

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Diversidad De Aves, En Dos Estaciones Del Año En La Subcuenca “Concepción Del Oro” Concepción Del Oro, Zacatecas.

Por:

GREGORIO TIRZO CRUZ

TESIS

Presentación como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Diversidad De Aves, En Dos Estaciones Del Año En La Subcuenca "Concepción
Del Oro" Concepción Del Oro, Zacatecas.

Por:

GREGORIO TIRZO CRUZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

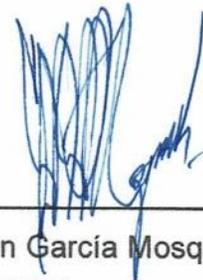
Aprobada por el comité de Asesoría:



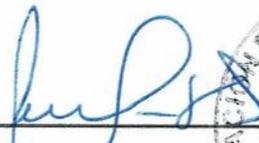
M.C. Héctor Darío González López
Asesor principal



Dr. Francisco Cruz García
Coasesor



Dr. Genaro Esteban García Mosqueda
Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Coordinador Interino de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre, 2022

DEDICATORIA

A mis padres, Carmen Cruz Cruz y Gonzalo Tirzo Juárez, que día a día se esforzaron por darme siempre lo mejor que tenían, por esos momentos que me motivaron para continuar cuando creía que no lo lograría, quienes me apoyaron y educaron a pesar de las adversidades que se presentaron.

A mis hermanos, Rosendo Tirzo Cruz, Amelia Tirzo Cruz, Carmen Tirzo Cruz, Reinaldo Tirzo Cruz, Gonzalo Tirzo Cruz y Plácido Tirzo Cruz, por todos los momentos que vivimos juntos, así como el apoyo y consejos que me brindaron para cumplir mis metas.

A mi tía, María Juana Tirzo Juárez, por ser una gran persona y por estar conmigo brindándome ánimos y consejos para salir adelante en la vida y la universidad.

A mi sobrino, Henry Michael Santiago Tirzo, al ser una de las personas que siempre alegra la casa y acompaña a mis padres, dándoles cariño.

A Angeles Nataly Martínez Juárez, quien, a pesar de la distancia, siempre estuvo aconsejando y apoyándome para continuar con mis objetivos, convirtiéndose una persona especial.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por cuidar a mi familia, por darme vida en cada momento y brindarme una buena salud.

A mi Alma Terra Mater, quien me abrió las puertas de sus instalaciones, brindarme lo necesario para poder concluir la universidad. Por permitirme conocer a grandes personas en todo el transcurso de la carrera.

Al M.C. Héctor Darío González López, por todo el apoyo que me brindo a lo largo de toda la carrera y la asesoría durante el desarrollo de la investigación, sus recomendaciones, consejos, su tiempo y sobre todo la alimentación para no darme por vencido y terminar la investigación.

Al Dr. Francisco Cruz García, por formar parte del comité de asesores, apoyando con sus conocimientos para poder llevar a cabo la investigación, consejos, asesoría y el tiempo empleado para la elaboración y corrección de la investigación.

Al Dr. Genaro Esteban García Mosqueda, por compartir sus conocimientos y tiempo en el presente trabajo para la corrección, así como las recomendaciones para la elaboración de la investigación.

Al Ing. Ubaldo Macias Hernández, por las facilidades y el apoyo para ingresar a la mina para poder llevar a cabo la investigación.

A la mina Aránzazu Holding S.A de C.V, por permitir el ingreso para realizar las actividades correspondientes.

A mis amigos y compañeros, Juan Carlos Rincón, Álvaro Ambrosio, Adriana Gutiérrez, Francisco Argueta, Vázquez Fernando, Richard Méndez, Hugo Vázquez, y demás compañeros de la generación, que a lo largo del tiempo se convirtieron amigos, con quienes compartí grandes momentos, superando adversidades que se presentaban.

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir 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 un texto propio publicado anteriormente sin hacer 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 black ink, appearing to be 'Gregorio Tirzo Cruz', written over a horizontal line.

Gregorio Tirzo Cruz

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Fauna silvestre.....	4
2.3 Biodiversidad.....	5
2.4 Importancia ecológica de la avifauna.....	6
2.5 Importancia de la relación entre la avifauna y la vegetación.....	7
2.5.1 Distribución de la fauna en relación con los principales tipos de vegetación en México.....	8
2.6 Diversidad de especies.....	9
2.6.1 Índice de Shannon.....	10
2.6.2 Equidad.....	10
2.6.3 Índice de valor de importancia.....	11
2.6.4 Índice de similitud de Jaccard.....	11
2.8 Muestreo de aves.....	12
2.8.1 Métodos indirectos.....	12
2.8.2 Métodos directos.....	13
2.9 Técnicas de muestreo.....	13
2.9.1 Método de Censo.....	13
2.9.2 Método de transecto.....	14
2.9.3 Puntos de conteo.....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Descripción del sistema ambiental.....	15
3.1.1 Localización.....	15
3.1.2 Clima.....	16
3.1.3 Vegetación.....	17
3.1.4 Edafología.....	18

3.1.5 Fauna	19
3.2 Método de muestreo utilizado.....	20
3.2.1 Técnica de muestreo	21
3.2.2 Muestreo de la vegetación.....	22
3.3 Análisis de datos.....	23
3.3.1 Intensidad de muestreo	23
3.3.2 Índices de diversidad	24
3.3.3 Índice de Shannon-Wiener (H')	25
3.3.4 Equidad	26
3.3.5 Índice de abundancia relativa	27
3.4.6 Coeficientes de similitud de Jaccard.....	28
3.4.7 Índice de valor de importancia (IVI)	29
4. RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	31
4.1 Diversidad y equidad de aves.....	32
4.2 Abundancia relativa por estación.....	37
4.3 Grado de similitud.....	42
4.4 Relación diversidad y vegetación.....	43
5. CONCLUSIONES.....	45
6. RECOMENDACIONES.....	46
7. LITERATURA CITADA	47
8. ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diversidad y equidad de aves en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	32
Cuadro 2. Diversidad y equidad en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	34
Cuadro 3. Abundancia relativa y riqueza de aves en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	39
Cuadro 4. Grado de coeficiente de similitud (Índice de Jaccard) por transecto en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación de área de estudio e hidrología en el área de influencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	15
Figura 2. Unidades climatológicas en el área de influencia en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	16
Figura 3. Uso del suelo y vegetación en el área de influencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	17
Figura 4. Unidades edafológicas. en el área de influencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	18
Figura 5. Ubicación de los transectos y sitios de muestreo, en el área de influencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas:.....	20
Figura 6. Diseño de los sitios de muestreo	21
Figura 7. Cuadrantes de muestreo. Elaborado por (Mostacedo y Fredericksen, 2000) Nota: la imagen hace representación al tipo de muestreo de cuadrante, para tener una mejor referencia.....	23
Figura 8. Métodos utilizados para evaluar la diversidad alfa.	25
Figura 9. Curva de acumulación de especies observadas de aves en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	31
Figura 10. Diversidad y equidad de aves por transecto, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	35
Figura 11 Grafica de prueba de t de Student para diversidad de aves por estación. Análisis graficado para determinar si existe diferencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.....	36

Figura 12 Abundancia relativa de aves en la estación de primavera del año 2021, en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.	37
Figura 13 Abundancia relativa de aves en verano del año 2021, en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.	38
Figura 14. Grafica de prueba de t de Student para abundancia por estación. Análisis graficado para determinar diferencias entre estación, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.	41
Figura 15. Diversidad de aves en relación de las especies de vegetación más importantes primavera-verano, en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.	43

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la diversidad de especies de aves con la finalidad de comparar dos estaciones del año primavera e invierno 2021, en una fracción de la subcuenca Concepción del Oro, Zacatecas. Se utilizó el método de transecto, lo cual consistió en establecer 10 transectos con longitudes de 500 m con 3 sitios circulares de 30 metros de diámetro con una separación de 150 metros a lo largo de cada transecto, para el registro se realizó con los binoculares Bushnell (10x42). La identificación de las aves se realizó con el apoyo de guías de identificación de campo (Kaufman Field Guide to Birds of North America); Se registraron 318 individuos correspondientes a 40 especies en primavera, mientras que para verano se registraron 212 individuos de 34 especies. Las dos estaciones presentan un total de diversidad alta a través del Índice de Shannon-Wiener con 3.18 para primavera y 3.27 para verano. Las dos estaciones presentan una alta equidad con 0.74 para primavera y 0.76 en verano. Se obtuvieron valores por transecto de diversidad y equidad: En primavera se presentó una diversidad promedio de 1.70 y una equidad promedio de 0.46; para la estación de verano presenta una diversidad promedio de 2.20 y una equidad promedio de 0.62. El Índice mostro diferencias significativas utilizando la prueba de *t* de Student al manifestar valores inferiores a $p = 0.05$. Las especies más abundantes son; pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), paloma de collar (*Streptopelia risoria*), zopilote común (*Coragyps atratus*) y cuervo (*Corvus corax*) en ambas estaciones. De acuerdo con el Índice de similitud de Jaccard por transecto presenta una baja similitud con un promedio del 27 %. Los transectos con mayor diversidad de las dos estaciones (primavera y verano) comparten la siguiente vegetación dominante Maguey Verde (*Agave gentryi*), Tatalencho (*Gymnosperma glutinosum*), Gatuño (*Mimosa aculeaticarpa*), Huizachillo (*Vachelia vernicosa*) y Maguey pulquero (*Agave atrovirens*).

Palabras claves: Aves, diversidad, similitud ecológica, estacionalidad, Índice de valor de importancia, Shannon-Wiener.

ABSTRACT

In the present study, the diversity of bird species was evaluated in order to compare two seasons of the year, spring and winter 2021, in a fraction of the Concepción del Oro sub-basin, Zacatecas. The transect method was used, which consisted of establishing 10 transects with lengths of 500 m with 3 circular sites of 30 meters in diameter with a separation of 150 meters along each transect, for the registration was made with Bushnell binoculars. (10x42). The identification of the birds was carried out with the support of field identification guides (Kaufman Field Guide to Birds of North America); 318 individuals corresponding to 40 species were recorded in spring, while 212 individuals of 34 species were recorded in summer. The two stations present a total of high diversity through the Shannon-Wiener Index with 3.18 for spring and 3.27 for summer. The both seasons present a high equity, with 0.74 to spring and 0.76 in summer. Diversity and equity values were obtained per transect: In spring, an average diversity of 1.70 and an average equity of 0.46 were presented; for the summer season it presents an average diversity of 2.20 and an average fairness of 0.62. The Index showed significant differences using the Student's t test when showing values lower than $p = 0.05$. The most abundant species are; House Finch (*Haemorhous mexicanus*), Collared Dove (*Streptopelia risoria*), Black Vulture (*Coragyps atratus*) and Common Raven (*Corvus corax*) in both seasons. According to the Jaccard similarity index per transect, it presents a low similarity with an average of 27%. The transects with the greatest diversity of the two seasons (spring and summer) share the following dominant vegetation: Maguey Verde (*Agave gentryi*), Tatalencho (*Gymnosperma glutinosum*), Gatuño (*Mimosa aculeaticarpa*), Huizachillo (*Vachelia vernicosa*) and Maguey pulquero (*Agave atrovirens*).

Key words: Birds, diversity, ecological similarity, seasonality, importance value index, Shannon-Wiener.

1. INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica de México es una de las más ricas, considerada como uno de los siete países “megadiversos” del planeta, con una gran riqueza de especies de aves ocupando el primer lugar en Norteamérica con 1107 especies, que se agrupan en 26 órdenes y 95 familias y es el doceavo a nivel mundial (PROFEPA, 2019).

La importancia de las aves en la estructura de los ecosistemas, sus interesantes conductas y la facilidad con la que son observadas, las han hecho un grupo clave en el desarrollo de las conciencias biológicas; por lo que la presencia de aves en los hábitats está estrechamente relacionada como indicadores de perturbación al ser especies altamente sensibles a alteraciones y/o cambios del hábitat (Navarro-Sigüenza *et al*, 2014).

La presencia de aves que permanentemente o eventualmente se encuentra dentro de una fracción de la subcuenca Concepción Del Oro, Zacatecas. Resultan influenciadas a generalmente atraídas por condiciones tales como; el alimento, el clima, el agua, las migraciones y lugares de descanso que puedan ofrecer zonas de anidamiento (Elías-Cruzado, 2019).

En la actualidad el cambio de uso de suelo es una de las actividades que más ha influido en el desarrollo de la sociedad y el crecimiento económico en las regiones del norte de México. Las estrategias gubernamentales empleadas parten de una visión correctiva del daño ambiental y no preventiva, la cual implica no evitar los daños ambientales, sino a segura que quienes lo provocan realicen medidas de mitigación (Sariego, 1994).

El interés en el estudio de las aves en México ha sido progresivo en los últimos años, aún existen estados y regiones de la república mexicana que carecen de información precisa sobre la biodiversidad de aves con la que cuentan. (Arizmenti & Laura, 2000).

De acuerdo a Rojas-Soto y de Ita, (2005), debido al incremento en la red de carreteras y caminos transitables, la accesibilidad a los sitios poco o no inventariados, ya no es una razón que justifique su grado de desconocimiento de las áreas de distribución de las especies, información sobre su ecología y sus respuestas a impactos, las cuales se pueden proporcionar como unas herramientas a la hora de tomar decisiones para la conservación de áreas en aquellos lugares poco estudiados.

Por lo tanto, la conservación y el manejo de la diversidad biológica a largo plazo es de gran importancia para los mexicanos de las generaciones actuales y futuras, la cual es considerada como la base central de la ecología y la biología, debido a que permite describir, comparar y relacionar el funcionamiento de los ecosistemas (Salas & Ortega, 2005). Dar un seguimiento periódico de cómo se comporta el ecosistema en el cual se encuentra inmerso la empresa, prestando atención a los factores abióticos (temperatura, aire, luz, suelo y humedad) y a los bióticos (animales y plantas). Con la finalidad de planificar un buen manejo para la conservación de especies y así poder ejecutar las mediciones necesarias, determinar los cambios relevantes y planear las medidas correctivas pertinentes cuando sea necesario (Flores & Gerez, 1994).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar la Diversidad, de Aves, en dos estaciones primavera y verano del año 2021, en una fracción de la subcuenca “Concepción Del Oro” Concepción Del Oro, Zacatecas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la diversidad de aves en las estaciones primavera y verano, y por transecto.
- Comparar los valores de diversidad de aves entre ambas estaciones y por transecto.
- Determinar la abundancia relativa en las estaciones primavera y verano.
- Comparar el grado de similitud de las especies entre las estaciones primavera y verano.
- Relacionar la diversidad de aves y el Índice de valor de importancia por transecto.

1.2 Hipótesis

Ho: No existen diferencias significativas en la diversidad de aves entre las estaciones evaluadas.

Ha: Existe diferencias significativas en la diversidad de aves entre las estaciones evaluadas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Fauna silvestre

La Ley General Del Equilibrio Ecológico y La Protección Al Ambiente (LGEEPA 2000), organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural, las cuales viven en condiciones naturales en territorios nacionales y no requieren el cuidado del hombre para su supervivencia, así como poblaciones que se encuentren bajo el cuidado del hombre que por abandono se tornen salvajes (ferales).

Gallina y López (2011), define a la fauna silvestre como: especies animales que viven libremente y fuera del control del ser humano, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural, cuyas poblaciones habitan temporal o permanentemente en el territorio nacional y que se desarrollan libremente, desde los invertebrados más pequeños hasta los vertebrados más grandes.

La fauna típica que se encuentra en el área de estudio corresponde al del tipo de vegetación del semidesierto. El tipo de vegetación predominante es el matorral xerófilo, el cual es característico de amplias áreas del Altiplano, desde el estado de Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Guanajuato, Hidalgo y el estado de México, prolongándose aún más al sur en forma de faja estrecha a través de Puebla hasta Oaxaca. Además, constituye la vegetación de una parte de la Planicie Costera Nororiental, desde el este de Coahuila hasta el centro de Tamaulipas, penetrando hacia muchos parajes de la Sierra Madre Oriental (Morrone, 2019).

2.3 Biodiversidad

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2020) lo define como la variedad de la vida, abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.

La variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas (Moreno, 2001).

Ante la acelerada transformación y cambio de los ecosistemas naturales, el análisis de la biodiversidad resulta ser conveniente, por el simple hecho que con la ayuda de los análisis permite monitorear el efecto de los cambios en el ambiente, con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (Moreno, 2001).

Las aves son un gran grupo de vertebrados más diversos. Gracias a su gran adaptación, ocupan prácticamente todos los ambientes de nuestro planeta, no es de extrañar que las aves sean una parte esencial de la historia y la vida cultural de México. Por su importancia ecológica y por el interés que despiertan en actividades cinegéticas y ecoturísticas, las aves son quizás el grupo biológico mejor conocido y apreciado de la biodiversidad por su riqueza y endemismo, contribuyendo a que México sea considerado un país megadiverso (Berlanga *et al*, 2015).

México cuenta entre 1123 a 1150 especies, cerca de 11 % del total mundial. Las cuales el 77 % de las especies se reproducen en México y la mayor parte son especies residentes permanentes, seguidas por especies visitantes en la estación de invierno y las migratorias de paso. Las aves han sido un grupo muy utilizado para el desarrollo de diversas áreas de la ciencia. Por ello, el conocimiento detallado de

los patrones de su diversidad es importante, ya que además han sido el grupo modelo para la implementación de estrategias de conservación a nivel nacional e internacional (Navarro-Sigüenza *et al*, 2014).

Desde épocas remotas la gente ha observado con interés la aparición de desaparición temporal de muchas especies de aves, pero hoy en día sabemos que el factor principal de la conducta migratoria de las aves, es los cambios estacionales y la disponibilidad de comida en algunas épocas del año. Además de su conducta y belleza, las aves han sido consideradas agoreras (anunciantes o predicadores) de las estaciones. Considerado símbolo de fuerza, fertilidad y riqueza, lo cual es difícil encontrar localidades en nuestro país menor de 35 especies (Berlanga & Rodríguez, 2010).

2.4 Importancia ecológica de la avifauna

Las aves se encuentran en los grupos biológicos frecuentemente seleccionados a nivel mundial para actividades de monitoreo. Debido, que este grupo suele ser relativamente fácil de realizar y requiere una baja inversión, lo cual permite reunir información acerca de múltiples especies con requerimientos ecológicos variados y se encuentran presentes en prácticamente en casi todos los tipos de hábitats (Ortega-Álvarez *et al*, 2015).

Al formar parte de los ecosistemas, son indispensables para mantener la salud de los mismos a través los servicios ambientales que prestan en los lugares donde viven y también a lo largo de sus rutas migratorias. El conocimiento de biodiversidad de las aves es importante para el registro de la diversidad, ofreciendo oportunidades para el desarrollo de ecoturismo, Investigación y su conservación. Favoreciendo los propósitos educativos ambientales, busca producir conciencia, lo cual se logra con base al conocimiento de los ecosistemas (Perdomo *et al*, 2018).

Lo cual conlleva a la implementación del monitoreo biológico, con la finalidad de determinar la variedad de sus poblaciones a lo largo del tiempo, representándose

como una herramienta fundamental para entender los procesos ecológicos, la evaluación de la biodiversidad y establecimiento de estrategias de conservación (Pereira & Cooper, 2006).

Considerando como organismos de vital importancia para el funcionamiento ecosistémico, desde su comportamiento y naturaleza ecológica en el mantenimiento de la vida. Siendo también que son organismos clave para que perduren los servicios ecosistémicos de los cuales se benefician los humanos (regeneración de bosque, recolección de alimento, maderas, bienestar, entre otros), por lo tanto, las aves y sus funciones ecológicas permiten posicionarlas como organismos de gran importancia que deben ser trabajados desde la Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental (Gómez & Velázquez, 2020).

Las aves son indispensables para mantener la salud de los ecosistemas, “controlan plagas y vectores de varias enfermedades al consumir enormes cantidades de insectos y roedores, facilitan la descomposición y el reciclaje de los nutrientes al alimentarse de carroña, polinizan las flores y dispersan las semillas de muchas especies de plantas” construyen cavidades con sus nidos en árboles o en el suelo, que para otras especies de vida silvestre lo aprovechen, así como también responden a cambios positivos como puede ser acciones de mitigación y restauración realizadas por ser humano, lo cual ayuda a planificar y evaluar con el tiempo, la eficacia de las medidas de conservación aplicadas (Berlanga *et al.* 2010).

Consideradas como indicadores, dado que la “disminución de una especie común o de la región es un importante indicador del deterioro o perturbación del ambiente donde se encuentra, en comparación de otro que no ha sido perturbado” y se encuentren gran diversidad de aves (Maruri-Aguilar *et al.*, 2013).

2.5 Importancia de la relación entre la avifauna y la vegetación.

Las aves son un grupo ecológicamente, con una gran sensibilidad a los cambios ambientales. Entre los factores ecológicos más importantes se encuentra la

estructura del hábitat, que describen la estructura vegetal y la disponibilidad de alimento como flores, frutos y la abundancia de presas dentro del hábitat, habitados por diferentes tipos de aves. Estos cambios en la estructura de la vegetación pueden favorecer o perjudicar a distintos grupos de aves, de esta manera, las aves sirven como especies indicadoras de la capacidad del área para albergar fauna nativa (Hernández-Martínez *et al*, 2008).

Respondiendo de manera incitativa a cambios en el área, un patrón bien documentado es la correlación entre el volumen de la vegetación nativa con la presencia de aves propias del lugar. La respuesta de las aves asociada a las perturbaciones humanas varía según las especies, siendo que en algunas situaciones las aves se habitúan a los impactos, mientras que en otras abandonan las zonas antropogenizadas o simplemente se extinguen (Salas-Correa, 2018).

Numerosos estudios demuestran que la estructura física de la vegetación y la composición florística muestran una estrecha relación con las aves, influyendo en la composición y abundancia de las aves, en medida por su compunción de recursos como son los alimentos y sitios de anidación con la protección contra climas adversos y la predación (Cueto, 2005).

Por ello, estudios de medición de diversidad se deben considerar la composición y estructura vegetal, las cuales están ligadas con la disponibilidad de recursos alimenticios y con la heterogeneidad ambiental que en conjunto determinan la distribución de las aves. Por lo tanto, es primordial estudiar el uso de hábitat y la distribución de este grupo taxonómico en condiciones de perturbación (Ugalde - Lezama *et al*, 2009)

2.5.1 Distribución de la fauna en relación con los principales tipos de vegetación en México

De acuerdo a González-Romero (2011), la correlación fauna-vegetación no resulta fácil de hacer, por lo cual la clasificación utilizada por los ingenieros forestales para

una exploración de la fauna dependerá del tipo de vegetación representativo, tal ejemplo es el caso de las zonas áridas:

Especies características de las zonas áridas

Borrego cimarrón.....	(<i>Ovis canadensis</i>)
Berrendo	(<i>Antilocapra americana</i>)
Venado bura	(<i>Odocoileus hemionus</i>)
Jabalí de collar	(<i>Pecarí tajacu</i>)
Gato montés	(<i>Lynx rufus</i>)
Tlalcoyote	(<i>Taxidea taxus</i>)
Coyote	(<i>Canis latrans</i>)
Liebre cola negra	(<i>Lepus californicus</i>)
Codorniz de California	(<i>Callipepla californica</i>)
Codorniz escamosa	(<i>Callipepla squamata</i>)
Paloma de alas blancas	(<i>Zenaida asiática</i>)
Huilota	(<i>Zenaida macroura</i>)

Las especies mencionadas, son las más representativas en el tipo de vegetación en zonas áridas.

2.6 Diversidad de especies

El concepto de diversidad de especies se define como la riqueza o el número de especies que se tiene de estas dentro de un hábitat o una región, es decir, los tipos de animales y plantas (especies u organismos distintos) que existen en un territorio (CONABIO, 2022)

Para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad, para ello existen diversos métodos y estimadores para medir la diversidad biológica. Lo cual están referidos al nivel ecológico, es decir, a la diversidad dentro el hábitat y entre hábitat (Ñique, 2010). Se divide en dos componentes principales. El primer hace referencia al número de especies presentes en la comunidad y se denomina riqueza

de especies. “El segundo es la equidad, que describe cómo se distribuye la abundancia entre las especies que integran la comunidad” (López-Rodríguez, 2015). Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e Índices de equidad (Moreno, 2001)

2.6.1 Índice de Shannon

Índice de equidad, “indica el grado de uniformidad con el que están representadas las especies (en términos de abundancia) considerando todas las especies muestreadas” (Carranza *et al*, 2018).

Toman en cuenta el valor de importancia de cada especie. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están presentadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

El resultado se expresa con un número positivo, cuyos valores varían generalmente entre 1 y 5 en la mayoría de ecosistemas naturales. Sin embargo, pueden encontrarse valores mayores o menores dependiendo del tipo de ecosistema (Moreno, 2001).

2.6.2 Equidad

La equidad se define como el grado de uniformidad (homogeneidad, similitud o uniformidad de las abundancias). Refleja el grado en el que una o varias especies son mucho más numerosas que el resto de la comunidad (López, 1996).

López (1996), propuso que en ambientes favorables la diversidad varía en función de los cambios en la riqueza, y en ambientes rigurosos las variaciones de la diversidad están determinadas por cambios en la equidad.

El Índice de equidad de Shannon – Wiener es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad deben estar presentes en la muestra (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

2.6.3 Índice de valor de importancia

El Índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, con base en tres parámetros principales: dominancia (cobertura o área basal), densidad y frecuencia. Lo cual se obtiene con la suma de los tres parámetros mencionados. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal (Aguirre, 2013).

El Índice de valor de importancia es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el IVI, es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del IVI debe ser igual a 300 (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran, 1988).

2.6.4 Índice de similitud de Jaccard

Es utilizado para comparar comunidades con atributos similares, también son útiles para comparar las comunidades de plantas de estaciones diferentes o micrositios

con distintos grados de perturbación (por ejemplo: bosque perturbado y bosque poco perturbado) (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Existen muchos índices, pero los índices más antiguos siguen siendo los más utilizados; entre estos están el Índice de Jaccard, las cuales pueden ser calculados con base en datos cualitativos (presencia/ausencia) o datos cuantitativos (abundancia) (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

2.8 Muestreo de aves

Los ornitólogos (profesionales del estudio de las aves) han usado una variedad de técnicas para estimar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las poblaciones de aves. Pero los tres métodos más usados: puntos de conteo, en trayectos y redes de niebla, son los tres métodos más usados, sin embargo, el último no incluye el uso de sonidos, por lo cual las dos primeras técnicas son más eficientes porque hacen uso de las vocalizaciones, siendo estas el medio más eficiente para contabilizar las especies de aves (Gallina & López, 2011).

González-García (2011), nos dice que existen diversas técnicas de campo para obtener información sobre la presencia y abundancia de las poblaciones, o para medir la riqueza de especies de aves del área. Estas técnicas son clasificadas como métodos de conteo directo y métodos de conteo indirecto.

2.8.1 Métodos indirectos

En el caso de los métodos indirectos se han empleado varios, entre los que destaca: conteo de madrigueras, cantos, huellas y excrementos, entre los principales.; los dos últimos son más empleados con venados, nos permite para confirmar presencia de grupos familiares, éxito reproductivo y estimar los números presentes en el área. En cuanto eficiencia debido a recursos económicos son menos eficientes (Mandujano, 2011)

2.8.2 Métodos directos

Para especies de hábito diurno, las técnicas de observación directa pueden ser una buena opción. Los principales métodos de muestreo utilizan transectos, puntos de conteo, lo cual consiste en contar a todos los individuos de una población mediante un censo. Estos métodos son útiles para determinar abundancia y variabilidad de las especies. Los muestreos deben repetirse en el tiempo, utilizando los mismos transectos o puntos de conteo (marcar con GPS), para determinar cambios en la abundancia de las especies durante el año y entre años (De la Maza & Bonacic, 2013)

Sin embargo, Gallina y López (2011), expresa que no existe ningún método que brinde los mejores resultados. Cada método tiene ventaja y limitaciones que deben considerarse. La selección de determinado método depende de los objetivos para lo cual se quiere conocer la densidad y de las limitaciones de tiempo y costo. Para una correcta selección de los métodos se debe tener el conocimiento de las características físicas y de la biología de las especies que se desea estudiar. Tomando en cuenta los patrones de actividad diaria y estacional.

2.9 Técnicas de muestreo

De la Maza y Bonacic (2013), argumenta que existen varios criterios que pueden permitir seleccionar un método, entre los que destacan: las facilidades del trabajo de campo, el tiempo disponible, la experiencia del personal, el presupuesto asignado, el acceso a equipo y programas de cómputo, y la habilidad del personal para el manejo de este, entre otros.

2.9.1 Método de Censo

- Características: Contar todos los individuos (de una o varias especies) presentes en un lugar específico.
- Objetivo: Determinar tamaño poblacional

- Tipo de aves: Para aquellas aves diurnas de tamaño medio a grande, cuyas poblaciones se agrupan en un hábitat determinado que posee una buena visibilidad y que permite detectar a todos los individuos presentes.

2.9.2 Método de transecto

- Características: Registrar todos los individuos observados o escuchados durante un recorrido lineal.
- Objetivo: Determinar riqueza, abundancia relativa y/o densidad de especies.
- Tipo de aves: Para aves diurnas en un hábitat abierto que permita un recorrido lineal y con buena visibilidad.

2.9.3 Puntos de conteo

- Características: Registrar todos los individuos observados y escuchados durante un tiempo predefinido en un área circular de radio predeterminado.
- Objetivo: Determinar riqueza, abundancia relativa y densidad de especies.
- Tipo de aves: Para aves de todo tamaño que están presentes en hábitats de vegetación densa, donde el recorrido lineal es dificultoso y existe una baja visibilidad. Eficiente para aves críticas de menor actividad y vocalización.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del sistema ambiental.

3.1.1 Localización

El área de estudio, se localiza al Noreste del Estado de zacatecas: 24° 35'32" Latitud Norte y 20°33'28" Longitud Oeste; con una altura media de 2400 y 3000 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte y noreste con el Estado de Coahuila, al sur y al sureste con el Municipio de Mazapil, y al sureste y este con el Municipio de el Salvador y con el Estado de San Luis Potosí; con una distancia aproximada de 260 kilómetros con la Capital del Estado.

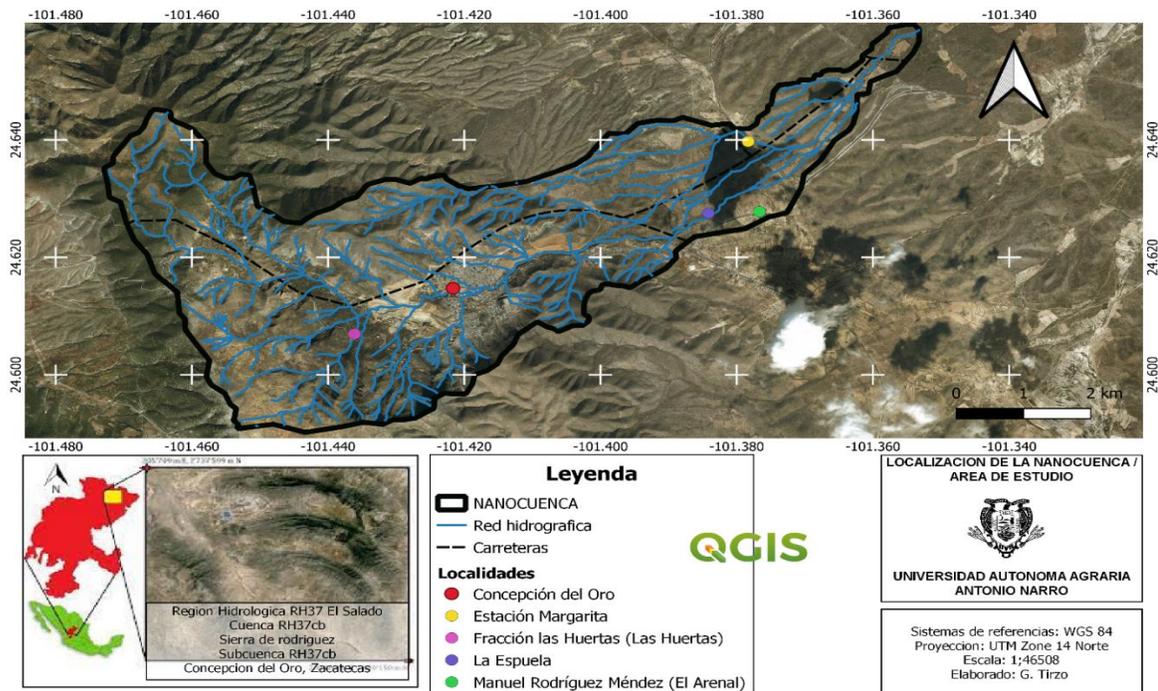


Figura 1. Delimitación de área de estudio e hidrología en el área de influencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas. **Elaboración propia:** Mediante el conjunto de datos cartográficos.

3.1.2 Clima

Cuenta con climas secos y en menor proporción el clima templado. La temperatura media anual es mayor de 18°C, siendo junio el mes más caliente y enero el más frío. Lo cual el área de estudio comprende de dos tipos de climas, predominando un clima semiseco templado en parte central, por otro lado, las partes bajas comprenden de climas. Caen aproximadamente 400 milímetros (mm), en promedio de lluvia al año, sobre todo en verano (INEGI, 2008).

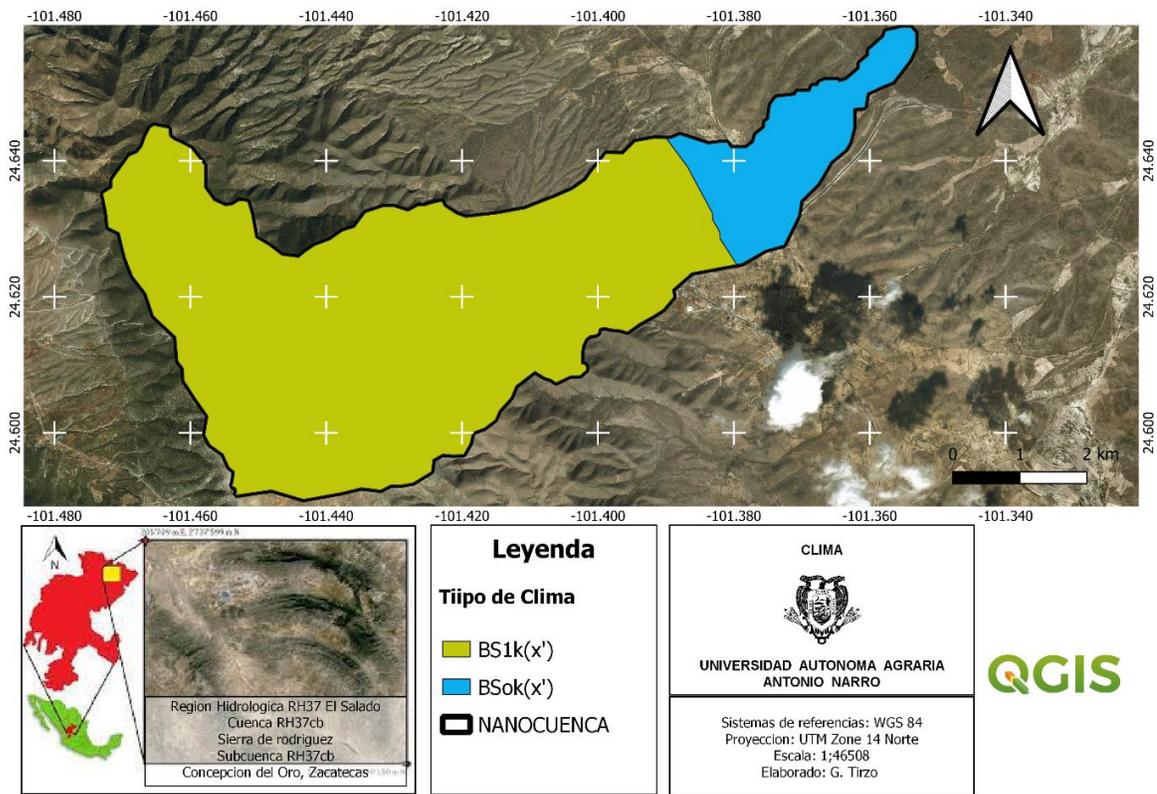


Figura 2. Unidades climatológicas en el área de influencia en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas. **Elaboración propia:** Mediante el conjunto de datos vectoriales de unidades climatológicas a una escala 1:1, 000, 000 (INEGI,2008).

3.1.3 Vegetación

Las áreas vegetales que predominan en el área de estudio son el matorral desértico Rosetófilo, seguidos de 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 (INEGI, 2018)

Las cuales localizan plantas que agrupan sus hojas en roseta (acomodadas alrededor de un eje); domina la vegetación típica del semidesierto, predomina: la gobernadora, palma china, mezquite, costilla de vaca, candelilla, lechuguilla, nopal, biznaga, maguey, huizache, yucas, guayule y soto; en las partes altas se encuentran diferentes variedades de pino, además se practica la agricultura (INAFED, 2002).

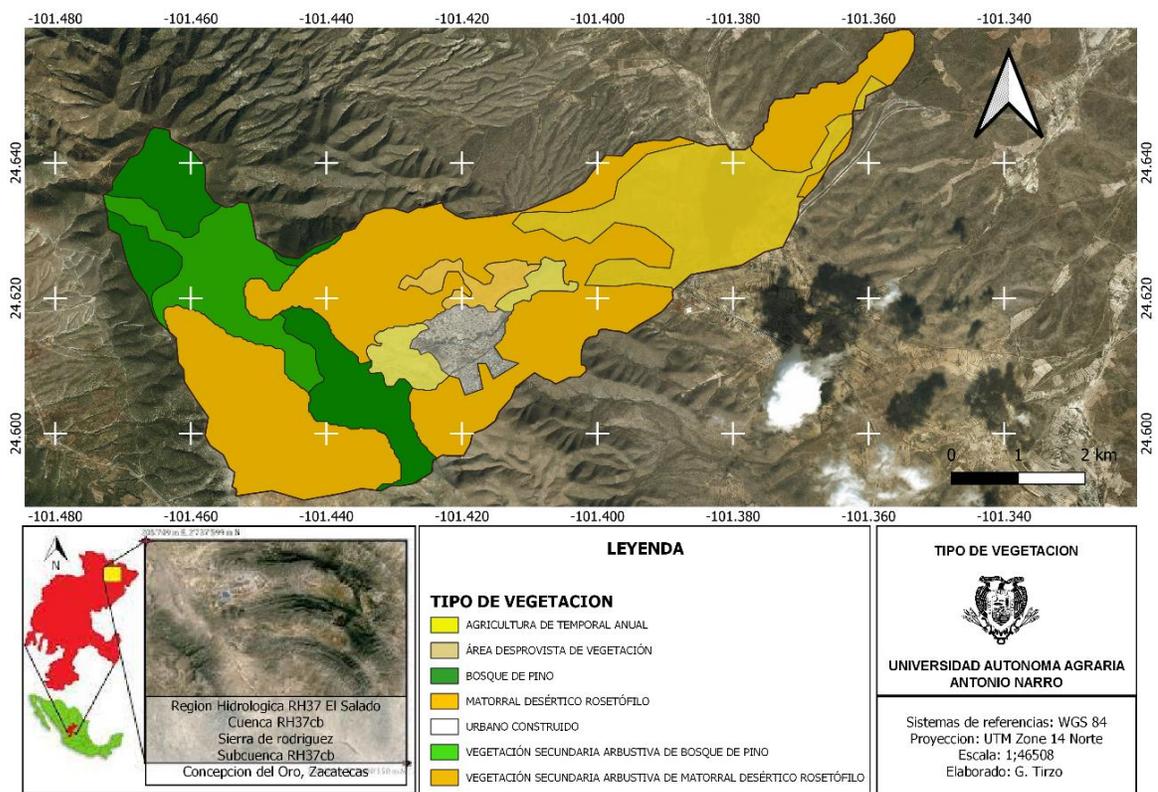


Figura 3. Uso del suelo y vegetación en el área de influencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas. **Elaboración propia:** Mediante el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación a una escala 1:250, 000 (INEGI,2018)

3.1.4 Edafología

El área de estudio cuenta con dos tipos de unidades edáficas, la principal es el tipo xerosol cálcicos (Suelos propios de las zonas semiáridas) desarrollado en clima seco (BW y BS) y litosol que son Suelo con profundidad menor a 10 cm y extremadamente pedregoso (CONABIO, 2008)

La configuración orográfica es montañosa y las llanuras son generalmente áridas, no obstante, los suelos son aptos para la ganadería y de cierta fertilidad agrícola, pues son en su mayoría tierras de temporal.

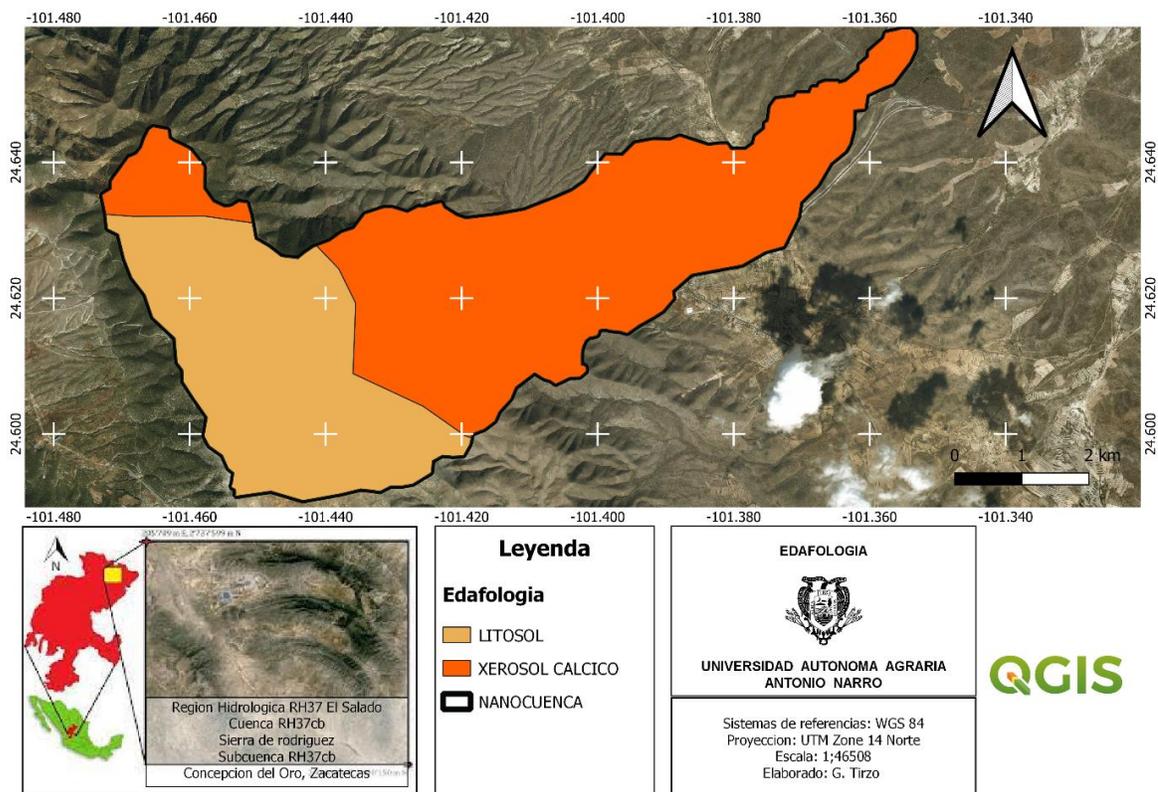


Figura 4. Unidades edafológicas. en el área de influencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas. **Elaboración propia:** Mediante el conjunto de datos vectoriales edafológico, a una escala 1:1, 000,000 (CONABIO,2008)

3.1.5 Fauna

La zona cuenta con diferentes tipos de especies debido al tipo de vegetación que se presenta lo cual proporciona una gran variación de especies las cuales las más representativas son las ardillas, conejo, rata, tachalote, coyote, liebre, mapache, tlacuache, jabalí de collar, puma, venado cola blanca, gato montés o lince, cacomixtle, tejón, zorra gris, zorrillo listado, puerco espín, serpiente, guajolote silvestre y otras aves, algunos insectos como chapulín y grillo, además de tarántulas (INAFED, 2002).

3.2 Método de muestreo utilizado

Para registrar el número de especies de aves y su abundancia se utilizó el método de detecciones visuales y auditivas, que consiste en registrar las aves que se observan directamente o por medio de binoculares y por medio de la detección de sus cantos.

Se establecieron 10 transectos con longitudes de 500 m con 3 sitios circulares de 30 metros de radio con una separación de 150 metros a lo largo del cada transecto (Figura 5). Las cuales fueron distribuidos selectivamente mediante los diferentes tipos de vegetación para obtener mayor diversidad de especies y representación del área.

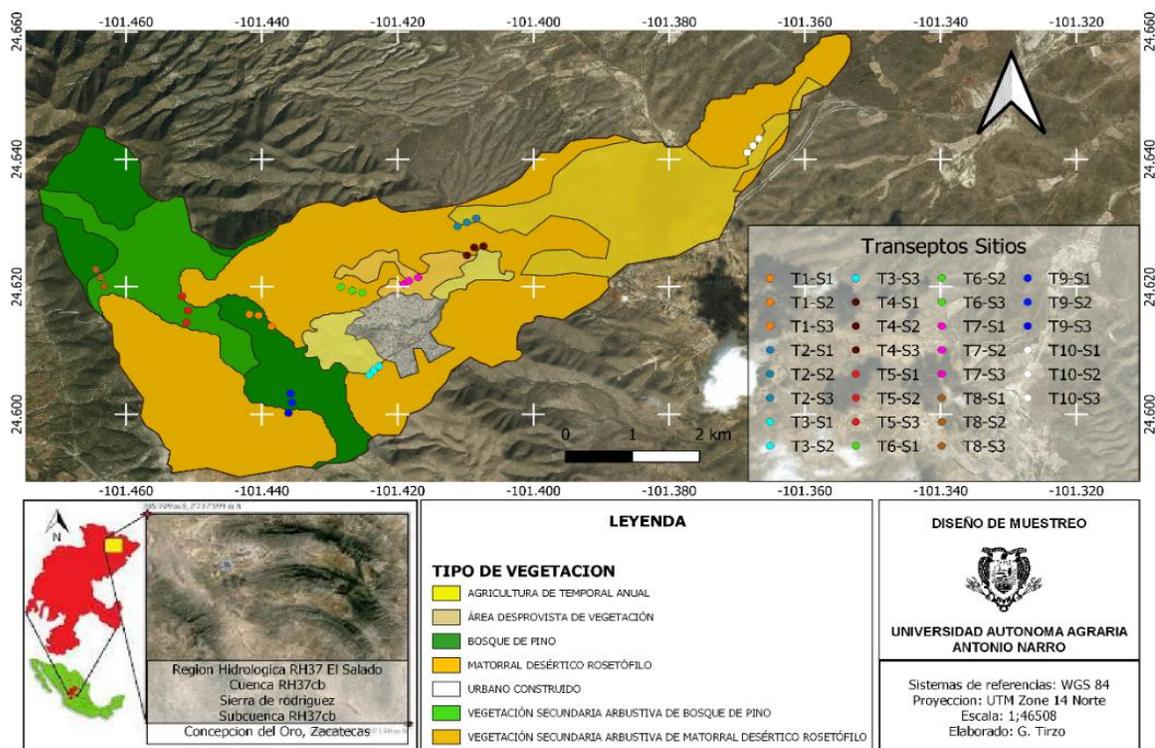


Figura 5. Ubicación de los transectos y sitios de muestreo, en el área de influencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas: **Elaboración propia:** Mediante el conjunto de datos vectoriales de Uso de suelo y vegetación a una escala 1:250, 000 (INEGI,2018).

3.2.1 Técnica de muestreo

Los recorridos se iniciaron en un horario de 05:00 am a 09:00 am, ya que de acuerdo a Aguirre (2013), las aves son más activas por la temporada de reproducción que son en primavera y otras en verano. El esfuerzo de muestreo fue de 5 días, puesto que las aves pueden migrar o cambiar sus hábitos alimenticios. El muestreo de las aves consistió en registrar y contar las aves que fueron observadas por medio de binoculares Bushnell 10x42 dentro y/o fuera del sitio de muestreo (de 30 m de radio), o si se observaron volando sobre este (de paso), en un periodo de 15 minutos (Figura 6).

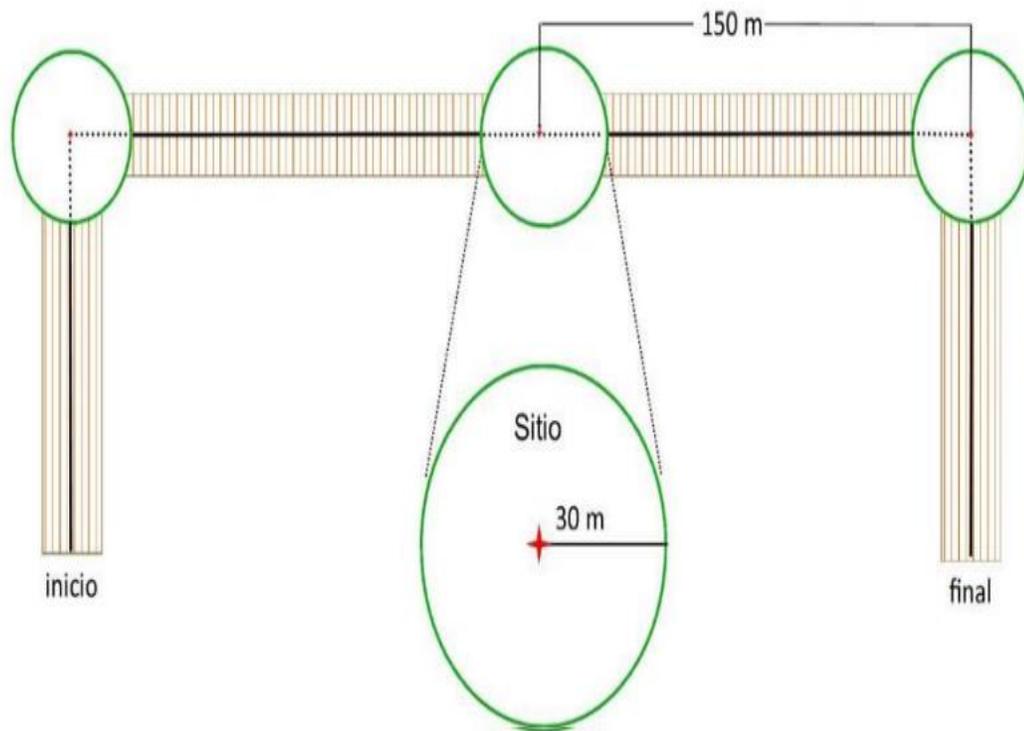


Figura 6. Diseño de los sitios de muestreo. **Elaboración Propia:** La imagen hace referencia al diseño de muestreo utilizado en campo.

Para la identificación de las aves se tomaron en consideración los siguientes elementos;

Visuales

- Tamaño relativo
- Silueta y forma
- Posición de percha
- Forma del pico, tipo de patas y cola
- Colores y patrones de color en las plumas y otras partes del cuerpo.
- Hábitat (amplitud en su distribución y tipo de vegetación donde se encuentra comúnmente)

Auditivas

- Cantos y llamados

Así mismo se tomaron fotografías de los individuos con una cámara fotográfica cuando las aves se encontraban perchadas (posando). Posteriormente, con la fotografía tomada de los individuos o por observación directa se hizo la identificación con apoyo de las guías de identificación de campo (Kaufman guía de campo de las aves de Norteamérica).

3.2.2 Muestreo de la vegetación

Para determinar la cobertura que conforma cada uno de los sitios, se utilizó el método de los cuadrantes, siendo este el más común y empleado en el muestreo de vegetación. Se estableció y evaluó 21 sitios de 100 m² (10x10) para el estrato arbóreo y arbustivo. Lo cual consistió en ubicar el punto central del sitio mediante el sistema de coordenadas para medir 5 metros en los cuatro vértices (Figura 7) y conformar un cuadrante de 100 m², para las herbáceas se establecieron parcelas de 1 m².

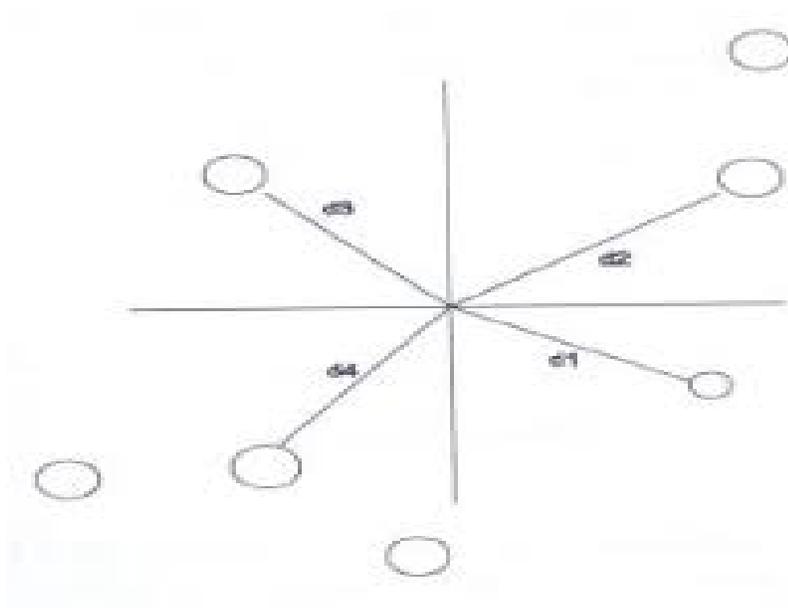


Figura 7. Cuadrantes de muestreo. Elaborado por (Mostacedo y Fredericksen, 2000) Nota: la imagen hace representación al tipo de muestreo de cuadrante, para tener una mejor referencia.

3.3 Análisis de datos

El muestreo fue realizado en dos estaciones del 2021 (primavera y verano), para la captura de datos se utilizó un formato de campo con los siguientes datos: estación, tipo de especies, número de transectos, número de sitios, coordenada de ubicación UTM proyectadas con el Datum WGS 84.

Los cálculos de diversidad, así como los demás parámetros que se realizaron, se determinaron mediante la herramienta de Excel y programa PAST (Paleontological Statistics) Versión 1.0.

3.3.1 Intensidad de muestreo

Para poder comprobar que el esfuerzo de muestreo es adecuado, se recurrió al uso de curvas de acumulación de especies, la cual se representa gráficamente como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo y cuando se comporta de manera asintótica, nos indica que el muestreo ha sido realizado correctamente (Carranza *et al*, 2018).

Los valores esperados que generan los estimadores, se pueden utilizar como medidas de diversidad, aunque es conveniente su utilización para determinar la eficacia de los muestreos realizados. El criterio por el cual la metodología empleada es fiable y representa la diversidad de un sitio concreto es obtener en torno al 85% de las especies esperadas tras un muestreo (Villareal *et al.*, 2004).

3.3.2 Índices de diversidad

Los índices de diversidad es un parámetro que nos permite medir la riqueza de organismos, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Lo cual se mide a través de dos métodos: la riqueza específica, basada en la cantidad de especies presentes, y la estructura que mide la distribución proporcional del valor de importancia, la cual es clasificada en la dominancia y en equidad de la comunidad (Moreno, 2001). Las estimaciones se realizan a través de diferentes índices, los más usados son el de Shannon- Wiener y el de Simpson.

Castro (2013), menciona que una de las ventajas de los índices, es resumir mucha información en un solo valor, la cual nos permite realizar comparaciones rápidas y sujetas a comparaciones estadísticas de la diversidad de hábitat distintas o de un mismo hábitat a través del tiempo.

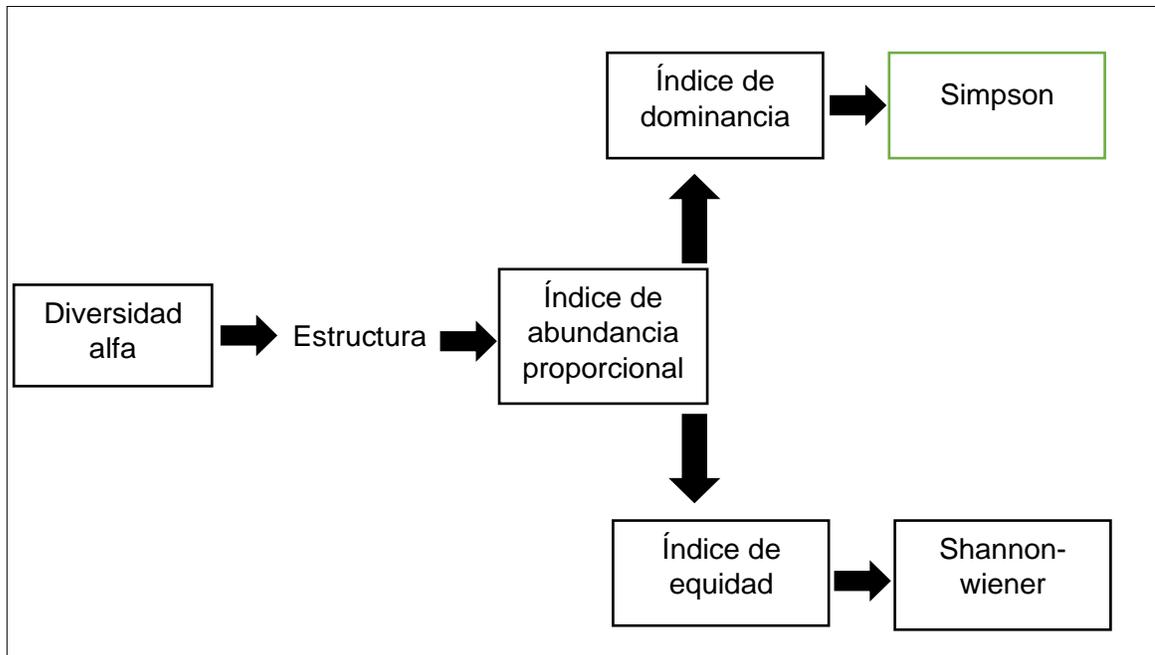


Figura 8. Métodos utilizados para evaluar la diversidad alfa. Nota: Cuadro de la diversidad alfa descrito por Moreno, (2001) (Elaboración propia).

3.3.3 Índice de Shannon-Wiener (H')

El Índice de Shannon- Wiener (H') contempla la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presentes en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Magurran, 1988). La mayor limitante es que no contempla la distribución de las especies en el espacio. Este índice tiene como valores de referencia a 1 como baja diversidad y 5 como alta diversidad, ocasionalmente existe ecosistemas que pueden tener valores mayores (Bosques, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas) (Moreno, 2001).

La interpretación de este índice se hizo en base a lo sugerido por Magurran (1988), quien indica que los valores menores a 1.5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3.1 como de diversidad alta. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo.

La fórmula que se aplica es el siguiente:

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

Donde:

H'= Índice de Shannon-Wiener

p_i = Proporción o abundancia del número de individuos de la especie **i** con respecto a **N** obteniendo **p_i** de la división del número de individuos de una especie con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies; realizando la misma operación para cada una de las especies.

ln = Logaritmo natural

3.3.4 Equidad

La equidad (E) es la distribución para determinar qué tan uniforme está distribuido los individuos entre especies. Se puede medir al comparar la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima (**H' max**) posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Aguirre, 2013).

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

J' = Índice de Equidad de Shannon-Wiener

H' = Índice de Shannon-Wiener

H'_{\max} = máxima diversidad posible

Para hacer uso de la equidad se trabaja de la siguiente fórmula:

$$E = H / \ln S$$

Donde:

E = equidad

H = diversidad

ln (S) = logaritmo natural del número total de especies existentes del área.

La equidad se acerca a 0 cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Moreno, 2001)

3.3.5 Índice de abundancia relativa

De acuerdo a Fernández (2005), el Índice de abundancia relativa (AR) es utilizado para determinar los individuos presentes en un área con relación a la otra y abundancia animal. La cual se obtiene por medio de un conteo incompleto que generalmente no detecta a todos los individuos presentes en el área estudiada.

Magurran (1998), expresa que al medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar especies, que por representar un bajo número de individuos en el área o la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. La evidencia de la presencia de una especie, estará ausente en área donde su frecuencia será diferente a cero y aumentará a medida que el tamaño de la población sea mayor.

La abundancia relativa se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Ar = \frac{ni}{N} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa (%)

ni = Número de individuos registrados por especie

N = Número total de individuos de todas las especies

3.4.6 Coeficientes de similitud de Jaccard

Ha sido utilizado especialmente para comparar comunidades con atributos diferentes, en este caso se utilizará para determinar el grado de similitud o disimilitud ecológico en dos estaciones diferentes en la misma área (Moreno, 2001). Se calcula de la siguiente fórmula:

$$Ij = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

Ij = Índice de Similitud de Jaccard.

a = Número de especies de la muestra A.

b = Número de especies de la muestra B.

c = Número de especies en común.

El intervalo de valores para este Índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

3.4.7 Índice de valor de importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia (IVI), indica que tan importante es una especie dentro de la comunidad. Las especies que tienen el IVI más alto significa que es dominante ecológicamente. Este índice sirve para comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. Para calcular este parámetro se utiliza el DR, FR y DmR (Aguirre, 2013), utilizando la fórmula:

Índice Valor Importancia (IVI) = (Densidad Relativa + Dominancia Relativa + Frecuencia Relativa) /3

Donde se obtuvo la dominancia de la siguiente fórmula:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Area basal de una especie}}{\text{Area muestreada}}$$

El área basal se obtuvo de la siguiente fórmula:

$$DR = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

Lo cual la densidad relativa se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{No. de individuos de cada especie}}{\text{Area muestreada}}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{No.de cuadros en los que se representa cada especie}}{\text{No.total de cuadros muestreados}}$$

Los valores resultantes pueden variar entre 0 a 1 o de 0 a 100 %

Se aplicó una comparación de medias, para los índices de diversidad en cada una de las estaciones, con la finalidad de poder determinar si las estaciones presentan diferencia estadísticamente significativa.

La prueba de t de Student para muestras relacionadas (pareadas), es una prueba de comparación de dos muestras relacionadas, su función es comparar dos mediciones de puntuaciones (medias aritméticas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (que la diferencia sea estadísticamente significativa). Esta situación se encuentra, en los diseños pareados, diseños en los que la diversidad se determinó en los mismos transectos antes y después de una determinada intervención (Hurtado & Silvente, 2012).

Nivel de significancia: Para todo valor de probabilidad igual o menor que $\alpha=0.5$ se acepta la hipótesis H_a y se rechaza la H_o .

Nivel de rechazo: Para todo valor de probabilidad mayor que $\alpha=0.5$, se acepta H_o y se rechaza H_a .

Para la realización de este análisis, las dos muestras deben estar en dos variables distintas de la matriz de datos y debe formarse la pareja de muestras antes de la comparación en el programa PAST y Excel.

4. RESULTADOS y DISCUSIÓN

A partir de la información del número de especies por sitio, se determinaron las curvas de riqueza acumulada por estación, las cuales nos sirven para justificar que el esfuerzo de muestreo fue suficiente, en la cual se contempló la mayoría de las especies presentes el área de influencia de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

En la curva de acumulación de especies presento una asíntota (se acerca a una recta) a partir del sitio 15 correspondientes a la estación de primavera, y para verano en el sitio 19 (Figura 9).

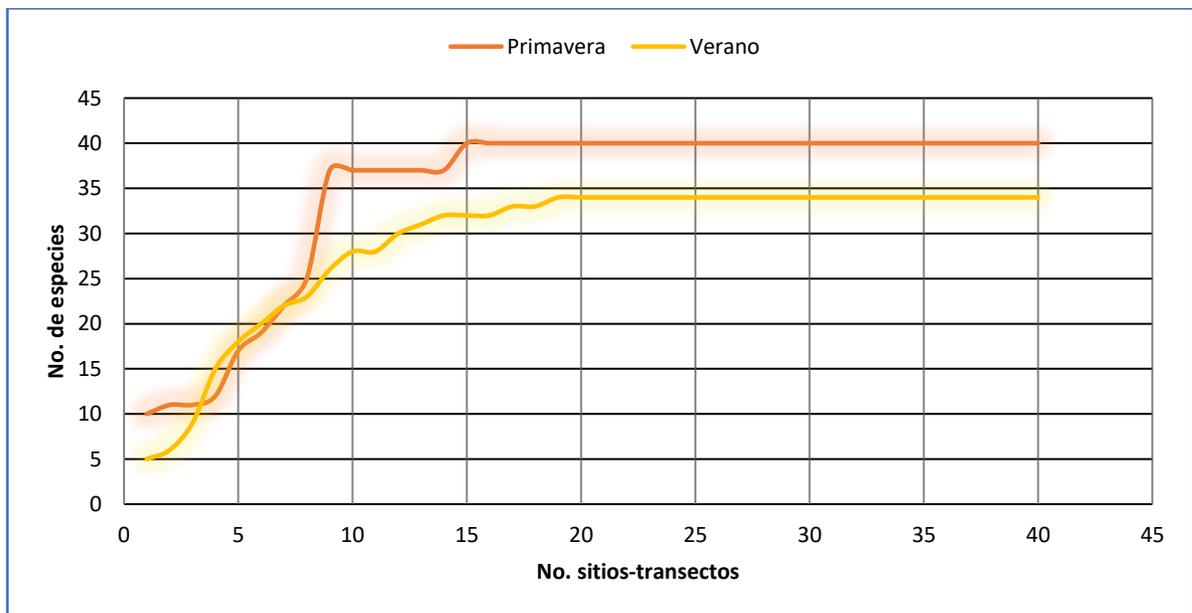


Figura 9. Curva de acumulación de especies observadas de aves en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

De acuerdo a la curva de acumulación (Figura 9), el esfuerzo de muestreo resulta ser adecuado, debido a que cuando la curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo.

4.1 Diversidad y equidad de aves.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la estación que presento mayor diversidad fue en verano con 3.27, comparada a la de primavera, la cual manifestó un valor más bajo con 3.18 (Cuadro 1). Se considera que las dos estaciones cuentan con una diversidad alta, tomando en consideración los criterios de Magurran (1988), la cual expresa que los valores iguales o mayores a 3.1 como de diversidad alta.

Cuadro 1. Diversidad y equidad de aves en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

Fauna	Primavera		Verano	
	Shannon	Equidad	Shannon	Equidad
Aves	3.18	0.74	3.27	0.76

La equidad en la estación de verano es mayor con un valor de 0.76 que la de la estación de primavera con un valor de 0.74 (Cuadro 1); respecto a los rangos descritos por Moreno (2001) cuando la equidad se acerca a valores de 0 es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y cuando se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares. En general, las estaciones evaluadas primavera y verano presentan una buena equidad de especies, sin embargo, existen especies las cuales presentan un mayor número de individuos que otras especies.

Al comparar el presente estudio con el de Aguilar-Bucio (2014) en dos años diferentes en “Carlos II” Palau, Coahuila, México, se encontró una diversidad de Shannon para la evaluación el año 1 (verano e invierno) con un valor de 2.75 y una equidad de 0.78 y para el año 2 (otoño) de 3.03, con una equidad de 0.90; se determina que los valores de diversidad son menores con respecto a los del presente trabajo, obteniendo una diversidad para primavera (3.18) y verano (3.27), no obstante, también un valor de equidad mayor (primavera de 0.74 y verano 0.76); lo cual se puede atribuir, a la estación en la cual se realizó el muestreo, de acuerdo a Aguirre (2013), las aves son más activas por la temporada de reproducción que son en primavera y otras en verano, también puede atribuirse a que existe una dominancia por parte de algunas especies, concentrados en especies que habitan en parvadas, arrojando un alto número de individuos en el muestreo y que alteran la uniformidad entre las especies.

En el presente estudio se registraron 44 especies en dos estaciones diferentes, en comparación a la de Aguilar-Bucio (2014), el cual reportó 46 especies de aves en dos años diferentes en “Carlos II” Palau, Coahuila, México, en ambos se determina que existen especies similares, se comparten 20 especies; destacan la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), paloma huilota (*Zenaida macroura*), zopilote cabecirrolo (*Cathartes aura*), perlita del desierto (*Polioptila melanura*), zopilote común (*Coragyps atratus*) y el cuervo (*Corvus corax*); el trabajo realizado por González (2011), reporta un total de 50 especies en un matorral espinoso tamaulipeco en el municipio de Marín, Nuevo León; comparten 25 especies destacan: caracara (*Caracara cheriway*), paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), paloma huilota (*Zenaida macroura*), Cuervo (*Corvus corax*), Cenzontle norteño (*Mimus polyglottos*), Baloncillo (*Auriparus flaviceps*) y Cardenal del desierto (*Cardinalis sinuatus*). Estas especies habitan en los matorrales, bosques y desierto principalmente, lo cual demuestra que las especies compartidas en los estudios de referencia, cuentan con un gran número de especies residentes en un amplio territorio de expansión.

Para obtener una comparación más precisa, se obtuvo la diversidad y equidad por transecto de cada estación, mostrando valores diferentes en cada transecto (Cuadro 2 y Figura 10).

Cuadro 2. Diversidad y equidad de aves en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

Transectos	Primavera		Verano	
	Shannon_H	Equidad	Shannon_H	Equidad
Transecto 1	1.958	0.53	2.582	0.73
Transecto 2	2.123	0.58	2.107	0.60
Transecto 3	1.67	0.45	2.648	0.75
Transecto 4	1.972	0.53	2.045	0.58
Transecto 5	2.298	0.62	2.637	0.75
Transecto 6	1.479	0.40	2.047	0.58
Transecto 7	1.736	0.47	2.014	0.57
Transecto 8	2.644	0.72	1.921	0.54
Transecto 9	0	0.00	1.687	0.48
Transecto 10	1.157	0.31	2.278	0.65

La estación de primavera presenta una diversidad promedio de 1.70 y una equidad promedio de 0.46; en la estación de verano presenta una diversidad promedio de 2.20 y una equidad promedio de 0.62. Respecto a la equidad, la estación de verano se cuenta con un valor mayor, lo que indica que se presenta una mejor homogeneidad; al compararlos por estación, los valores de diversidad en primavera con respecto a los de verano presentan una diversidad media y una alta equidad de especie.

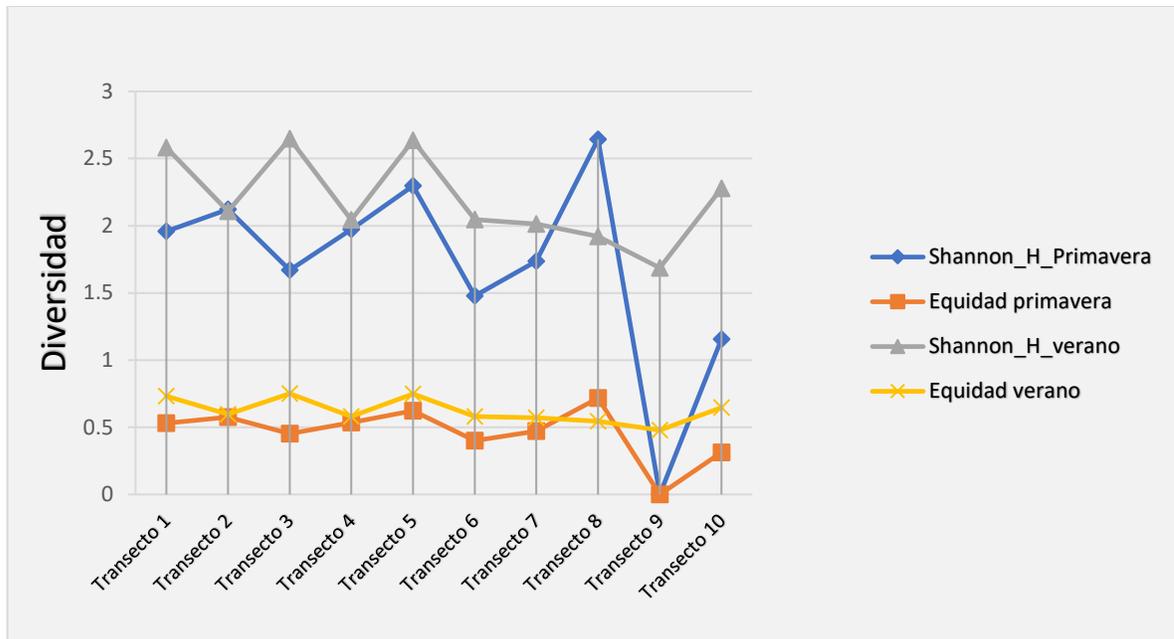


Figura 10. Diversidad y equidad de aves por transecto, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

El transecto 9 en primavera, tuvo un valor de Índice de diversidad y equidad con valores de 0 (Cuadro 2 y Figura 10), debido a que el uso de datos que toma el Índice de Shannon, en este caso se observó solo una especie, por lo tanto el Índice arroja un valor de cero, especialmente cuando se trata de muestras relativamente pequeñas donde es poco probable que estén incluidas todas las especies presentes en la comunidad. De acuerdo a Baca-Venegas (2000), menciona que los valores del Índice de Shannon-Wiener, está basada en el número de individuos totales “conforme un mayor número de especies y a una mayor uniformidad, resultando entonces que la proporción de individuos de las mismas es más homogénea”.

No obstante, existen factores que afectan la distribución y abundancia de las aves como: la temporalidad, las estaciones del año y algunas variables ambientales como la temperatura, la distribución espacial de los recursos alimenticios, la comunidad vegetal, sus tiempos de alimentación, sobrepastoreo y la minería (SEMARNAT-CONANP, 2013).

Estas variaciones pueden atribuirse a los cambios en la estructura de la vegetación, en el caso de primavera y verano: en la estación de primavera es la época donde alcanza el punto máximo de biomasa en la estructura vegetal en un matorral, en la estación de verano es la época donde se presentan las lluvias, por lo cual en esta estación hay una mayor disponibilidad de recursos para las aves (Domínguez-Gómez *et al.*, 2013).

El estudio realizado por García-Salas *et al* (1997), expresa que los índices en diferentes estudios, cuentan con variable de discriminación y en ocasiones el más sencillo y menos costoso, es igualmente efectivo, lo cual recomienda utilizar los Índices como el de Shannon (1949) para encontrar las diferencias entre localidades y estaciones de acuerdo a su capacidad de discriminación, sensibilidad al tamaño de muestra, la facilidad de cálculo y uso de la serie logarítmica es el más efectivo.

Al aplicar la prueba de “t” de Student para establecer si existe diferencias estadísticas significativas. Se obtuvo un valor de $p= 0.0454$, llevando a concluir que como el valor de p obtenido es menor al valor de $\alpha=0.5$, rechazando la hipótesis nula.

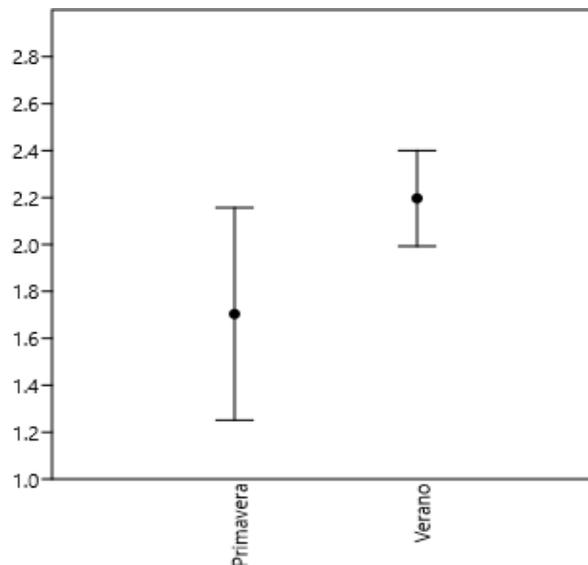


Figura 11 Gráfica de prueba de t de Student para diversidad de aves por estación. Análisis graficado para determinar si existe diferencia, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

4.2 Abundancia relativa por estación

Para la estación de primavera se registraron 318 individuos de 40 especies, de las cuales cinco presentaron mayor abundancia. En la cual las especies más destacadas son es el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) con 55 individuos y una abundancia relativa (AR) de 17.30 %, seguido del cuervo (*Corvus corax*) con 22 individuos y una abundancia relativa de 6.92, así como la perлита del desierto (*Polioptila melanura*) con 22 individuos y 6.92% de AR, por últimos tenemos a la paloma de collar (*Streptopelia risoria*) y al zopilote común (*Coragyps atratus*) con 21 especies, con una abundancia relativa de 6.60%, las cuales están representadas en la siguiente (Figura 12).

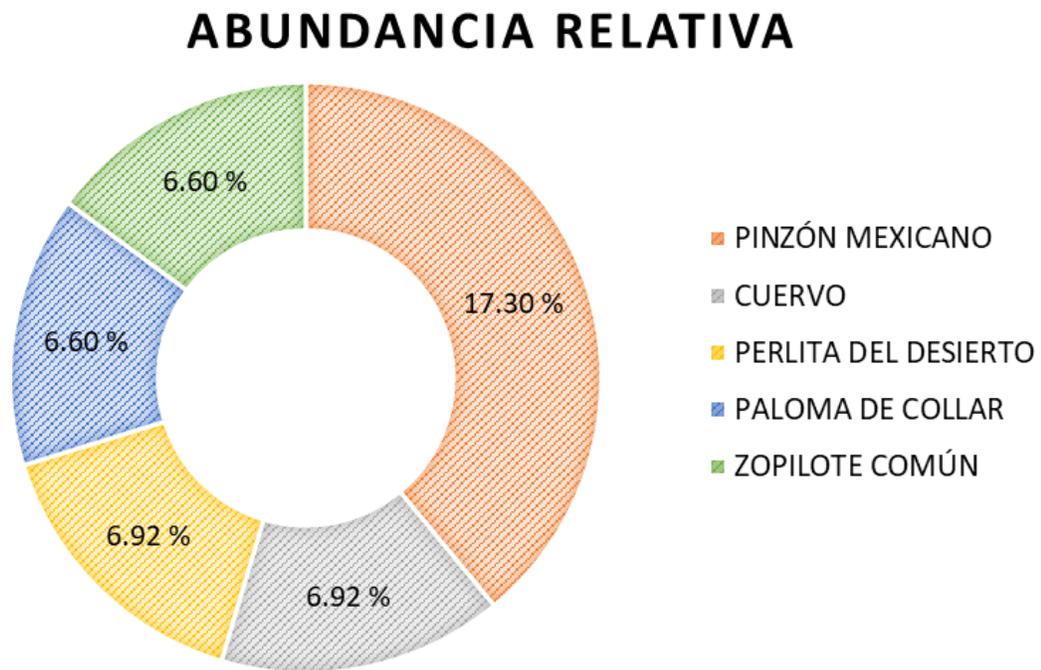


Figura 12 Abundancia relativa de aves en la estación de primavera del año 2021, en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

Para la estación de verano registraron 212 individuos de 34 especies, donde el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) es la especie con mayor abundancia, con 27 individuos y una AR de 12.74 %, seguida del zopilote común (*Coragyps atratus*) con 15 individuos y una AR de 7.08 %, el cuervo (*Corvus corax*) con 14

individuos y una AR de 6.60 %, la paloma de collar (*Streptopelia risoria*) con 13 individuos y una AR de 6.13 % y por último tenemos la golondrina (*Hirundo rustica*) (Figura 13).

ABUNDANCIA RELATIVA

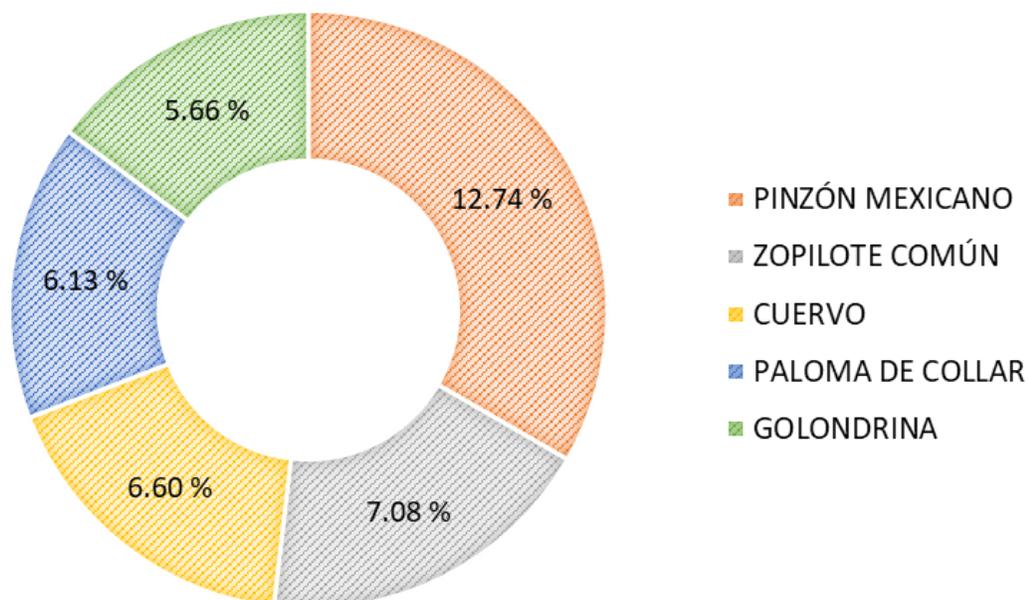


Figura 13 Abundancia relativa de aves en verano del año 2021, en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

En el Cuadro 3 se puede observar las especies con menor abundancia relativa las cuales están representadas por las siguientes especies: en la estación de primavera se encuentra caracara (*Caracara cheriway*), Carpintero mexicano (*Picoides scalaris*), Chara de pecho gris (*Aphelocoma ultramarina*) y Cernícalo americano (*Falco sparverius*) con un solo individuo y una AR de 0.31 %. Para el verano es Cernícalo americano (*Falco sparverius*) con un solo individuo con 0.47 % AR.

Cuadro 3. Abundancia relativa y riqueza de aves en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

AVES		Primavera		Verano		No. Total de individuos
Nombre común	Nombre científico	No. de Ind	Ar	No. de Ind	Ar	
Aguililla cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	3	0.94	2	0.94	5
Aguililla de harris	<i>Parabuteo unicinctus</i>	0	0	2	0.94	2
Baloncillo	<i>Auriparus flaviceps</i>	1	0.31	0	0	1
Calandria tunera	<i>Icterus parisorum</i>	3	0.94	0	0	3
Capulinerio negro	<i>Phainopepla nitens</i>	1	0.31	0	0	1
Caracara	<i>Caracara cheriway</i>	3	0.94	3	1.42	6
Cardenal del desierto	<i>Cardinalis sinuatos</i>	4	1.26	0	0	4
Carpintero frente dorado	<i>Melanerpes aurifrons</i>	1	0.31	2	0.94	3
Carpintero mexicano	<i>Picoides scalaris</i>	3	0.94	4	1.89	7
Cernícalo americano	<i>Falco sparverius</i>	1	0.31	1	0.47	2
Chara de pecho gris	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	13	4.09	9	4.25	22
Chinito	<i>Bombycilla cedrorum</i>	6	1.89	0	0	6
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	0	0	4	1.89	4
Codorniz escamosa	<i>Callipepla squamata</i>	15	4.72	0	0	15
Correcaminos norteño	<i>Geococcyx californianus</i>	3	0.94	5	2.36	8
Cuervo	<i>Corvus corax</i>	22	6.92	14	6.60	36
Cuitlacoche pico curvo	<i>Taxostoma curvirostre</i>	8	2.52	8	3.77	16
Dominico dorso oscuro	<i>Carduelis psaltria</i>	2	0.63	3	1.42	5
Golondrina	<i>Hirundo rustica</i>	9	2.83	12	5.66	21
Gorrión cejas blancas	<i>Spizella passerina</i>	3	0.94	3	1.42	6
Gorrión cola blanca	<i>Poocetes gramineus</i>	8	2.52	0	0	8
Gorrión domestico	<i>Passer domesticus</i>	2	0.63	4	1.89	6
Junco ojilumbre	<i>Junco phaeonotus</i>	3	0.94	0	0	3
Matraca del desierto	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	4	1.26	3	1.42	7
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	12	3.77	7	3.30	19
Paloma de collar	<i>Streptopelia risoria</i>	21	6.60	13	6.13	34
Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>	4	1.26	4	1.89	8

Papamoscas cardenalito	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	0.63	3	1.42	5
Papamoscas garganta ceniza	<i>Myiarchus cinerascens</i>	2	0.63	0	0	2
Papamoscas gris	<i>Sayornis phoebe</i>	2	0.63	0	0	2
Papamoscas llanero	<i>Sayornis saya</i>	4	1.26	3	1.42	7
Perlita del desierto	<i>Polioptila melanura</i>	22	6.92	5	2.36	27
Pinzón mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	55	17.30	27	12.7 4	82
Rascador pardo	<i>Pipilo fuscus</i>	2	0.63	3	1.42	5
Salta pared cola larga	<i>Thrymanes bewickii</i>	3	0.94	8	3.77	11
Salta pared de rocas	<i>Salpinctes obsoletus</i>	15	4.72	8	3.77	23
Tirano gritón	<i>Tyrannus vociferans</i>	11	3.46	7	3.30	18
Tortolita	<i>Columbina inca</i>	3	0.94	9	4.25	12
Verdugo	<i>Lanius ludovicianus</i>	5	1.57	4	1.89	9
Zacatonero de corona rufa	<i>Aimophila ruficeps</i>	7	2.20	4	1.89	11
Zacatonero de garganta negra	<i>Amphispiza bilineata</i>	0	0	3	1.42	3
Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	0	5	2.36	5
Zopilote cabecirrojo	<i>Cathartes aura</i>	9	2.83	5	2.36	14
Zopilote común	<i>Coragyps atratus</i>	21	6.60	15	7.08	36
	Total	31	100	212	100	530
		8				
	Total de especies	40	0	34	0	0

Abundancia relativa= AR

Al comparar las estaciones, existe una diferencia de 6 especies y de 116 individuos, lo cual se puede atribuir que existen especies más abundantes dentro del área tal es el caso de pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), paloma de collar (*Streptopelia risoria*), zopilote común (*Coragyps atratus*) y cuervo (*Corvus corax*). Estas especies fueron de las más abundantes en el área de estudio.

Al cotejar el presente estudio con el trabajo de Pérez-Valadez (2016), sobre las adiciones a la avifauna del estado de Zacatecas, este ocupa el lugar 24 respecto a los otros estados de la República Mexicana en riqueza con 353 especies de aves, así mismo este estudio en el área de influencia de la subcuenca “Concepción del Oro”

Concepción del Oro, Zacatecas en este estudio se encontraron 44 especies en total que corresponde al 12 % respecto al estado de Zacatecas.

Al aplicar la prueba de “t” de Student para establecer si existe diferencias estadísticas significativas en entre los valores obtenidos en abundancia de aves para las dos estaciones (primavera y verano).

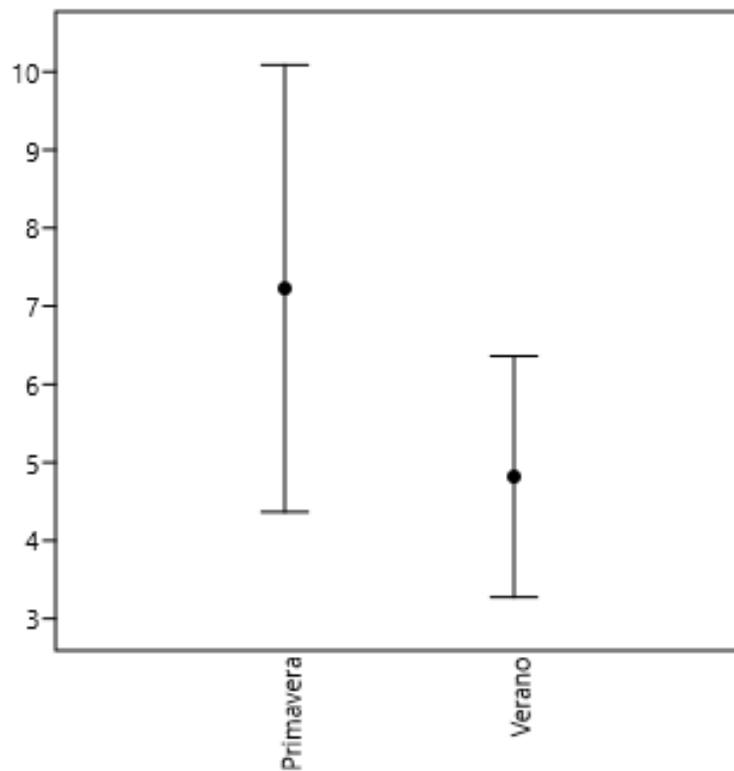


Figura 14. Grafica de prueba de t de Student para abundancia por estación. Análisis graficado para determinar diferencias entre estación, en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

Se obtuvo un valor de $p= 0.15014$, por lo tanto, como el valor de p obtenido es mayor al valor de $\alpha=0.5$, se concluye que no existe una diferencia estadísticamente significativa en comparación de medias en la abundancia. (Figura 14).

4.3 Grado de similitud

El Índice de similitud de Jaccard ha sido muy utilizado, específicamente para comparar comunidades con atributos diferentes. Son útiles para comparaciones de comunidades de plantas u animales de estaciones diferentes o micrositios con distintos grados de perturbación (Aguirre, 2013).

Los resultados obtenidos por transecto de las dos estaciones que presento mayor grado de coeficiente de similitud con el Índice de Jaccard es el transecto 2 con una similitud de 0.47, comparada a la del transecto 10 con valores de 0.07 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Grado de coeficiente de similitud (Índice de Jaccard) de aves por transecto en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca "Concepción del Oro" Concepción del Oro, Zacatecas.

Coeficiente de Similitud de Primavera y verano		
	Jaccard	%
Transecto 1	0.35	35
Transecto 2	0.47	47
Transecto 3	0.16	16
Transecto 4	0.45	45
Transecto 5	0.30	30
Transecto 6	0.40	40
Transecto 7	0.15	15
Transecto 8	0.24	24
Transecto 9	0.14	14
Transecto 10	0.07	7
Promedio	0.27	27

De acuerdo con el índice de similitud de Jaccard por transecto, presenta una baja similitud con un promedio de 27 %, lo cual atribuye que no todas las especies poseen el mismo número de individuos y esta afecta al patrón espacial de las especies dentro de la comunidad (Pielou, 1975). Por lo tanto, durante el monitoreo pueden ser vistas fácilmente.

4.4 Relación diversidad y vegetación.

La disimilitud de la diversidad de especies puede deberse a las características del lugar (clima y topografía), así como el tipo de asociación vegetal presente en el área. Se calculó el IVI (Índice de valor de importancia) de la vegetación, con lo cual se determinó que el estrato dominante es el arbustivo (primavera y verano).

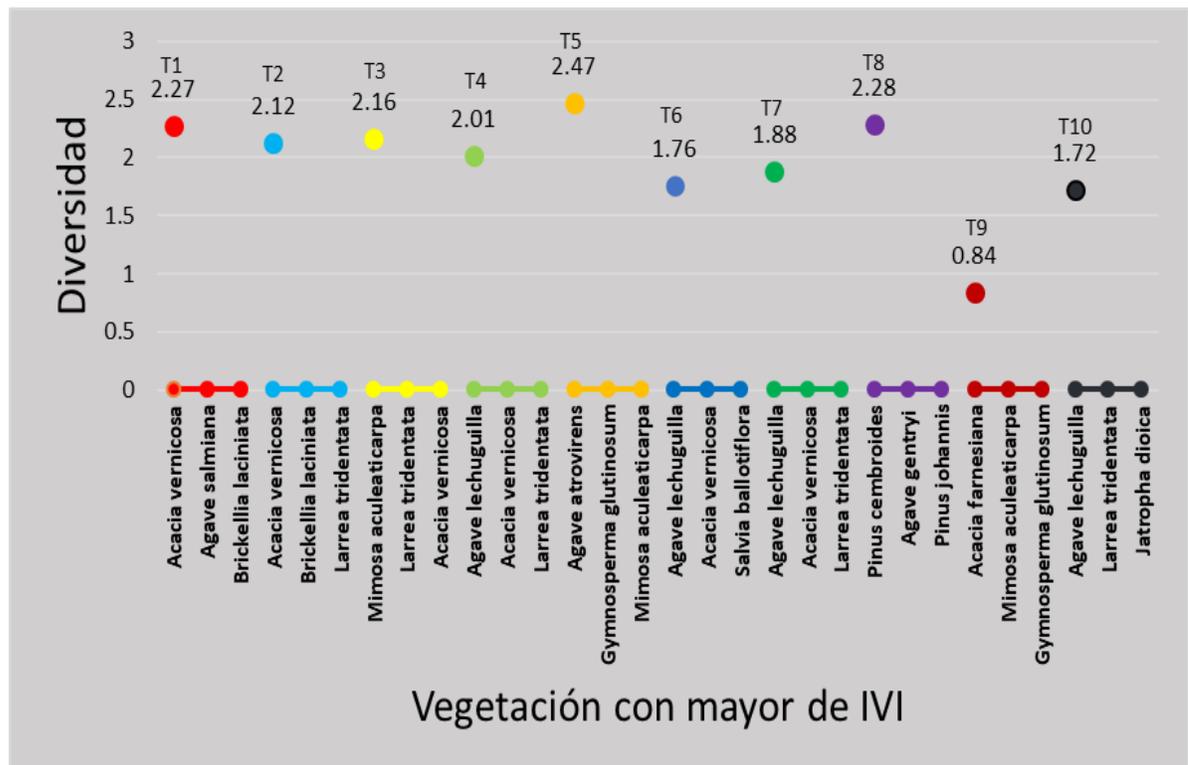


Figura 15. Diversidad de aves en relación de las especies de vegetación más importantes primavera-verano, en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas. (T: Transecto) IVI; Índice de valor de importancia.

Se registró la diversidad por transecto con sus respectivas especies de flora dominantes, en la mayoría de los transectos presentan una diversidad media con una estructura de vegetación similar, resaltando la dominancia de algunas especies: Huizachillo (*Vachellia vernicosa*), Gobernadora (*Larrea tridentata*) y lechuguilla (*Agave lechuguilla*) (Figura 15). Esto exceptuando el transecto 9, ya que presento una diversidad baja, debido a que en la estación de primavera arrojó una diversidad

de 0, lo cual pudo haber sido por sesgo durante los muestreos. Es decir, pueden ser: no estandarizar el esfuerzo y la velocidad durante el muestreo, las propias características del hábitat (las aves son más conspicuas en hábitats abiertos que cerrados), así como las diferentes especies de aves varían en su susceptibilidad de ser detectadas y contadas, unas son más ruidosas que otras (Gallina & López, 2011).

5. CONCLUSIONES

La diversidad de las estaciones de primavera y verano, corresponden a una diversidad alta, de acuerdo al Índice de Shannon H , las estaciones evaluadas presentan una alta equidad de especies (cercana a 1). De acuerdo a la metodología utilizada se determina que la diversidad de aves entre la primavera y verano presenta una diferencia estadísticamente significativa.

La abundancia relativa en las dos estaciones (primavera y verano) indica que las especies más abundantes son; pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), paloma de collar (*Streptopelia risoria*), zopilote común (*Coragyps atratus*) y cuervo (*Corvus corax*), siendo estas especies las que se encuentran con mayor frecuencia en los transectos.

La similitud obtenida por el Índice de Jaccard entre transectos es baja, el intervalo de valores para este índice indica que se encuentran algunas especies compartidas entre los transectos.

Mediante la metodología utilizada en el presente estudio, no se logró establecer la influencia de la vegetación sobre la diversidad de aves en el área de estudio.

6. RECOMENDACIONES

Realizar los muestreos de las dos estaciones faltantes, otoño e invierno, con los índices propuestos en este estudio, para determinar la diversidad e importancia relativa del área en un año.

Establecer sitios permanentes de monitoreo, con la finalidad de registrar el comportamiento a través del tiempo de las aves en los diferentes tipos de vegetación.

Se puede mejorar la metodología aplicada, debido al patrón de actividad, las aves presentan una mayor actividad durante las primeras horas de la mañana y el crepúsculo. Sin embargo, existen factores que afectan la distribución y abundancia de las aves, las cuales pueden ser: algunas variables ambientales como la temperatura, la distribución espacial de los recursos alimenticios, sus tiempos de alimentación, la temporalidad, sobrepastoreo.

7. LITERATURA CITADA

- Aguirre, M. Z.** (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador, 37(6), 21-46 p.
- 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) 29-34 p. Repositorio digital UAAAN. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/>
- Arizmendi, C., & Laura, M. V.** (2000). Áreas de importancia para la conservación de las aves en México (No. Sirsi) i9789701843192). 15 p.
- Aranzazu Holding, S.A de C.V.** 2020. Informe preventivo de impacto ambiental para exploración minera ARANZAZU HOLDING. 32-54 p.
- Baca-Venegas, J. M.** (2000). Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de pino-encino (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León). 55-56 p. Repositorio digital UANL. <http://eprints.uanl.mx/7749/>
- Berlanga, H., de Silva, H. G., Vargas, V. M., Contreras, V., Sánchez, L. A., Ortega, R., & Calderón, R.** (2015). Aves de México: lista actualizada de especies y nombres comunes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).11-17 p.
- Berlanga, H & Rodríguez, V.** (2010). Las aves migratorias: a prueba de muros. Especies, 19(1), 7 p.
- Berlanga, H., Kennedy, J. A., Rich, T. D., Arizmendi, M. D. C., Beardmore, C. J., Blancher, P. J., ... & Will, T.** (2010). Conservando a nuestras aves compartidas: La visión

trinacional de Compañeros en Vuelo para la conservación de las aves terrestres. Cornell Lab of Ornithology: Ithaca, NY. 49 p.

Balleza, J. de J., & Villaseñor, J. L. (2002). La familia Asteraceae en el estado de Zacatecas (México). *Acta Botánica Mexicana*, (59): 11-13 p.

Carranza, J., De la Peña, E., & Seoane, J.M. (2018). Comunidad de aves como indicador de biodiversidad en dehesas. *Life biodehesa*, 5-7 p.

Castro, L. M. (2013). Registro de la riqueza herbácea y arbustiva en el bosque de Abies religiosa de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Izta-Popo y el Parque Nacional Zoquiapan (Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza") 13-14 p.

Cruz-Angón, A., López Higareda, D., Nájera Cordero, K. C., Melgarejo, E. D., & Hernández Ramírez, D. (2019). La biodiversidad en Zacatecas estudio de estado.

CONABIO. 2008, Catálogo de metadatos y conjuntos de datos vectoriales edafológicos. Escala 1: 1, 000, 000. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Consultado el 10 de febrero de 2022. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/eda251mgw.html>

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

CONABIO, 2022. Biodiversidad Mexicana (La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 8 de octubre, Ciudad de México, México. https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es

Cueto, V. R., De Casenave, J. L., Sagario, M. C., & Damonte, J. (2005). Relación aves-vegetación: importancia de los algarrobales para la avifauna del desierto del Monte. *La situación ambiental argentina*, 234-236.

Domínguez-Gómez, T. G., González Rodríguez, H., Ramírez Lozano, R. G., Estrada Castellón, A. E., Cantú Silva, I., Gómez Meza, M. V., Villarreal Quintanilla, J. A., del Socorro, A.M. & Alanís Flores, G. (2013) Diversidad estructural del matorral

espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4 (1), 107–110.

De la Maza, M., & Bonacic, C. (2013). Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 103-105 p.

Elías-Cruzado, C. A. (2019). Distribución espacial y temporal de avifauna en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Callao-Perú. 258 p.

Flores, V, O., & Gerez, P. (1994). Biodiversidad y conservación de México: vertebrados, vegetación y uso del suelo, UNAM, CONABIO, México DF, México. 13-15 p. <https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/biodiversidadConservacion.pdf>

Fernández, R. A. (2005). Abundancia relativa de mamíferos silvestres en áreas del parque recreativo y zoológico piscilago y en límites con el fuerte militar Tolemaida (Vereda La Esmeralda, Nilo, Cundinamarca). 14 p.

González-Romero, A. (2011). Fauna Silvestre De México: Uso, Manejo Y Legislación. En Gallina, S. y C. López-González (editor). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. 6-10 p.

González, P. H. (2011). Comparación de la ornitofauna de dos comunidades vegetales en el municipio de Marín, Nuevo León, México (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). 30-48 p.

González-García, F. (2011) Métodos para contar aves terrestres. En Gallina, S. y C. López-González (editor). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. 86-91 p.

Gallina, T. S., & López, G. C. (2011). Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna. Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, AC. 2-91 p.

GÓMEZ, J. D. B., & VELÁSQUEZ, A. C. C. (2020). Reconocimiento de la importancia ecológica de las aves y su contribución al cuidado de la biodiversidad en el trapecio

amazónico con estudiantes de preescolar y primero en san Antonio (Perú). Revista Electrónica EDUCyT, 368-376 p.

García-Salas, J. A., Badii, M. H., & Contreras-Balderas, A. (1997). Índices de diversidad en ornitofauna: análisis en un matorral desértico micrófilo de Coahuila, México. Revista de biología tropical, 1683-1685 p.

Hernández-Martínez, F. R., Sánchez O., Alonso-Torrens, Y. & Sotolongo-Sospedra, R. (2008). Estructura y composición de comunidades de aves en áreas naturales de *Pinus caribaea* Morelet, de la Efi "Minas de Matahambre". Ra Ximhai, 4(2),216-218 p. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46140211>

Hurtado, M. J. R., & Silvente, V. B. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. Reire, 5(2), 83-100.

INEGI, 2008. Conjunto de datos vectoriales de la Unidades climatológicas. Escala 1: 1, 000, 000 (Instituto Nacional de Estadísticas y Geográfica). Consultado el 10 de febrero de 2022. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Descargas>

INEGI, 2018, Conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Conjunto Nacional (Instituto Nacional de Estadísticas y Geográfica). Consultado el 10 de febrero de 2022. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/#Descargas>

INAFED, 2002. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Zacatecas (Instituto Nacional Para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). Sitio web: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM32zacatecas/municipios/32007a.html>

LGEEPA 2000. La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, 28 de enero, México. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf>

- López-Rodríguez, E.** (2015). CARACTERIZACIÓN Y DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES DE AVIFAUNA DEL ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN PARQUE LAGO (Bachelor's tesis, facultad de artes liberales). 8 p.
- LÓPEZ, J.** (1996). Efectos de la riqueza y de la equitatividad sobre los valores de diversidad en comunidades de aves. *Ecología*, (10), 447-449.
- 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. 42 p.
- MAGURRAN, A. E.** 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- Maruri-Aguilar, B.,** García-Valdés, A. I., & Pineda-López, R. (2013). Las aves del jardín botánico regional de cadereyta: Una presencia interpretada. México: Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, Jardín Botánico Regional de Cadereyta. 18 p.
- 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. 21-29 p.
- Mostacedo, B.,** & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal (Vol. 87). Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). 43-47 p.
- Morrone, J. J.** (2019). Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista mexicana de biodiversidad*. 4-5 p.
- Navarro-Sigüenza, A. G.,** Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 477-480 p.
- Ñique, M.** 2010. Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 3-0 p.

- Ortega-Álvarez, R.,** Sánchez-González, L. A., & García, H. B. (2015). Plumas de multitudes: Integración comunitaria en el estudio y monitoreo de aves en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 17-18 p.
- PROFEPA.** (2019). La Relevancia de las aves en México (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). Pub.2019/9p. <https://www.gob.mx/profepa/articulos/la-relevancia-de-las-aves-en-mexico?idiom=es#:~:text=Las%20aves%20son%20parte%20integral,cetrer%C3%ADa%2C%20arte%20plumario%20y%20recreaci%C3%B3n>.
- Pereira, H. M.,** & Cooper, H. D. (2006). Towards the global monitoring of biodiversity change. *Trends in ecology & evolution*, 21(3), 123-125.
- Perdomo, O.,** Salazar-Báez, P & Fernández L. (2018). avifauna local: una herramienta para la conservación, el ecoturismo y la educación ambiental. *Ciencia en Desarrollo*, 9(2), 19 p.
- Pérez-Valadez, N.** (2016). Adiciones a la avifauna del estado de Zacatecas. *Huitzil*, 17(2), 180 p.
- Pielou, E. C.** 1975. An introduction to mathematical ecology. John Wiley, New York.
- Rojas-Soto, O. R.,** & de Ita, A. O. (2005). Los inventarios avifaunísticos: reflexiones sobre su desarrollo en el neotrópico. *Ornitología Neotropical*, 16, 441-442.
- Sariego, R. J. L.** (1994). Minería y territorio en México: tres modelos históricos de implantación socioespacial. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 9(2), 327–337. <https://doi.org/10.24201/edu.v9i2.910>
- Salas-Correa, A.D.,** & Mancera-Rodríguez, N. J. (2018). Relaciones entre la diversidad de aves y la estructura de vegetación en cuatro etapas sucesionales de bosque secundario, Antioquia, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 520-521 p. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.970>

- Salas, G. H., & Ortega, C. E. M. (2005).** Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. In *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (pp. 5-18). GORFI.
- 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
- Shannon, C. E., & Weaver, W, (1949)** The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU.
- Ugalde -Lezama, S., Valdez-Hernández, J. I., Ramírez-Valverde, G., Alcántara-Carbajal, J. L., & Velázquez-Mendoza, J. (2009).** Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferentes niveles de perturbación. *Madera y bosques*, 15(1), 5-26.
- Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., ... & Umaña, A. M. (2004).** Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia, 236 p.
- Wunderle, J. M. (1994).** Census Methods for Caribbean Land Birds, Forest Service, US Department of Agriculture.

8. ANEXOS

Anexo 1. Coordenadas UTM de los transectos establecidos.

NO. DE TRANSECTO	COORDENADAS DEL INICIO		COORDENADAS DEL FINAL	
	X	y	x	Y
1	252717	2724663	253137	2724352
2	256263	2726288	255860	2725966
3	254440	2723428	254709	2723542
4	256027	2725547	256406	2725660
5	251718	2725060	251851	2724417
6	254518	2725008	254157	2725040
7	255378	2725253	255029	2725096
8	250507	2725411	250627	2725111
9	253394	2723314	253362	2722770
10	260491	2727594	260182	2727203

Anexo 2. Riqueza de especies en dos estaciones del año 2021 (primavera y verano), en una fracción de la subcuenca “Concepción del Oro” Concepción del Oro, Zacatecas.

AVES		Primave ra	Verano
Nombre científico	Nombre científico	No. Individu os	No. Individu os
AGUILILLA COLA ROJA	<i>Buteo jamaicensis</i>		3
AGUILILLA DE HARRIS	<i>Parabuteo unicinctus</i>		2
BALONCILLO	<i>Auriparus flaviceps</i>		1
CALANDRIA TUNERA	<i>Icterus parisorum</i>		3
CAPULINERO NEGRO	<i>Phainopepla nitens</i>		1
CARACARA	<i>Caracara cheriway</i>		3
CARDENAL DEL DESIERTO	<i>Cardinalis sinuatos</i>		4
CARPINTERO FRENTE DORADO	<i>Melanerpes aurifrons</i>		1
CARPINTERO MEXICANO	<i>Picoides scalaris</i>		3
CERNICALO AMERICANO	<i>Falco sparverius</i>		1
CHARA DE PECHO GRIS	<i>Aphelocoma ultramarina</i>		13
CHINITO	<i>Bombycilla cedrorum</i>		6
CENZONTLE NORTEÑO	<i>Hirundo rustica</i>		4
CODORNIZ ESCAMOSA	<i>Callipepla squamata</i>		15
CORRECAMINOS NORTEÑO	<i>Geococcyx californianus</i>		3
CUERVO	<i>Corvus corax</i>		22
CUITLACOICHE PICO CURVO	<i>Taxostoma curvirostre</i>		8
DOMINICO DORSO OSCURO	<i>Carduelis psaltria</i>		2
GOLINDRINA	<i>Hirundo rustica</i>		9
GORRION CEJAS BLANCAS	<i>Spizella passerina</i>		3
GORRION COLA BLANCA	<i>Pooecetes gramineus</i>		8
GORRION DOMESTICO	<i>Passer domesticus</i>		2
JUNCO OJILUMBRE	<i>Junco phaeonotus</i>		3

MATRACA DEL DESIERTO	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	4	3
PALOMA ALAS BLANCAS	<i>Zenaida asiatica</i>	12	7
PALOMA DE COLLAR	<i>Streptopelia risoria</i>	21	13
PALOMA HUILOTA	<i>Zenaida macroura</i>	4	4
PAPAMOSCAS CARDENALITO	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	3
PAPAMOSCAS GARGANTA CENIZA	<i>Myiarchus cinerascens</i>	2	***
papamoscas gris	<i>Sayornis phoebe</i>	2	***
PAPAMOSCAS LLANERO	<i>Sayornis saya</i>	4	3
PERLITA DEL DESIERTO	<i>Polioptila melanura</i>	22	5
PINZON MEXICANO	<i>Carpodacus mexicanus</i>	55	27
RASCADOR PARDO	<i>Pipilo fuscus</i>	2	3
SALTAPARED COLA LARGA	<i>Thrymanes bewickii</i>	3	8
SALTAPARED DE ROCAS	<i>Salpinctes obsoletus</i>	15	8
TIRANO GRITON	<i>Tyrannus vociferans</i>	11	7
TORTOLITA	<i>Columbina inca</i>	3	9
VERDUGO	<i>Lanius ludovicianus</i>	5	4
ZACATONERO DE CORONA RUFA	<i>Aimophila ruficeps</i>	7	4
ZACATONERO DE GARGANTA NEGRA	<i>Amphispiza bilineata</i>	***	3
ZANATE MAYOR	<i>Quiscalus mexicanus</i>	***	5
ZOPILOTE CABECIRROJO	<i>Cathartes aura</i>	9	5
ZOPILOTE COMUN	<i>Coragyps atratus</i>	21	15
Total de individuos		318	212
Total de especies		40	34

Anexo 3. Especies registradas en el monitoreo.



Anexo 3.1. Cuervo común (*Corvus corax*)



Anexo 3.2. Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*)



Anexo 3.3. Correcaminos (*Geococcyx californianus*)



Anexo 3.4. Paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*)



Anexo 3.5. Tortolita (*Columbina inca*)



Anexo 3.6. zopilote común (*Coragyps atratus*)



Anexo 3.7. Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*)



Anexo 3.8. Carpintero mexicano (*Picoides scalaris*)