).** Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1249–1261.

- Moreno,C.** (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. Programa iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. 21-29p.
- Noss, R.F** (1990). Indicators for monitoring biodiversity. A hierarchical approach. *Conservation Biology*. 12:822-835
- Ortega, R., L. Sánchez, B. Humberto, V. Rodríguez, y V. Vargas.** (2012). Manual para monitores comunitarios de aves. Corredor Biológico Mesoamericano-México. Corredor Biológico Mesoamericano-México.
- Painter, L., Rumiz, D., Guinart, D., Wallace, R., Flores, B. y Townsend, W.** (1999). Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. Documento técnico, 81 p
- Pérez-Irineo, G., & Santos-Moreno, A.** (2010). Diversidad de una comunidad de mamíferos carnívoros en una selva mediana del noreste de Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*, 26(3), 721-736.
- Pla, L.** (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
- Ramírez-Martínez, M. M., Iñiguez-Dávalos, L. I., & Ibarra-López, M. P.** (2014). Carnívoros del área de protección de flora y fauna sierra de Quila, Jalisco. *Therya*, 5(2), 437-448.
- Ramón, T. S.** (1978). Estudio del medio físico de las zonas áridas del estado de Zacatecas..
- Ríos-Uzeda, B.** (2001). Presencia de mamíferos terrestres medianos y grandes en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata a través del uso de métodos indirectos. *Ecología en Bolivia*, 35, 3-16.
- Rivero, J. A.** (1998). Amphibians and reptiles of Puerto Rico. La Editorial, UPR.
- Rodríguez, P., Soberón, J., & Arita, H. T.** (2003). El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta zoológica mexicana*, (89), 241-259.
- SAGARPA.** (2017). Evolución, prospectiva y administración de las zonas áridas de México (secretaría de Agricultura Ganadera Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). (CONAZA) (Comisión Nacional de Zonas áridas): 445-458 P.



- Santos Moreno, A.** (2014). Los Mamíferos del estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 4:18-32..
- SEMARNAT-CONANP.** (2013). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de Manejo de áreas de Protección de Flora y Fauna, Maderas del Carmen. 33-35 p. [https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_libro\\_pm/158\\_libro\\_pm.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/158_libro_pm.pdf).
- Shannon, C. E.** (1948). A mathematical theory of communication. *Bell system Tech. J.* 27:379-423, 623-656.
- Solbrig O.** (1994). Biodiversity: an introduction. En Solbrig O et al. (Eds) *Biodiversity and global change*. Cab International. Wallingford, EEUU. p. 13.
- Ulloa, J. A.** (2012). ¿Por qué debemos conservar la fauna silvestre? *Spei Domus*, 8(17).
- Valdez-Leal, J. D. D., Pacheco-Figueroa, C. J., Méndez-López, E., Rangel-Ruíz, L. J., Moguel-Ordoñez, E. J., Arriga-Weiss, S. L., & Luna-Ruíz, R. D. C.** (2015). La comunidad de las aves en tres hábitats de la planicie de Tabasco, México. *Agroproductividad*, 8(5), 69-73.
- Vallejo, M. Y.** (2005). Aplicación de indicadores de conocimiento sobre biodiversidad para el diagnóstico y comparación de colecciones biológicas. *Nova*, 3(4), 48-57.
- Vargas Orrego, M. E.** (2014). Diversidad y abundancia de anfibios y reptiles en zonas conservadas y perturbadas en el municipio de Santa Inés Ahuatempan, Puebla (Bachelor's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).
- Whittaker, R. H.** (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3):213-251.
- Zar, J. H.** (1999). *Biostatistical analysis*, fourth edition. Prentice Hall. New Jersey, U. S. A.

## IX ANEXOS

### IX.I Álbum fotográfico

#### X.II Reptiles



**Figura 23.** *Sceloporus minor* (Lagartija escamosa). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 24.** *Aspidoscelis gularis* (Lagartija rayada). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 25.** *Crotalus molossus* (Cascabel cola Negra). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.

### X.III Mamíferos



**Figura 26.** *Sylvilagus auduboni* (Conejo del desierto). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 27.** *Bassaricus astutus* (Cacomixtle). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 28.** *Neotoma sp.* (Rata de campo). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 29.** *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 30.** *Spermophilus variegatus* (Ardilla pedrera) especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



X.IV Aves



**Figura 31.** *Salpinctes obsoletus* (Sataperd de roca). Especie observada en una fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 32.** *Geococcyx californianus* (Correcaminos). Especie observada en una Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 33.** *Cathartes aura* (Zopilote cabecirrojo). Especie observada en una Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.



**Figura 34.** *Picoides scalaris* (Carpintero mexicano). Especie observada en una Fracción de la Subcuenca Concepción del Oro, Concepción del Oro, Zacatecas.