

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL



Monitoreo de la Diversidad, Abundancia y Riqueza de Especies
de Fauna Silvestre en el Proyecto Minero "Carlos II",
Palaú, Coahuila, México

Por:

LUIS MIGUEL AGUILAR BUCIO

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México
Noviembre 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Monitoreo de la Diversidad, Abundancia y Riqueza de Especies
de Fauna Silvestre en el Proyecto Minero "Carlos II",
Palaú, Coahuila, México

Por:

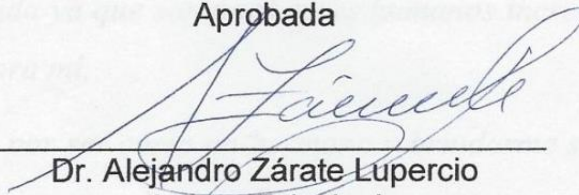
LUIS MIGUEL AGUILAR BUCIO

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

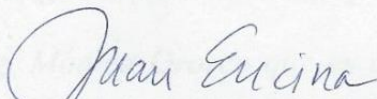
Como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada



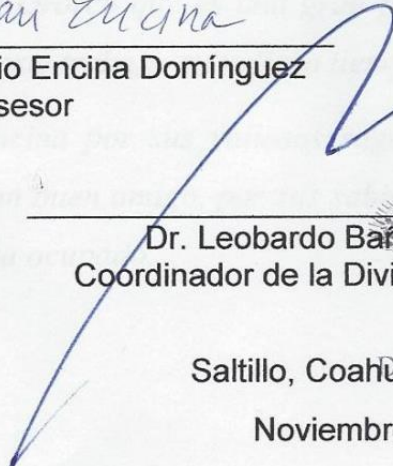
Dr. Alejandro Zárate Lupercio
Asesor Principal



M.C. Juan Antonio Encina Domínguez
Coasesor



Ing. José Antonio Ramírez Díaz
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2014

AGRADECIMIENTOS

A DIOS Por prestarme vida y facilitarme el camino y así poderle brindarle a mi madre esta satisfacción, por poner a gente buena ante mí, por todos los sacrificios y buenos momentos en mi vida que me ayudan a ser mejor ser humano.

A mi ALMA TERRA MATER por abrirme sus puertas y ser mi segundo hogar durante mi carrera, por contribuir a mi formación profesional e inculcarme ideales para servir a mi prójimo y a mi país.

A Minera del Norte unidad Micare y Mimosa S.A de C.V. por darme la oportunidad y facilidades para realizar mis prácticas profesionales, en especial al Ing. Luis Macías y al personal del departamento de rehabilitación ecológica, como también a mis compañeros de estancia Victor H. Cruz y Sócrates Soto que me brindaron su amistad y ayuda en el muestreo de fauna para este estudio.

Al M.C. Octavio Arias y a su esposa la Lic. Mayra Valencia, por ser grandes amigos y como mi familia, por todo su apoyo incondicional y por formar parte de momentos difíciles y felices de mi vida ya que son unos seres humanos increíbles que siempre que los necesite estuvieron para mí.

Al Ing. Gualberto Pérez, por ser como un hermano y brindarme su apoyo, por estar en momentos felices y de tristeza, a veces discutiendo y otras sonriendo pero siempre echándole ganas para abatir los problemas.

A la Ing. Mónica Orozco que es una gran persona y amiga, por brindarme su apoyo incondicional en este trabajo, su valioso tiempo y dedicación, ¡¡gracias monita!!

Al M.C. Juan Encina por sus valiosas sugerencias para el enriquecimiento de este trabajo, por ser un buen amigo, por sus sabios consejos y dedicarme su valioso tiempo aun cuando estaba ocupado.

Al Dr. Alejandro Zarate, gracias por todo su apoyo y facilidades que me brindo durante mi carrera y por ser parte de mi formación profesional y sobre todo por la disponibilidad que siempre tuvo para aclarar mis dudas, por ser gran persona y ejemplo a seguir.

Al ing. José Antonio Ramírez, por formar parte de mis asesores, de mi formación profesional, por su apoyo durante mi carrera y en este trabajo.

A mis maestros, Dr. Jorge Méndez, Ing. Sergio Braham, Dr. Celestino Flores, M.C. José Aniceto, M.C. Jorge Flores, M.C. Héctor D. González, Dr. José A. Villareal y M.C. Salvador Valencia por todas sus enseñanzas, por compartir sus conocimientos y forjar mi vida en el ámbito profesional.

A mis compañeros y amigos de la UAAAN Ing. Manuel Herrera, M.C. Edilberto Morales, Ing. Maybeth Mendoza, Ing. Adrián Ramos, Ing. Javier Ramírez, Ing. Javier Roblero, Rosalinda y Fabiola Mondragón, Saúl A. Salmerón, Manuel A. Pérez, J. Luis Elías, Librado Sosa, Cecilia Pérez, Misael Franquez, J. Manuel Elías, Ing. Francisco Flores, Magdalena y Saúl Cervantes, Omar Nájera, Justino Hernández y a todos los que me faltaron. Gracias por todas las experiencias inolvidables.

A mis amigos de Nayarit Lic. Morelos Zepeda, Alejandro López, Irina Arce, Jorge avilés, Cesar Gómez, Bélgica Cortes, Jeffrey Ventura, Damaris Vega, Jordy Carrillo, Paul Hernández, Tania Cabrales, Esaú N. Hernández, Aurelio Ortega, Adrián Valencia y a todos los que faltan. Gracias por brindarme su amistad y formar parte de muchas aventuras locas, por estar en los momentos difíciles y gratos de mi vida.

A mis compañeros de trabajo Ing. Jairo Ruiz, Ing. Daniel Solorio, Ing. Dagoberto Consuegra, Alejandro Gómez, Libnin S. Díaz, Ing. Jorge García, Ing. Jesús E. Pérez, Ing. Omar Rueda, que hemos pasado buenas aventuras y gracias por su amistad.

DEDICATORIA

A mi madre EVA AGUILAR BUCIO[†]

Que en paz descanse, por darme la vida y ser una persona maravillosa, ya que siempre estuvo a mi lado apoyándome y aconsejándome en todo, por ser una amiga, la motivación y motor para seguir adelante y sobre todo por enseñarme a luchar. Te amo mamá.

A mis hermanos

Jorge Luis, Adán, Erika, Yessenia y Luz Maricela por su apoyo y que a pesar de los problemas siempre estamos unidos y hemos salido adelante.

ÍNDICE

RESUMEN	VI
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivo específico	2
1.2 HIPÓTESIS	2
CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	3
2.2 QUE ES LA BIODIVERSIDAD O DIVERSIDAD BIOLÓGICA	5
2.2.1 Importancia de la biodiversidad	5
2.3 DEFINICIÓN DE FAUNA SILVESTRE.....	5
2.4 MÉTODOS DE MUESTREOS.....	6
2.4.1 Métodos directos	6
2.4.2 Métodos indirectos	6
2.5 SELECCIÓN DE TRANSECTOS O TRAYECTOS	7
2.6 MUESTREO DE AVES	8
2.7 MUESTREO DE MAMÍFEROS.....	9
2.8 MUESTREO DE REPTILES Y ANFIBIOS	10
2.9 ESTIMADORES DE ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE FAUNA SILVESTRE.....	11
2.9.1 Índice de abundancia relativa	11
2.9.2 Índice de Shannon-Wiener (H')	12
2.9.3 Índice de Simpson	12
2.9.4 Índice de Equitatividad de Shannon-Wiener.....	13
CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	14
3.2 OROGRAFÍA	16
3.3 CLIMA.....	16
3.4 HIDROGRAFÍA.....	16
3.5 EDAFOLOGÍA	17
3.6 VEGETACIÓN.....	18

CAPÍTULO 4 MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1 MÉTODOS DE MUESTREO UTILIZADOS PARA LA FAUNA SILVESTRE.....	20
4.1.2 Aves	22
4.1.3 Mamíferos	23
4.1.4 Reptiles y anfibios	25
4.1.5 Coeficiente de similitud de Jaccard	26
4.2 PRUEBA ESTADÍSTICA PARA COMPROBAR SI EXISTE DIFERENCIA EN LA DIVERSIDAD ENTRE ESCENARIOS (E-T01 Y E-T02) EN BASE AL ÍNDICE DE SHANNON WIENER.	26
CAPÍTULO 5 RESULTADOS.....	29
5.2 AVES.....	29
5.2.1 Abundancia y riqueza de especies.....	29
5.2.2 Dominancia	32
5.2.3 Equitatividad.....	32
5.2.4 Similitud de escenarios.....	33
5.2.5 Prueba de hipótesis.....	34
5.3 MAMÍFEROS	35
5.3.1 Abundancia y riqueza de especies	35
5.3.2 Dominancia	36
5.3.3 Equitatividad.....	36
5.3.4 Similitud de escenarios.....	37
5.3.5 Prueba de hipótesis.....	37
5.4 REPTILES.....	38
5.4.1 Abundancia y riqueza de especies.....	38
5.4.2 Dominancia	39
5.4.3 Equitatividad.....	39
5.4.4 Similitud de escenarios.....	40
5.4.5 Prueba de hipótesis.....	40
5.5 ANFIBIOS	41
5.5.1 Abundancia y riqueza de especies.....	41
5.5.2 Dominancia	41
5.5.3 Equitatividad.....	42

5.5.4	Similitud de escenarios.....	42
5.5.5	Prueba de hipótesis.....	43
CAPÍTULO 6 DISCUSIÓN		44
CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES		46
CAPÍTULO 8 RECOMENDACIONES		47
CAPÍTULO 9 LITERATURA CITADA.....		48
ANEXOS		53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Índices de diversidad, equitatividad y similitud por grupo faunístico	29
Cuadro 2	Prueba de hipótesis por grupo faunístico.....	29
Cuadro 3	Abundancia relativa y riqueza de aves por escenario.....	30
Cuadro 4	Dominancia de aves por escenario.....	32
Cuadro 5	Diversidad y equitatividad de aves por escenario.....	33
Cuadro 6	Especies únicas de aves para cada escenario.....	33
Cuadro 7	Abundancia relativa y riqueza de mamíferos por escenario.....	35
Cuadro 8	Dominancia de mamíferos por escenario.....	36
Cuadro 9	Diversidad y equitatividad de mamíferos por escenario.....	37
Cuadro 10	Especies únicas de mamíferos para cada escenario.....	37
Cuadro 11	Abundancia relativa y riqueza de reptiles por escenario.....	38
Cuadro 12	Dominancia de reptiles por escenario.....	39
Cuadro 13	Diversidad y equitatividad de reptiles por escenario.....	40
Cuadro 14	Especies únicas de reptiles para cada escenario.....	40
Cuadro 15	Abundancia relativa y riqueza de anfibios por escenario.....	41
Cuadro 16	Dominancia de anfibios por escenario.....	42
Cuadro 17	Diversidad y equitatividad de anfibios por escenario.....	42
Cuadro 18	Coordenadas UTM (Datum WGS 84) de los límites del área del proyecto	63
Cuadro 19	Coordenadas UTM (DATUM WGS 84) del sistema ambiental (S.A.)	663
Cuadro 20	Coordenadas UTM (DATUM WGS 84) de trampas instaladas en el muestreo de fauna del escenario 2.....	68
Cuadro 21	Coordenadas UTM (DATUM WGS 84) de transectos para aves, reptiles y anfibios del escenario 2.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica del área de estudio.	15
Figura 2	Uso del suelo y vegetación del sistema ambiental.....	19
Figura 3	Ubicación geográfica de trampas y transectos dentro del sistema ambiental del escenario 2 (E-T02).....	21
Figura 4	Transecto en banda para aves.....	22
Figura 5	Transecto para carnívoros con estaciones odoríferas	23
Figura 6	Transecto para mamíferos medianos con trampas Tomahawk.....	24
Figura 7	Transecto para roedores con trampas Sherman.....	25
Figura 8	Transecto para anfibios y reptiles.	25

RESUMEN

Con objetivo de determinar la diversidad, abundancia y riqueza de especies por grupo faunístico así como los cambios que la diversidad ha presentado después de un año de haber iniciado las operaciones la mina en el proyecto minero Carlos II; considerando la diversidad original de la zona (E-T01) como parámetro de comparación con la de la actualidad (E-T02), dicho proyecto es propiedad de la empresa Minera del Norte Unidad Mimosa ubicada en el municipio de Múzquiz. Se realizaron muestreos directos e indirectos en el sistema ambiental del proyecto con un total de 4 localizaciones en donde se aplicaron diversos métodos de captura e identificación de especies tales como transectos de observación para las aves, reptiles y anfibios, así como el rastreo y localización de huellas, excretas o cualquier otra evidencia de fauna presente en estos emplazamientos designados. Se agregaron sistemas de trampeo Tomahawk y Sherman para captura de mamíferos, además del establecimiento de estaciones odoríferas. El estudio se realizó durante el mes de octubre del 2013 en una superficie de 2969.79 ha donde el grupo de aves fue el de mayor riqueza con un total 267 ejemplares en 34 especies en el E-T01 y 313 individuos en 29 especies para el E-T02, mientras que el grupo de anfibios obtuvo la menor riqueza y abundancia en ambos escenarios, los cuales fueron estadísticamente diferentes en cuanto a diversidad y con una similitud ecológica entre grupo faunístico por debajo de 0.5 de acuerdo al índice de Jaccard En base a los resultados obtenidos se concluye que la diferencia que existe en cuanto a especies en cada uno de los escenarios, se atribuye a que el muestreo para el primer escenario se realizó en dos etapas, la primera en verano y la segunda en invierno, mientras que el muestreo para el segundo escenario se realizó en una sola etapa la cual fue en otoño y por lo cual no se documentaron algunas especies migratorias,

Palabras clave: Índice, Transecto, Fauna, Escenario 1 (E-T01), Escenario 2 (E-T02), Sistema Ambiental (S.A.), Similitud ecológica.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

En México la minería es una actividad económica de mucha importancia, por lo que ha sido fuente de desarrollo del país, suministrando insumos a todas las industrias, entre las que destacan: construcción, metalúrgica, siderúrgica, química y electrónica, sin embargo, esta actividad provoca un alto impacto ambiental, sobre todo la de cielo abierto ya que remueve la capa superficial de la tierra para acceder a los yacimientos a extraer. Los modernos equipos de excavación, las cintas transportadoras, la gran maquinaria, el uso de nuevos insumos y las tuberías de distribución permiten remover montañas enteras en pocas horas haciendo rentable la extracción del mineral (Hammond, 2013). La mayoría de estas actividades ocasionan impactos al ambiente, además de provocar perturbaciones a la fauna silvestre debido a las emisiones de ruido, contaminación del aire y del agua, además de efectos directos en la disminución de la calidad del hábitat debido al cambio de uso del suelo. Por ello, se pretende intensificar los proyectos y estudios ambientales ya que no solo presentan beneficios económicos, que en síntesis se reflejan en acciones directas en el campo que favorecen a la conservación integral de la flora y fauna silvestres nativas de una región (Ruíz, 2011).

SEMARNAT (1997-2000) reporta que México reúne en su territorio una elevada proporción de la flora y la fauna del mundo en solamente el 1.3% de la superficie mundial, se concentra entre el 10 y el 15% de las especies terrestres, ocupa el primer lugar mundial en cuanto a riqueza de especies de reptiles (717), el cuarto en anfibios (295), el segundo en mamíferos (500), el décimo primero en aves (1,150), y posiblemente el cuarto en angiospermas ya que se calculan 25,000 especies, cuenta con 52 de las 1,012 especies reconocidas de mariposas de la familia Papilionidae, por lo cual es considerado uno de los 12 países mega diversos.

La diversidad biológica ha sido reconocida a nivel nacional e internacional como un elemento fundamental para el desarrollo de planes de conservación y el uso sustentable de los recursos naturales y por lo tanto, su conocimiento, cuantificación y

análisis es fundamental para entender el mundo natural y los cambios inducidos por la actividad humana (Villarreal *et al.*, 2006)

Es por eso que esta investigación tienen como objetivo obtener diversidad, abundancia y riqueza específica y los cambios que ha tenido la diversidad después de un año en el sistema ambiental del proyecto minero Carlos II, Palaú, Coahuila, considerando la diversidad original de la zona como parámetro de comparación con la de la actualidad, y con esto obtener una visión sobre la tendencia de deterioro del sistema ambiental, lo cual permitirá a estudios futuros establecer y evaluar qué ocurre con la fauna silvestre dentro del área.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Obtener índices de diversidad, abundancia relativa y riqueza de especies por grupo faunístico en el sistema ambiental del proyecto minero Carlos II, Palaú, Coahuila, México.

1.1.2 Objetivo específico

- Evaluar si existen diferencias en el sistema ambiental en cuanto a la diversidad de especies por grupo faunístico después de un año de que inicio la mina.

1.2 Hipótesis

Ho: No existe diferencia en la diversidad de aves, mamíferos, reptiles y anfibios en los dos escenarios en el Sistema Ambiental del proyecto Carlos II.

Ha: Existe diferencia en la diversidad de aves, mamíferos, reptiles y anfibios en los dos escenarios en el Sistema Ambiental del proyecto Carlos II.

CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes del área de estudio.

A inicios del 2012 MICARE (Minera el Norte Río Escondido, S.A de C.V.) solicito la autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo para el aprovechamiento de carbón mineral mediante el sistema de minado a cielo abierto; sin embargo, el área del proyecto contaba con la existencia de un tajo inundado producto del aprovechamiento de carbón en periodos anteriores (se desconoce la fecha de operación previa), como parte de los estudios técnicos¹ fue necesario realizar un diagnóstico previo del sitio para identificar y evaluar los impactos ambientales derivados del aprovechamiento de carbón bajo el sistema de minado señalado, esto en cumplimiento con los artículos 117 de la Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y el 120 del reglamento de la LGDFS.

Se llevaron a cabo muestreos de fauna silvestre de las cuales se identificaron como especies indicadoras las enlistadas bajo algún estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y para lo cual fue necesario ejecutar un programa de rescate de estas mismas además de las llamadas “*de lento desplazamiento*”.

La empresa Minera del norte inicio sus operaciones a mediados del 2012 mediante el tajo inundado por lo cual se vio en la necesidad de desaguar dicho tajo hacia el rio San Antonio que alimenta a la presa Flores.

Previo a la operación del proyecto, el área contaba con terrenos parcelarios que durante mucho tiempo se habían dedicó a actividades de agricultura de temporal y de riego así como a la ganadería, en especial de caprino y bovino ambos en condiciones de agostadero y en un pequeño porcentaje a la minería. Así mismo la vegetación de tipo matorral espinoso cubría gran parte de la superficie y estaba integrada por: *Prosopis glandulosa*, *Acacia farnesiana*, las especies arbustivas más comunes: *Koeberlinia spinosa*, *Ziziphus obtusifolia*, *Leucophyllum frutescens*,

¹ Manifestación de impacto ambiental en modalidad particular para el sector minero y estudio técnico justificativo para solicitud de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Guaiacum angustifolium, *Celtis pallida*, el estrato herbáceo integrado por: *Bouteloua trifida*, *Tridens texanus* y *Bouteloua curtipendula*.

Con respecto a la fauna, las aves fue el grupo con mayor riqueza de especies para el área del proyecto destacando por su abundancia y riqueza la garza ganadera (*Bubulcus ibis*), el gorrión garganta negra (*Amphispiza bilineata*), perлита del desierto (*Polioptila melanura*) gorrión corona blanca (*Zonotrichia leucophrys*), paloma doméstica (*Columba livia*), la urraca (*Quiscalus mexicanus*), el tordo cabeza café (*Molothrus ater*) y el chilero (*Passer domesticus*), el caracara (*Caracara cheriway*) y especies como el halcón cola blanca (*Buteo albicaudatus*), águila de Swainson (*Buteo swainsoni*), halcón de Harris (*Parabuteo unicinctus*), estas últimas tres especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría Pr (Sujeta a Protección Especial).

Dentro de las especies de mamíferos el coyote (*Canis latrans*) se documentaba con facilidad en el área del proyecto por sus huellas, excretas o aullidos, así como la presencia de jabalí (*Tayassu tajacu*), mapache (*Procyon lotor*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), gato montés (*Lynx rufus*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), ya sea por avistamientos directos o por la presencia de rastros. El conejo cola blanca (*Sylvilagus audubonii*) y la liebre cola negra (*Lepus californicus*) son las únicas especies de lagomorfos encontradas en el área del proyecto y las que se observaban con mayor frecuencia. Del grupo de los roedores, las especies más frecuentes eran el ratón de bolsas espinoso (*Chaetodipus hispidus*), la rata de garganta negra (*Neotoma micropus*), la rata jabalina (*Sigmodon hispidus*), el ratón de los cactus (*Peromyscus eremicus*) y la ardilla de tierra (*Spermophilus mexicanus*). En las zonas arboladas, especialmente en la cercanía de cuerpos de agua se observaba la ardilla arbórea (*Sciurus aureogaster*) de igual manera se registraba de manera abundante a la orilla de los cuerpos de agua al tlacuache o zarigüeya (*Didelphis virginiana*).

Dentro del grupo de reptiles la tortuga de orejas rojas (*Trachemys elegans*), listada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección Especial (Pr) fue observada con frecuencia en los cuerpos de agua de la zona, pues es una

especie que se encuentra activa gran parte del año y habita tanto en cuerpos de agua temporales como permanentes.

2.2 Que es la biodiversidad o diversidad biológica

La biodiversidad o diversidad biológica se define como “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”. El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Moreno, 2001).

2.2.1 Importancia de la biodiversidad

La biodiversidad contribuye a la regulación del equilibrio ecológico del planeta y nos proporciona diversos servicios ambientales, como la regulación del clima, la formación y conservación de suelos, la captación del agua, la generación de oxígeno, la mitigación y la absorción de gases, la fijación y regulación de diversos ciclos biogeoquímicos, además de que genera diversos tipos de energía, entre otros servicios (Barroso, 2005).

2.3 Definición de Fauna Silvestre

Barroso (2005) describe a la fauna silvestre como especies de animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo el control del hombre así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Según la SEMARNAT y CONAFOR (2009) la Vida Silvestre “está formada por los animales invertebrados y vertebrados residentes o migratorios, que viven en

condiciones naturales en el territorio nacional y que no requieren del cuidado del hombre para su supervivencia”.

Según la Ley General de Vida Silvestre (2000), La vida silvestre está conformada por todos aquellos organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales.

2.4 Métodos de muestreos

Mata (2012) menciona que existen diversas técnicas y métodos de muestreo para la determinación del número de individuos de una población. Destacando por su fácil aplicación e importancia la utilización de transectos diurnos, conteo de excretas, conteos en helicópteros, estaciones odoríferas. Por otra parte Gallina y López (2011) mencionan que no existe ningún método que brinde los mejores resultados para cualquier especie y condiciones de hábitat, si no que cada método tiene ventajas y limitaciones que deben considerarse antes de seleccionar. La selección de determinado método depende de los objetivos para lo cual se quiere conocer la abundancia poblacional. Por lo tanto, todos los métodos utilizados para obtener dicho parámetro involucran la utilización de algún tipo de conteo directo o indirecto.

2.4.1 Métodos directos

Gallina y López (2011) separan los métodos directos en tres categorías: conteo en transectos, captura-marcaje y construcción de la posible estructura de la poblacional con base en datos de la propia población.

2.4.2 Métodos indirectos

Los conteos indirectos son el registro del número de alguna clase de signo producido por el animal de interés como cuevas o madrigueras, cadáveres, nidos, huellas y heces, encontradas en cuadrantes, transectos u otras unidades de muestreo, teniendo en cuenta que estos indicios son más sencillos de recolectar que otros métodos utilizados para la estimación de la abundancia relativa (Martella *et al.*,

2012). Las huellas, por ejemplo, son indicios altamente variables que pueden contener información útil, ya que son una evidencia confiable de la presencia de una especie en un lugar determinado, por lo que se pueden utilizar para hacer estudios sobre comparaciones de uso de hábitat y abundancia relativa de especies (Rodríguez, 2005).

Cuando la observación directa y el trampeo son menos eficientes debido a recursos económicos. Los métodos indirectos resultan muy efectivos para cuantificar la abundancia o densidad de una población (Mata, 2012). Se considera que los métodos indirectos presentan ventajas sobre los directos ya que son menos afectados por el sesgo de variación de la visibilidad, son independientes de la hora del día (mientras que los registros directos deben de coincidir con la hora de mayor actividad de los animales), interfieren menos con la fauna bajo estudio, se presta a un diseño muestral por parcelas y análisis estadístico de rigor y aunque el sesgo personal este siempre presente, se estima que sea menor en los registros indirectos. (Gallina y López, 2011)

2.5 Selección de transectos o trayectos

El transecto es una línea de longitud conocida y ubicación exacta desde donde se toman los datos, puesto que es una unidad muestral. Pineda (2006) menciona que la selección de los transectos a recorrer es de suma importancia ya que definen de una manera determinante si el muestreo es o no representativo del área que se está evaluando, por lo tanto recomienda considerar entre otras cosas:

- 1) la topografía que recorre el transecto, con respecto a la topografía general del predio.
- 2) los tipos de vegetación que recorre el transecto, con respecto a los que son más abundantes y de mayor área de cobertura.
- 3) la ubicación y distribución de las fuentes de agua (permanentes y temporales) con respecto al recorrido del transecto y las masas de vegetación predominantes.

Burnham *et al.* (1980) mencionan que el método de transecto es relativamente fácil de aplicar en campo además de que no es costoso y lo respalda una teoría simple pero sólida, hay facilidades para el cómputo de datos y a diferencia de los métodos indirectos, no requiere de un conocimiento previo de la biología ni de la etología de los animales.

En México es utilizado principalmente en los hábitat áridos del noroeste en asociaciones vegetales de Matorral Espinoso mediano y bosque de Pino - Encino con Oyamel – *Abies* en la Sierra del Carmen, Coahuila (Tavizon, 1998), así como en Vegetación Riparia, Matorral Submontano, Matorral Rosáceo y Bosque de Encino en la sierra de Zapaliname, Coahuila (Profauna, 2011). En Costa Rica ha sido utilizado para estimar la densidad de mamíferos terrestres en áreas de conservación (Arévalo, 2001).

2.6 Muestreo de aves

Villarreal *et al.* (2006) mencionan que para el estudio de aves, la observación directa es uno de los métodos más aplicados, ya que es efectivo y permite obtener listados de especies lo más completas y representativas posibles, es altamente eficiente ya que maximiza la información obtenida por unidad de tiempo y esfuerzo, además permite obtener datos sobre el comportamiento, ecología e historia natural de las especies. Sin embargo, uno de los grandes inconvenientes para el registro de especies en algunos hábitats, sobre todo en tropicales es que la vegetación dificulta la observación de las aves. Además la mayoría de ellas se comunican entre sí utilizando señales auditivas que pueden ser detectadas a grandes distancias. El conocimiento de las vocalizaciones de las diferentes especies es la herramienta más eficiente mediante la cual puede ser inventariada la avifauna de una región, además de conocer la forma, coloración y diseño del plumaje.

Gallina y López (2011) hacen énfasis en que los métodos de puntos de conteo, conteos en trayectos y redes de niebla, son los tres métodos más usados, sin embargo el ultimo no incluye el uso de sonidos, por lo cual las dos primeras técnicas son más eficientes por que hacen uso de las vocalizaciones, siendo estas el medio más eficientes para contabilizar la especies de aves.

2.7 Muestreo de mamíferos

Rodríguez (2005) menciona que para la colecta de indicios de las especies de mamíferos los recorridos en transectos, instalación de trampas de captura y la instalación de trampas huella o estaciones odoríferas, son los métodos más comunes y fáciles de aplicar. Sin embargo, cabe señalar que los índices de abundancia relativa basados en las frecuencias de distribución de los indicios o avistamientos, constituyen casi la única práctica alternativa para el estudio de las especies de mamíferos, debido a la escasez de algunas especies, los hábitos nocturnos o crepusculares que muchas especies presentan y el tamaño del área de estudio. Igualmente este tipo de índices tiene una serie de ventajas sobre los conteos directos o basados en capturas ya que su utilización no es tan compleja y suelen ser más económicos. (Navarro y Muñoz, 2000).

Para el muestreo de carnívoros el método de estaciones odoríferas ha sido ampliamente utilizado para estimar densidades relativas y tendencias poblacionales (Hohnson y Pelton, 1981). Algunos investigadores como (Novaro *et al.*, 2000) utilizaron este método para estudiar cambios temporales en la densidad de zorros, a sí mismo (Pacheco *et al.*, 2004) propusieron un programa de monitoreo para puma y zorro en un sitio de la puna húmeda de Bolivia, usando atrayentes odoríferos. Este último trabajo sugiere que las poblaciones de zorros pueden ser monitoreadas con base a un índice de huellas de manera relativamente económica, además es un método barato y puede ser aplicado en grandes áreas.

Ojasti (2000) enfatiza que la ventaja de utilizar estaciones odoríferas para el estudio de mamíferos radica en que: 1) el registro del animal no depende de su detectabilidad o capturabilidad, 2) pueden registrarse especies huidizas o nocturnas, 3) no se afecta la salud de los animales, 4) se reduce la posibilidad de transmisión de enfermedades para el investigador y 5) es una alternativa práctica y económica para el estudio de mamíferos; En cuanto a las desventajas menciona: 1) la variación en las huellas que se puede presentar por el tipo de sustrato, tamaño o peso del animal, 2) la capacidad de detectabilidad de las trampas que puede distorsionar los resultados obtenidos, para lo cual se debe estandarizar la metodología teniendo en

cuenta el horario del recorrido y velocidad de la marcha y 3) la pérdida de datos en las trampas como consecuencia de la lluvia excesiva u otros factores climáticos.

Balderrama *et al.* (2005) mencionan que para el muestreo de mamíferos de talla mediana con trampas de captura viva, se obtienen datos que permiten la estimación de la abundancia relativa para las especies capturadas, la riqueza, la diversidad; en caso de realizar trabajos de marcado y con la recaptura se estiman movimientos, rangos de hogar y tamaños poblacionales. Además se deben tener en cuenta algunas consideraciones como la disposición y número de trampas ya que la confiabilidad del estudio dependerá de una adecuada instalación, número de días de trampeo y número de trampas instaladas. Es importante resaltar que la utilización de trampas Tomahawk presenta ciertas desventajas ya que no permite tener una buena representación de las especies registradas por que son selectivas en el tipo de captura, además de que son grandes, pesadas y con un alto costo de las mismas.

Sánchez *et al.* (2003) establecieron trampas Tomahawk además de otros métodos para el inventario de mamíferos en un bosque de los Andes, en donde las trampas se ubicaron en transectos lineales, capturando así a varios ejemplares de comadreja overa (*Didelphis albiventris*).

Painter *et al.* (1999) proponen que para el muestreo de mamíferos pequeños o roedores las Trampas Sherman son muy eficientes ya que permiten realizar estudios poblacionales y ecológicos sin reducir la población faunística por lo que son fundamentales para estudios donde se pretenden conservar la fauna silvestre.

Sánchez *et al.* (2003) realizaron un inventario de mamíferos en los Andes centrales de Colombia, estableciendo la metodología de transectos lineales con trampas Sherman en donde se encontraron las siguientes especies de roedores: *Oryzomys albigularis*, *Thomasomys aureus*, *Thomasomys cinereiventer* y *Cryptotis medellinia*, lo cual indica que la metodología es efectiva para los roedores.

2.8 Muestreo de reptiles y anfibios

Gallina y López (2011) mencionan que para estimar los atributos de las poblaciones y comunidades de anfibios y reptiles como la abundancia, riqueza de

especies y tamaño poblacional, los métodos más utilizados son los transectos, además permiten evaluar diferencias faunísticas entre áreas (gradientes topográficos, gradientes de hábitat, zonas con diferentes tipos de vegetación, entre otros).

2.9 Estimadores de abundancia y diversidad de fauna silvestre

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies, riqueza y el número de individuos de cada especie (Juárez, 2006). Los índices que a continuación se describen fueron empleados en cada uno de los grupos faunísticos.

2.9.1 Índice de abundancia relativa

De acuerdo con Fernández (2005) la abundancia relativa de una población se define como el número de individuos presentes en un área. Así mismo (Gonzales, 2012) establece que un índice de abundancia relativa es un análisis relacionado con la abundancia animal que se obtiene por medio de un conteo incompleto que generalmente no detecta a todos los individuos presentes en el área estudiada, por lo cual no se puede establecer el número total de ellos. Este índice es utilizado para determinar presencia y abundancia relativa y supone que la evidencia de la presencia de una especie, estará ausente en áreas donde su frecuencia será diferente de cero y aumentara en la medida que el tamaño poblacional sea mayor.

Altrichter y Boaglio (2003) reporta que los índices de abundancia relativa son importantes en los esfuerzos de conservación de los grandes mamíferos donde los estudios se han concentrado en entender como factores ecológicos y antropogénicos influyen en la distribución y abundancia.

Para la obtención de este índice es preciso conocer tanto el número de individuos de cada especie (n_i) como el número total de individuos de todas las especies (N). La abundancia relativa se obtiene con la siguiente ecuación:

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

Dónde:

Ar = Abundancia relativa (%)

n_i = Número de individuos registrados por especie

N = Número total de individuos de todas las especies

2.9.2 Índice de Shannon-Wiener (H')

De acuerdo con Lara (2009) el índice de Shannon-Wiener se basa en la teoría de la información y por lo tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice tiene como valores de referencia a 1 como baja diversidad y 5 como alta diversidad y se obtiene con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

p_i = Proporción o abundancia relativa de cada especie en la localidad

ln = logaritmo natural.

2.9.3 Índice de Simpson

El índice Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat, toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por ello el Índice de Simpson se presenta como una medida de dominancia, como se acaba de indicar (Bouza y Covarrubias, 2005).

El índice de Simpson estima si en un área determinada hay especies dominantes al sumar términos al cuadrado le da importancia a las especies

abundantes y por tanto la dominancia será alta, cercana a 1 que es el valor máximo que toma el índice, caso contrario para valores cercanos a cero, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado, y cuya fórmula es la siguiente:

$$\lambda = \sum P_i^2$$

Dónde:

λ = índice de Simpson.

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

2.9.4 Índice de Equitatividad de Shannon-Wiener

La equitatividad (E) es, que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies. Es decir, refleja la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima (H'_{\max}) posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Lara, 2009).

La equitatividad se expresa con la siguiente ecuación:

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

Dónde:

J' = índice de Equitatividad de Shannon-Wiener

H' = Índice de Shannon-Wiener

H'_{\max} = máxima diversidad posible

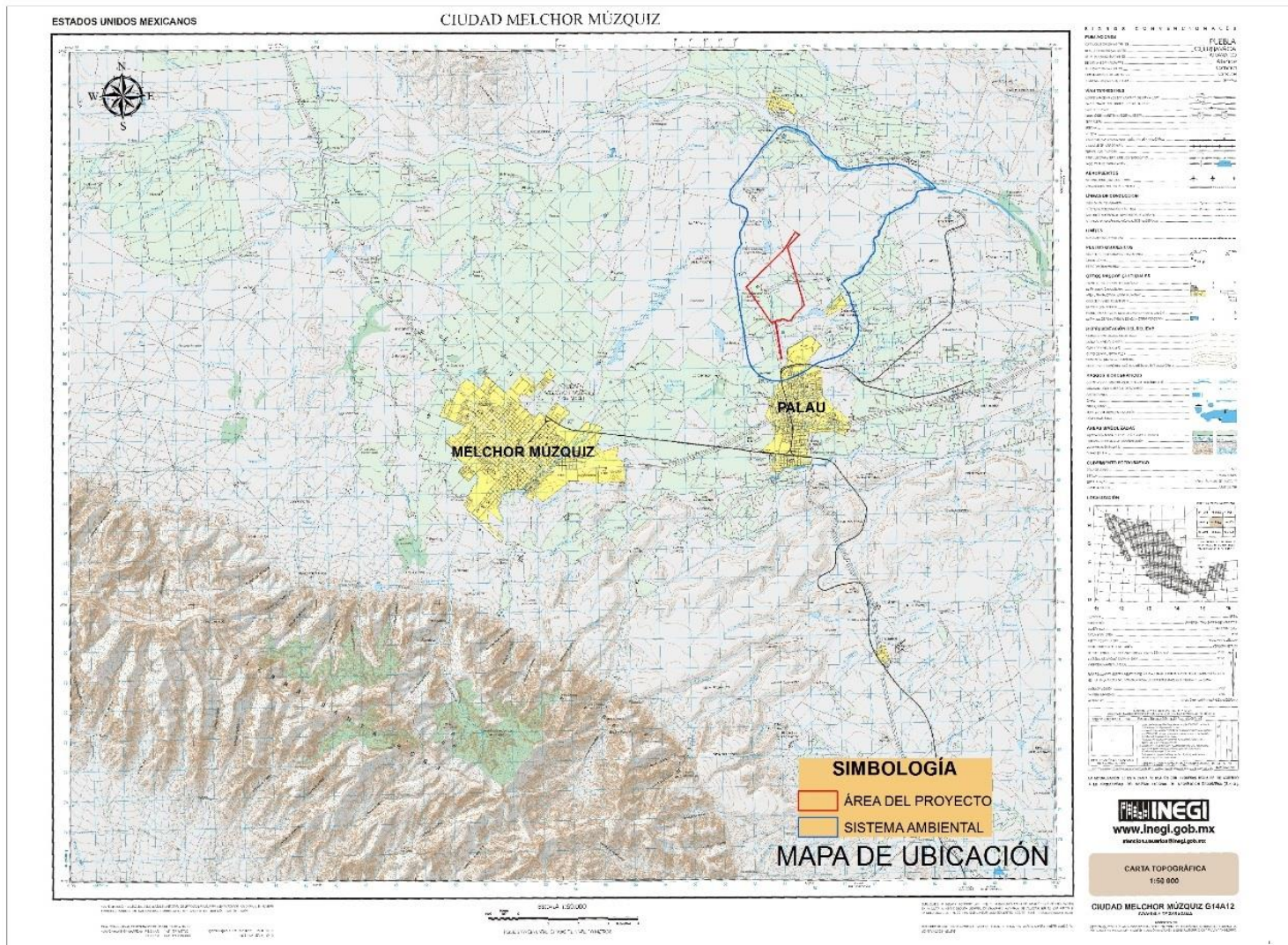
Y mide la proporción de la diversidad con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 de tal forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El Estado de Coahuila se ubica en el centro norte de la parte septentrional de la republica limita al norte con los Estados Unidos de América, al oriente con el Estado de Nuevo León, al sur con los Estados de San Luís Potosí, Zacatecas y Durango y al poniente con Durango y Chihuahua. El estudio se realizó en el Proyecto minero “Carlos II” el cual se ubica dentro del Municipio de Múzquiz al Noroeste del poblado de Palaú, Coahuila aproximadamente a 4.5 km, rumbo al camino al Ejido Santa María. El muestreo se realizó durante el mes de octubre del 2013.

La superficie que ocupa el área del proyecto es de 282.58 ha, la cual fue afectada por las actividades mineras, mientras que el sistema ambiental tiene una superficie de 2969.79 ha, en las cuales se realizó el presente estudio.

Figura 1 Ubicación geográfica del área de estudio.



3.2 Orografía

En cuanto al sistema de topoformas, para el área del proyecto y el sistema ambiental, este es homogéneo. Son valles originados por la acción de socavamiento de los ríos sobre la superficie de erosión de las rocas del tipo aluvión del Holoceno reciente que se caracteriza por su poca resistencia a los agentes erosivos. Dentro del terreno se presentan elevaciones de 420 m s.n.m. (INEGI, 1990).

3.3 Clima

El clima dominante en el área de estudio corresponde a la fórmula climática BSo(h')(x') de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificado por García (1973), este clima se describe como seco, muy cálido y con régimen de lluvias escasas a lo largo del año con más de 18% de lluvias invernales. Las temperaturas medias que se registran para el área de estudio, se encuentra entre los 19 y 22.4°C, donde los meses más cálidos se presenten en los meses de verano con temperaturas medias arriba de los 27°C hasta los 29.6°C, se presentan temperaturas superiores a los 36°C para las estaciones de Palaú, Múzquiz y Sabinas, para la estación Las esperanzas se registran temperaturas extremas de hasta los 49°C. Por el contrario los meses más fríos corresponden a Diciembre y Enero con temperaturas medias por debajo de los 13°C, en estos meses las temperaturas mínimas descienden a los 3°C, inclusive se tienen registros de temperaturas extremas mínimas de hasta -12°C para las estaciones de Palaú y Múzquiz. (INEGI, 1990).

Las precipitaciones anuales reportadas para las estaciones meteorológicas van de los 480 a los 630 mm, estas lluvias son escasas a lo largo del año, teniendo para los meses de verano mayor precipitación mensual con medias superiores a los 98 mm para la estación de Múzquiz. Generalmente se presentan de 23 a 40 días con lluvias durante el año.

3.4 Hidrografía

El área del proyecto se localiza dentro de la región hidrológico-administrativa VI "Río Bravo" a su vez dentro de la región hidrológica RH24 denominada Río Bravo-Río Conchos de acuerdo a la cartografía superficial 1:250 000 elaborada por INEGI.

Esta región se subdivide en 14 cuencas a las cuales se les designa una letra mayúscula del alfabeto (“A” a la “N”), el área se ubica dentro de la cuenca “D” Presa Falcón-Río Salado de Nadadores (Cuenca Bravo-Sosa), esta misma a su vez se divide en 12 subcuencas señaladas por letras minúsculas del alfabeto, el área se ubica dentro de la subcuenca “e” Río Bravo; el sistema ambiental del área del proyecto se ubica dentro de la microcuenca El pescado con clave RH24-D-e18 (INEGI, 1990).

Las corrientes superficiales de mayor importancia, cercanas a la zona del proyecto, son los Ríos San Juan, Álamos y Blanco. Mismos que descargan sus aguas al Río Sabinas, y que a su vez escurre de NW a SE, llegando a descargar sus aguas en el vaso de la Presa Venustiano Carranza, sitio en donde confluyen los Ríos Salado y Nadadores, este último escurre en dirección Sur-Norte.

Específicamente para el área del proyecto se presentan tres arroyos: A. Cantarranas, A. San Antonio y A. Juan Gil, únicamente el arroyo cantarranas atraviesa la zona que será afectada por el tajo sin embargo este cuerpo de agua corresponde a un arroyo seco, por lo que se considera una afectación nula, mientras que los otros arroyos y la represa no serán afectados en ningún momento.

3.5 Edafología

Dentro del área del proyecto “Carlos II” se presenta el suelo Vertisol pelico en la mayoría superficie en toda el área.

Los suelos Vertisol, son característicos de climas templados y cálidos, especialmente con una estación seca muy marcada y otra muy lluviosa, presentan una estructura masiva y un alto contenido en arcillas, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, y que por ser colapsables en seco forman grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color más común es el café rojizo en el norte del país presentan una baja susceptibilidad a la erosión y un alto riesgo de salinización. La subunidad de suelo conocido como Pélico (P) corresponde a la coloración oscura.

A lo que se refiere a la clase textural estos representan suelos arcillosos de textura fina (con más de 35% de arcilla) que tienen mal drenaje, escasa porosidad, por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y son menos favorables al laboreo. Dentro de algunos predios se presenta este tipo de suelo con unidades secundarias del tipo Xerosol háplico (INEGI, 1990).

3.6 Vegetación

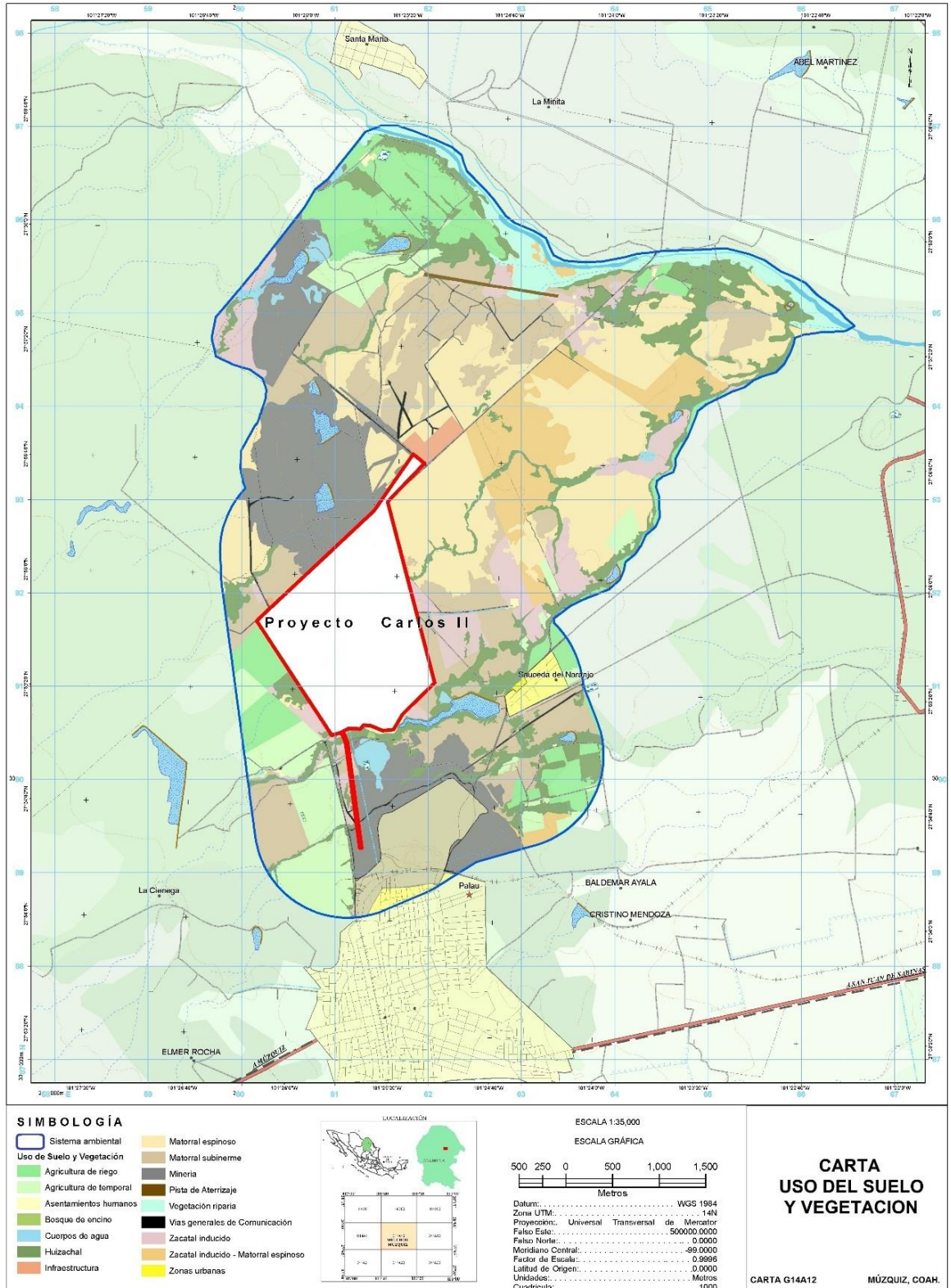
De acuerdo con Villarreal y Valdés (1992-93) dentro del sistema ambiental se presenta la vegetación denominada Matorral espinoso, el cual está integrado por especies como el huizache (*Acacia farnesiana*), siendo esta la más dominante, y de manera codominante el granjeno (*Celtis pallida*), el chaparro prieto (*Acacia rigidula*). Otras especies frecuentes son el mezquite (*Prosopis glandulosa*), salvia (*Salvia ballotiflora*) y nopal forrajero (*Opuntia lindheimeri*). Además se desarrolla el palmito de Coahuila (*Yucca coahuilensis*) que es una especie endémica.

En lomeríos y laderas bajas, sobre sustratos calizos con suelos superficiales y pedregosos se encuentra el Matorral Subinerme, esta comunidad se caracteriza por tener una riqueza alta de arbustos espinosos e inermes que en general integran una vegetación subinerme con alturas de hasta 2.90 m. Las especies dominantes son el chaparro prieto (*Acacia rigidula*), uña de gato (*Acacia greggii*), y huizache (*Acacia farnesiana*). Otras especies importantes son granjeno (*Celtis pallida*), la bizbirinda (*Ziziphus obtusifolia*) y la vara dulce (*Eysenhardtia texana*).

El Huizachal es abundante en hondonadas y áreas con suelos profundos de origen aluvial y disponibilidad de humedad. La comunidad está determinada por especies arbóreas, cuyo elemento dominante es el huizache (*Acacia farnesiana*) que posee fustes bien definidos con diámetro medio de 20.38 cm y una altura de 5.98 m, de manera aislada se presenta el palo blanco (*Celtis laevigata*).

El estrato arbustivo está dominado por el granjeno (*Celtis pallida*) especie que forma un estrato de 170 cm de altura, de manera codominante se presenta el jazmincillo (*Aloysia gratissima*) y el huizache (*Acacia farnesiana*), Otras especies presentes en el área son el mezquite (*Prosopis glandulosa*) y uña de gato (*Acacia greggii*).

Figura 2 Uso del suelo y vegetación del sistema ambiental



CAPÍTULO 4 MATERIALES Y MÉTODOS

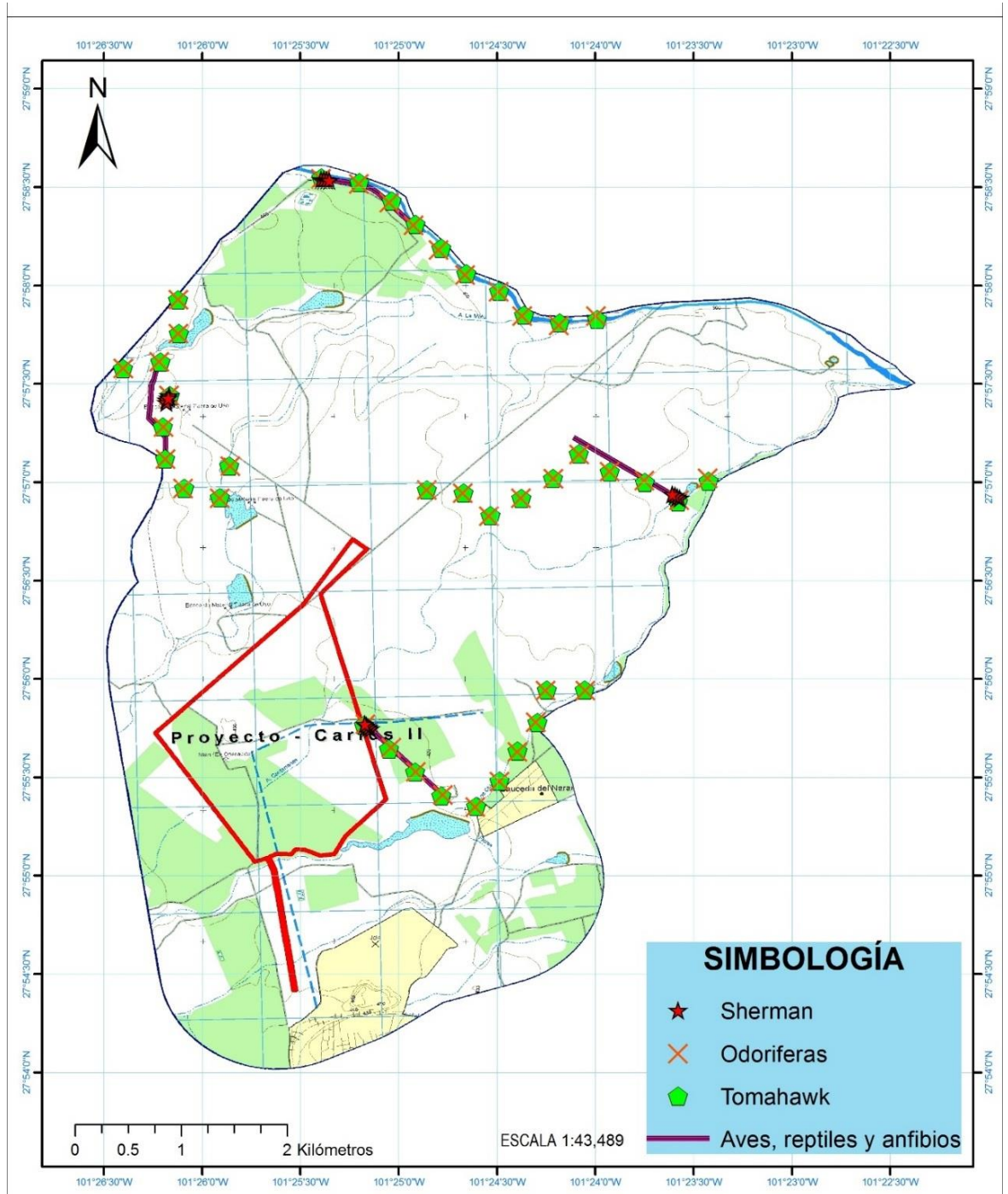
Para la estimación de la diversidad y riqueza de especies por grupo faunístico en el sistema ambiental (en lo sucesivo S.A.), se inició con recorridos de reconocimiento para identificar las áreas potenciales y estratégicas para el establecimiento de los transectos. Se tomaron coordenadas de cada uno de ellos con la ayuda de un sistema de posicionamiento global (GPS) marca Garmin etrex 20, esto con la finalidad de conocer los límites de cada uno de los transectos y del sistema ambiental, utilizando UTM como sistema de coordenadas.

Se establecieron sitios de muestreo con un total de 4 localizaciones en donde se aplicaron diversos métodos de captura e identificación de especies tales como transectos de observación directa para la identificación de aves, reptiles y anfibios, así como el rastreo y localización de huellas, excretas o cualquier otra evidencia de fauna presente en estos emplazamientos designados. Se agregaron sistemas de trapeo Tomahawk y Sherman, las primeras para capturar especímenes de mamíferos de talla mediana y las segundas para la captura de mamíferos pequeños (roedores), además del establecimiento de estaciones odoríferas con el objetivo de identificar huellas de mamíferos de gran tamaño. Así como huellas accidentales de aves, roedores y/o de reptiles que hicieran presencia en las mismas.

4.1 Métodos de muestreo utilizados para la fauna silvestre

A continuación se presentan los métodos de muestreo con los cuales se obtuvieron los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular del proyecto minero Carlos II, así mismo fueron empleados esos mismos métodos en este estudio con la finalidad de comparar la fauna existente después de un año en la misma área de estudio. Estos métodos resultaron ser sencillos, y económicos, además de ofrecer a corto y mediano plazo la situación en que se encuentra la fauna.

Figura 3 Ubicación geográfica de trampas y transectos dentro del sistema ambiental del escenario 2 (E-T02)



Cabe destacar que las coordenadas de los transectos e instalación de las trampas del escenario 1 (E-T01), se extraviaron y los resultados faunísticos fueron obtenidos directamente del manifiesto de impacto ambiental.

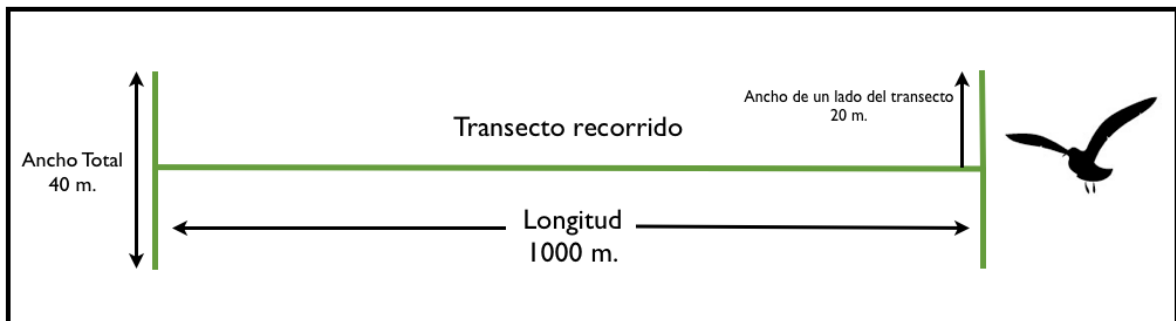
4.1.2 Aves

Método de “Conteo físico en transecto de banda para aves”

Se recorrió una distancia de 1000 m a lo largo de caminos y senderos, contabilizando todas las aves observadas a 20 m a cada lado del eje del transecto como se muestra en la figura 4. El muestreo se realizó a pie, preferentemente entre las 7:00 y las 10:00 a.m. tratando de coincidir con el periodo de mayor actividad. Se registraron todos los avistamientos de aves y se tomaron fotografías a las especies encontradas en el S.A. Para la observación de aves se usaron binoculares 10 x 50 mm. Es importante aclarar que solo los ejemplares que se encontraron dentro de los límites marcados del transecto se contabilizaron, además se registraron las coordenadas geográficas del inicio y final del transecto, para ser presentados en un plano del área.

Posteriormente las fotografías tomadas de las especies encontradas, se cotejaron e identificaron con construcción de guías en base a estudios realizados en la región por la CONABIO.

Figura 4 Transecto en banda para aves.



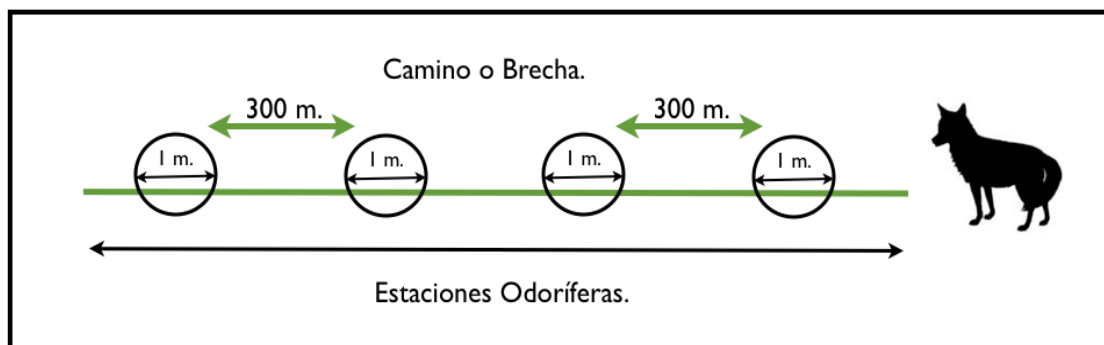
4.1.3 Mamíferos

Método “estaciones odoríferas en transectos lineales para carnívoros”

La baja densidad y el comportamiento de la mayoría de los carnívoros como las zorras, dificultan la estimación de la abundancia con precisión y con bajo sesgo y costo. Por esta razón las estaciones odoríferas se consideran el método más eficaz para detectar a los carnívoros y su aplicación es de relativo bajo costo.

Consiste en establecer sobre brechas, caminos secundarios o arroyos un transecto de 3 km a lo largo del cual se establecen 10 estaciones odoríferas (figura 5). Para la construcción de dichas estaciones, se removió el suelo en 1m² dejándolo suelto hasta permitir el marcado de huellas al momento de ser visitado por los animales. Se utilizó sardina en salsa de tomate como atrayente y se colocó en el centro de la estación. Las estaciones se prepararon durante la tarde y se revisaron al día siguiente registrando así las visitas de mamíferos medianos y descartando especies como roedores y aves, así como de venado, ganado vacuno y caprino. Se tomaron fotografías de las estaciones visitadas para después identificar las huellas con guías de la fauna de la región.

Figura 5 Transecto para carnívoros con estaciones odoríferas

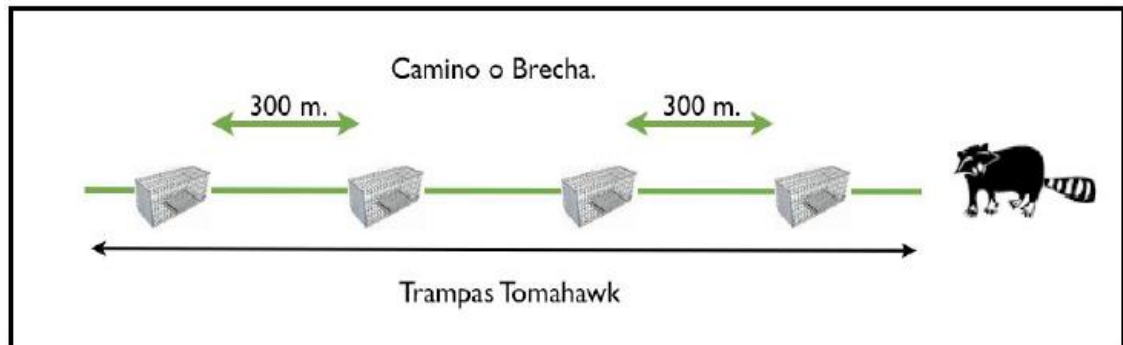


Método “trampas Tomahawk para mamíferos medianos”

Se establecieron series de 10 trampas Tomahawk distribuidas a 300 m de separación entre cada una a lo largo de caminos y brechas, cerca de madrigueras y senderos (figura 6). Las especies susceptibles a caer en este tipo de trampas son los zorrillos, mapaches, tlacuaches y similares, no descartando la posibilidad de otras

especies como roedores. La ubicación y distribución de las trampas varía de acuerdo a las condiciones que presentaba la vegetación. El cebo empleado fue sardina en salsa de tomate.

Figura 6 Transecto para mamíferos medianos con trampas Tomahawk

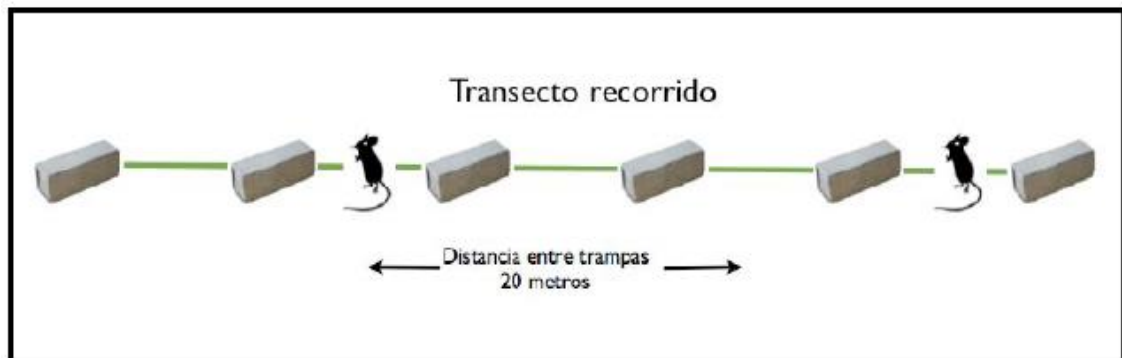


Método “trampas tipo Sherman para mamíferos pequeños o roedores”

De acuerdo a la metodología se deben colocar 18 trampas en una sola hilera lo largo de una brecha, pero debido a que solo contamos con 4 trampas Sherman la metodología estuvo sujeta a modificaciones de acuerdo a lo planeado inicialmente, puesto que existió la necesidad de adaptar el método a las circunstancias.

Para el muestreo de roedores se colocaron 4 trampas en una hilera a lo largo de una brecha o sendero con una distancia de 20 m entre ellas (figura 7). El atrayente que se utilizó fue una mezcla de crema de cacahuete, avena y vainilla líquida. Las trampas se colocaron en lugares estratégicos (arbustos, matorrales, madrigueras) durante la noche (18:00-21:00 hr) y fueron revisadas a la mañana siguiente (7:00-9:00 am). Los individuos capturados se contabilizaron, fotografiaron, se identificaron y liberaron de manera inmediata cuidadosamente para no lastimarlos.

Figura 7 Transecto para roedores con trampas Sherman.

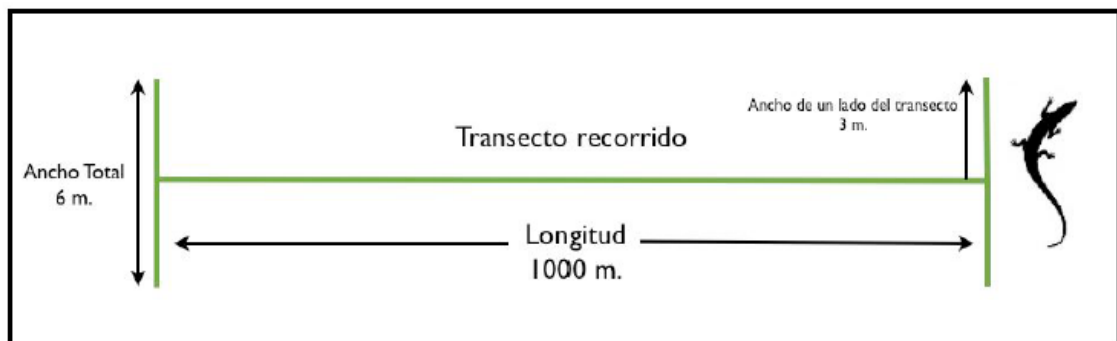


4.1.4 Reptiles y anfibios

Método "Cuento físico en transectos de ancho fijo para anfibios y reptiles"

Esta metodología es muy similar al de las aves, con la adaptación del ancho del transecto disminuido a 6 m. Se registraron los ejemplares detectados mientras se caminó a través de una línea recta con una longitud de 1000 m (figura 8), sobre la marcha se removieron piedras, troncos, ramas y otros desechos que les pudieran servir como refugio o protección. Estos elementos del hábitat fueron colocados de nuevo en su posición inicial tratando de causar la menor alteración posible.

Figura 8 Transecto para anfibios y reptiles.



4.1.5 Coeficiente de similitud de Jaccard

Con la finalidad de comparar la composición de especies en la misma área de muestreo pero en diferente tiempo y determinar el grado de similitud o disimilitud ecológica se utilizó el índice de Jaccard. Ya que expresa el grado en el que dos muestras son semejantes o diferentes por las especies presentes en ellas (Moreno, 2001). El cual se obtiene con la siguiente formula:

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

Dónde:

I_J = índice de Jaccard

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies compartidas en los sitios A y B

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.

4.2 Prueba estadística para comprobar si existe diferencia en la diversidad entre escenarios (E-T01 y E-T02) en base al Índice de Shannon Wiener.

Se comparó la diversidad obtenida para cada grupo faunísticos de la línea base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, y comprobó si es estadísticamente diferente a la diversidad obtenida en el presente estudio con una confiabilidad del 95%

Para esto se utilizó el método propuesto por Hutcheson (1970) que compara la diversidad entre dos comunidades con base en el índice de Shannon mediante el uso de una prueba estadística de t que tiene distribución *t* Student, después de obtener la varianza de H' (Moreno, 2001).

A) Se obtuvo para cada grupo faunístico el índice de la diversidad ponderado (HP) en función de la frecuencia de cada especie, con la siguiente ecuación:

$$HP = \frac{(N \log N) - (\sum f_i \log f_i)}{N}$$

B) Después se procedió a calcular la varianza del índice de diversidad ponderado para cada grupo faunístico con la siguiente ecuación:

$$\text{var} = \frac{[\sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2]}{N^2}$$

C) Se calculó la diferencia de varianzas por grupo faunístico con la siguiente ecuación:

$$D_{\text{var}} = \sqrt{\text{var}_1 + \text{var}_2}$$

D) Se obtuvo el valor de t con la siguiente fórmula:

$$t = \frac{HP_1 + HP_2}{D.\text{var}}$$

E) Se calcularon los grados de libertad con el valor de t con la siguiente ecuación:

$$g.l. = \frac{(\text{var}_1 + \text{var}_2)^2}{(\text{var}_1^2 / N_1) + (\text{var}_2^2 / N_2)}$$

Dónde:

f_i = es la frecuencia (número de individuos) registrada para la especie i .

N_1 = número total de individuos del escenario 1 (E-T01).

N_2 = número total de individuos del escenario 2 (E-T02).

HP_1 = Índice de diversidad del escenario 1 (E-T01).

HP_2 = Índice de diversidad del escenario 2 (E-T02).

Para finalizar, se buscó el valor de t obtenido y los grados de libertad calculados en la tabla estadística t-Student a un 95% de confiabilidad, en donde si el valor de t obtenido es mayor que el valor de t en tablas, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a).

CAPÍTULO 5 RESULTADOS

En el cuadro 1 y 2 se muestra de manera resumida los resultados de los índices estimados para cada grupo faunístico, así mismo, en el segundo cuadro se presentan los datos obtenidos del análisis de varianza y las hipótesis establecidas.

Cuadro 1 Índices de diversidad, equitatividad y similitud por grupo faunístico

Grupo Faunístico	E-T01			E-T02			Similitud Ecológica
	Shannon	Equitatividad	Simpson	Shannon	Equitatividad	Simpson	Jaccard
Aves	2.75	0.78	0.11	3.03	0.90	0.06	0.37
Mamíferos	2.23	0.94	0.12	1.68	0.94	0.20	0.42
Reptiles	1.85	0.77	0.22	1.11	0.50	0.48	0.43
Anfibios	0.80	0.72	0.55	0.00	0.00	1.00	0.00

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental.

Cuadro 2 Prueba de hipótesis por grupo faunístico

Grupo Faunístico	*E-T01	**E-T02	grados l	t e	t c 95%	Ho	Ha
	Varianza	Varianza					
Aves	0.00097	0.00033	435.445	69.508	1.960	---	se acepta
Mamíferos	0.00208	0.00170	45.844	27.749	2.010	---	se acepta
Reptiles	0.00334	0.00211	124.445	17.398	1.960	---	se acepta
Anfibios	0.01424	0.00000	7.000	2.898	2.360	---	se acepta

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental, te= t estimada en base el método de Hutcheson y tt= t-Student a 95% de confiabilidad.

5.2 Aves

5.2.1 Abundancia y riqueza de especies

Se registró para el escenario E-T01 267 ejemplares de 34 especies, de las cuales cuatro presentaron una mayor abundancia y riqueza, destacando el gorrión pálido (*Spizella pallida*) con 66 individuos y una abundancia relativa (A.R.) de

24.72%, así como pato friso (*Anas strepera*) con 31 individuos y una A.R. de 11.61%, garza ganadera (*Bubulcus ibis*) con 28 individuos y una A.R. de 10.49 % y gorrión garganta negra (*Amphispiza bilineata*) con 23 individuos y una A.R. de 8.61%. Y con menos proporción y riqueza de especies, a estos resultados le siguen en orden descendente el ceniztonle con 5.99% de A.R., perlita del desierto con 5.62% de A.R., el cardenal zaino con 4.49% y pato piquianillado con 3.75% de A.R. y en un rango menor de abundancia y riqueza de especies, se encontró la aguililla de Swainson, zopilote, gavián cernícalo, martin pescador de collar, carpintero mexicano, cuilacoche pico largo y vireo gorjeador con un solo avistamiento y una abundancia relativa de 0.37%. Mientras que el E-T02 registró una riqueza menor, con 29 especies y un total de 313 individuos, donde la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) fue la especie más abundante con una total de 40 individuos y una abundancia relativa de 12.78%, siguiendo en orden descendente la paloma huilota (*Zenaida macroura*) con 33 registros y 10.54 de A.R., el cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*) con 25 registros y una abundancia de 7.99% y el tirano cola de tijera (*Tyrannus forficatus*) con 24 ejemplares y una A.R. de 7.67%. Las especies que presentaron los valores más bajos de riqueza y abundancia en este escenario fueron el búho cornudo, verdugo y el pato de collar con solo un registro y una A.R. de 0.32% (cuadro 3).

Cuadro 3 Abundancia relativa y riqueza de aves por escenario.

Aves		E-T01*		E-T02**		®Total ind.
Nombre científico	Nombre común	Ind.º	AR+	Ind.º	AR+	
<i>Amphispiza bilineata</i>	Gorrión garganta negra	23	8.61	12	3.83	35
<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	2	0.75	---	---	2
<i>Anas strepera</i>	Pato friso	31	11.61	6	1.92	37
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	3	1.12	---	---	3
<i>Aythya collaris</i>	Pato piquianillado	10	3.75	2	0.64	12
<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	2	0.75	1	0.32	3
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	28	10.49	17	5.43	45
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	1	0.37	---	---	1
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	3	1.12	25	7.99	28
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal zaino	12	4.49	7	2.24	19
<i>Cathartes aura</i>	Aura	3	1.12	12	3.83	15
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita cola corta	7	2.62	3	0.96	10

Aves		E-T01*		E-T02**		®Total ind.
Nombre científico	Nombre común	Ind.°	AR+	Ind.°	AR+	
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	1	0.37	---	---	1
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	2	0.75	---	---	2
<i>Falco sparverius</i>	Gavilán cernícalo	1	0.37	---	---	1
<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	2	0.75	---	---	2
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	3	1.12	1	0.32	4
<i>Megaceryle torquata</i>	Martin pescador de collar	1	0.37	---	---	1
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frente dorada	3	1.12	---	---	3
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	16	5.99	7	2.24	23
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo	4	1.50	---	---	4
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	1	0.37	7	2.24	8
<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador pardo	3	1.12	7	2.24	10
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	3	1.12	---	---	3
<i>Polioptila melanura</i>	Perlita del desierto	15	5.62	8	2.56	23
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito mosquero	4	1.50	---	---	4
<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	2	0.75	---	---	2
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	66	24.72	17	5.43	83
<i>Sturnella magna</i>	Tortilla con chile	3	1.12	---	---	3
<i>Toxostoma longirostre</i>	Cuitlacoche pico largo	1	0.37	---	---	1
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	1	0.37	---	---	1
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de las blancas	2	0.75	40	12.78	42
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	3	1.12	33	10.54	36
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	5	1.87	---	---	5
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar	---	---	1	0.32	1
<i>Anas discors</i>	Pato café	---	---	3	0.96	3
<i>Nyctanassa violacea</i>	Pedrete corona clara	---	---	2	0.64	2
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate o hurraca	---	---	7	2.24	7
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeciamarillo	---	---	9	2.88	9
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	---	---	11	3.51	11
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	---	---	13	4.15	13
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	---	---	3	0.96	3
<i>Charadrius vociferus</i>	Tordo tildío	---	---	16	5.11	16
<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano cola de tijera	---	---	24	7.67	24
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	---	---	12	3.83	12
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	---	---	7	2.24	7
Total	---	267	100	313	100	580
Total de especies	---	34	---	29	---	---

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental, +AR= abundancia relativa, °ind.= número de individuos de cada especie y ® total ind= total de individuos de cada especie de ambos escenarios.

En el cuadro 3 se observa que el primer escenario contiene 17 especies que el escenario E-T02 no registra, sin embargo, documenta 12 especies que no se encuentran en el primer escenario destacando con 24 avistamiento el tirano cola de tijera (*Tyrannus vociferans*) y algunas especies que pueden ser avistadas con frecuencia en el área de estudio como el gorrión pálido (*Spizella pallida*), cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*), cardenal zaino (*Cardinalis sinuatus*), aura (*Cathartes aura*), garza ganadera (*Bubulcus ibis*) y gorrión garganta negra (*Amphispiza bilineata*).

5.2.2 Dominancia

En el cuadro 4 se observa que el escenario E-T01 obtiene una dominancia general de 0.11 cuyo valor es mayor al del segundo escenario, el cual registra 0.06 de dominancia.

Cuadro 4 Dominancia de aves por escenario

*E-T01			**E-T02		
<i>Simpson</i>	<i>No. De individuos</i>	<i>No. de especies</i>	<i>Simpson</i>	<i>No. De individuos</i>	<i>No. de especies</i>
0.11	267	34	0.06	313	29

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizado el Manifiesto de Impacto Ambiental.

La especie que registro el mayor número de individuos en el escenario E-T01 y por consiguiente con una marcada dominancia sobre las demás especies es el gorrión pálido (*Spicella pallida*) con 66 ejemplares y una dominancia individual de 0.06, mientras que en el escenario E-T02 la especie más dominante fue la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) con 40 registros y una dominancia de 0.02.

5.2.3 Equitatividad.

Se obtuvo para el escenario E-T01 una diversidad de 2.75 nats la cual es baja en comparación con el escenario E-T02, que tiene un valor de 3.03 nats, cuyo valor se considera alto ya que el sistema ambiental se encuentra en un área árida.

Después de haber calculado la diversidad en ambos escenarios, se obtuvo la equitatividad. Como se observó en el cuadro 3 el escenario E-T02 cuenta con menos especies y más individuos que E-T01, obteniendo así una equitatividad de 0.90, mientras que E-T01 obtiene un valor de 0.78, lo cual se debe a que cuenta con un alto número de individuos concentrados en unas cuantas especies (cuadro 5).

Cuadro 5 Diversidad y equitatividad de aves por escenario

*E-T01		**E-T02	
Shannon	Equitatividad	Shannon	Equitatividad
2.75	0.78	3.03	0.90

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio tras un año de haberse realizado el Manifiesto de Impacto Ambiental.

Por los valores de equitatividad presentados en el cuadro 5, se concluye que el escenario E-T02 a pesar de que cuenta con menos especies, tiene una alta diversidad y una mejor distribución de los individuos que el escenario E-T01.

5.2.4 Similitud de escenarios

La similitud ecológica de escenarios E-T01 y E-T02, obtuvo un valor de 0.37, lo cual indica un bajo grado de similitud; en el cuadro 6 se muestran la diferencia en cuando al número de individuos y de especies que no fueron compartidas entre los escenarios y la razón por la cual se obtienen un valor bajo de similitud.

Cuadro 6 Especies únicas de aves para cada escenario.

Grupo de aves		*E-T01	**E-T02
Nombre científico	Nombre común	No. individuos	No. individuos
<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	2	---
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	3	---
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	1	---
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	1	---
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	2	---
<i>Falco sparverius</i>	Gavilán cernícalo	1	---
<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	2	---
<i>Megaceryle torquata</i>	Martin pescador de collar	1	---

Grupo de aves		*E-T01	**E-T02
Nombre científico	Nombre común	No. individuos	No. individuos
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frente dorada	3	---
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo	4	---
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	3	---
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito mosquero	4	---
<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	2	---
<i>Sturnella magna</i>	Tortilla con chile	3	---
<i>Toxostoma longirostre</i>	Cuitlacoche pico largo	1	---
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	1	---
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	5	---
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar	---	1
<i>Anas discors</i>	Pato café	---	3
<i>Nyctanassa violacea</i>	Pedrete corona clara	---	2
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate o hurraca	---	7
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeciamarillo	---	9
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	---	11
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	---	13
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	---	3
<i>Charadrius vociferus</i>	Tordo tildío	---	16
<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano cola de tijera	---	24
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	---	12
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	---	7
Total de individuos	---	39	108
Total de especies	---	17	12

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental.

5.2.5 Prueba de hipótesis

Se realizó el procedimiento propuesto de Hutcheson obteniendo un valor de $t = 69.51$ con 435.45 g.l.; y un valor de t de tabla = 1.96 . Como el valor de t obtenido es mayor que el valor de t en tablas, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la diversidad de aves en el escenario E-T01 no es igual a la diversidad de aves en el escenario E-T02.

5.3 Mamíferos

5.3.1 Abundancia y riqueza de especies

Para el grupo de mamíferos, el mapache (*Procyon lotor*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*) fueron los más abundantes en el escenario E-T01 con un valor de A.R. de 16.67% y cuatro registros para cada uno. Mientras que para el escenario E-T02, el coyote (*Canis latrans*) fue el más abundante con un valor de 27.27% y 6 registros siguiéndole en orden descendente el conejo cola blanca (*Sylvilagus audubonii*) y la liebre cola negra (*Lepus californicus*) con 5 individuos y una A.R. de 22.73%. Cabe mencionar que estas dos últimas especies fueron las que reportaron menor abundancia y riqueza dentro del escenario E-T01 con solo un registro y una abundancia R. de 4.17%, ver cuadro 7.

En cuanto a la riqueza específica, los escenarios marcan una diferencia casi del 50 %, registrando así un total de 11 especies para el escenario E-T01 y 6 para el E-T02.

Cuadro 7 Abundancia relativa y riqueza de mamíferos por escenario

Grupo de Mamíferos		*E-T01		**E-T02		®Total ind.
Nombre científico	Nombre común	°Ind.	+AR	°Ind.	+AR	
<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	12.50	6	27.27	9
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	3	12.50	2	9.09	5
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	4	16.67	2	9.09	6
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita del desierto	2	8.33	---	0.00	2
<i>Chaetodipus hispidus</i>	Ratón de bolsas hispido	3	12.50	---	0.00	3
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo cola blanca	1	4.17	5	22.73	6
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	1	4.17	5	22.73	6
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	4	16.67	---	0.00	4
<i>Perognathus merriami</i>	Ratón de abazones	1	4.17	---	0.00	1
<i>Peromyscus eremicus</i>	Ratón de los catus	1	4.17	---	0.00	1
<i>Neotoma micropus</i>	Rata matorralera	1	4.17	---	0.00	1
<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro		0.00	2	9.09	2
total	---	24	100	22	100	46
Total de especies	---	11	---	6	---	---

*E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental, +AR= abundancia relativa y °ind.= número de individuos de cada especie y ® total ind= total de individuos de cada especie de ambos escenarios.

Como se muestra en el cuadro 7, tres de las especies de roedores que se registraron en el escenario E-T01, no se encontraron en el escenario E-T02, documentando para este último solo a la rata canguro (*Dipodomys merriami*) con dos registros.

5.3.2 Dominancia

Como se muestra en el cuadro 7 y 8, el escenario E-T01 presento la menor dominancia con un valor de 0.12 en general, con 24 individuos y 11 especies, siendo las especies más dominantes el mapache (*Procyon lotor*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*). Mientras que el escenario E-T02 obtuvo una dominancia general de 0.20 donde el coyote (*Canis latrans*) fue el más dominante con un valor de 0.07.

Cuadro 8 Dominancia de mamíferos por escenario

*E-T01			**E-T02		
Simpson	No. De individuos	No. De especies	Simpson	No. De individuos	No. De especies
0.12	24	11	0.20	22	6

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio tras un año de haberse realizado el Manifiesto de Impacto Ambiental.

La razón por la cual la dominancia es más elevada en el escenario E-T02, es porque cuenta con tres especies en donde se concentra el mayor número de individuos.

5.3.3 Equitatividad

En el cuadro 9 se muestra que la diversidad fue mayor en el escenario E-T01 con un valor de 2.25 nats, mientras que el escenario E-T02 registró un valor de 1.68 nats, aproximadamente 50% menos que el primer escenario. En cuanto a la equitatividad ambos escenarios obtienen un valor de 0.94, lo cual indica una distribución uniforme de los individuos entre las especies.

Cuadro 9 Diversidad y equitatividad de mamíferos por escenario

*E-T01		**E-T02	
Shannon	Equitatividad	Shannon	Equitatividad
2.25	0.94	1.68	0.94

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental.

5.3.4 Similitud de escenarios

La similitud ecológica obtuvo un valor de 0.42, lo cual indica que pocas especies se compartieron entre los escenarios. En el cuadro 10 se observa a las especies únicas para cada escenario que, en donde la rata canguro (*Dipodomys merriami*) es la única especie de roedores que se documentó en el E-T02

Cuadro 10 Especies únicas de mamíferos para cada escenario.

Grupo de Mamíferos		*E-T01	**E-T02
Nombre científico	Nombre común	No. individuos	No. individuos
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita del desierto	2	---
<i>Chaetodipus hispidus</i>	Ratón de bolsas hispido	3	---
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	4	---
<i>Perognathus merriami</i>	Ratón de abazones	1	---
<i>Peromyscus eremicus</i>	Ratón de los catus	1	---
<i>Neotoma micropus</i>	Rata matorralera	1	---
<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro	---	2
Total de especies	---	6	1
Total de individuos	---	12	2

Nota *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio tras un año de haberse realizado el Manifiesto de Impacto Ambiental.

5.3.5 Prueba de hipótesis

Se obtuvo un valor de $t = 27.75$ con 45.84 g.l. y una t de tablas = 2.01 a una confiabilidad de 95%; por lo tanto como $te > t_c$ rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la diversidad de mamíferos en el escenario E-T01 es diferente a la diversidad de mamíferos en el escenario E-T02 (cuadro 2).

5.4 Reptiles

5.4.1 Abundancia y riqueza de especies

La lagartija rayada (*Aspidoscelis gularis*) fue la especie con mayor avistamientos, obteniendo para el primer escenario una A.R. de 36.36% y 20 individuos y para el escenario E-T02, 83 individuos y una A.R. de 66.4% (cuadro 11).

Cabe resaltar que la tortuga del desierto (*Gopherus berlandieri*), la cual se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada (A), fue abundante en el escenario E-T01 con 15 avistamientos y una A.R. de 27.27%, mientras que en el escenario E-T02 su presencia fue casi nula registrando solo dos avistamientos y una A.R. de 1.6% (cuadro 11).

Ambos escenarios son casi homogéneos en cuanto a la riqueza específica, registrando para E-T01 11 especies y para E-T02 9.

Cuadro 11 Abundancia relativa y riqueza de reptiles por escenario.

Grupo de Reptiles		*E-T01		**E-T02		®Total ind.
Nombre científico	Nombre común	°Ind.	+AR	°Ind.	+AR	
<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga de orejas rojas	2	3.64	---	0.00	2
<i>Gopherus berlandieri</i>	Tortuga de desierto	15	27.27	2	1.60	17
<i>Kinosternon flavescens</i>	Tortuga pecho quebrado	3	5.45	---	0.00	3
<i>Thamnophis marcianus</i>	Culebra de agua	4	7.27	---	0.00	4
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada	20	36.36	83	66.40	103
<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija de panza rosa	2	3.64	2	1.60	4
<i>Coluber flagellum</i>	Culebra chirrionera	3	5.45	2	1.60	5
<i>Pituophis catenifer</i>	Serpiente toro	1	1.82	---	0.00	1
<i>Tantilla gracilis</i>	Culebra de capucha negra	1	1.82	---	0.00	1
<i>Phrynosoma cornutum</i>	Camaleón cornudo	3	5.45	6	4.80	9
<i>Sceloporus olivaceus</i>	Lagartija espinosa de Texas	1	1.82	25	20.00	26
<i>Aspidoscelis marmorata</i>	Huico	---	0.00	2	1.60	2
<i>Drymarchon melanurus</i>	Víbora negra	---	0.00	2	1.60	2
<i>Uta stansburiana</i>	Lagarto de la cara-blotched	---	0.00	1	0.80	1
total	---	55	100	125	100	180
Riqueza de especies	---	11	---	9	---	---

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental, +AR= abundancia relativa y °ind.= número de individuos de cada especie y ® total ind= total de individuos de cada especie de ambos escenarios.

La diferencia de individuos en cada uno de los escenarios es marcada, ya que existen especies que registran un alto número de ejemplares en el escenario E-T02,

haciendo que este obtenga más del 50% de individuos que el primer escenario, como es el caso de lagartija rayada (*Aspidoscelis gularis*) y la lagartija espinosa de Texas (*Sceloporus olivaceus*), las cuales hacen esta diferencia y por lo tanto se observan con facilidad en el área de estudio (cuadro 11).

5.4.2 Dominancia

La mayor dominancia fue para el segundo escenario con un valor general de 0.48, mientras que el escenario E-T01 obtuvo una dominancia de 0.22% (cuadro 12).

Cuadro 12 Dominancia de reptiles por escenario

*E-T01			**E-T02		
Simpson	No. De individuos	No. de especies	Simpson	No. De individuos	No. de especies
0.22	55	11	0.48	125	9

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizado el Manifiesto de Impacto Ambiental.

A pesar de que ambos escenarios son similares en el número de especies, muestran una marcada dominancia, la cual se debe a que el escenario E-T02 registra a la lagartija rayada (*Aspidoscelis gularis*) y a la lagartija espinosa de Texas (*Sceloporus olivaceus*) las cuales concentran a un gran nuero de individuos, marcando así esta diferencia (cuadro 11).

5.4.3 Equitatividad

Se obtiene una diversidad de 1.85 nats para el escenario E-T01 y 1.11 para E-T02. De acuerdo a Shannon y a su escala de valoración, la diversidad es baja para ambos escenarios; La equitatividad, se encuentra más o menos uniforme, donde E-T01 obtiene un valor de 0.77 mientras que E-T02 registra 0.51 (cuadro 13).

Cuadro 13 Diversidad y equitatividad de reptiles por escenario

*E-T01		**E-T02	
Shannon	Equitatividad	Shannon	Equitatividad
1.85	0.77	1.11	0.51

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental.

5.4.4 Similitud de escenarios

En ambos escenarios, este obtuvo un valor de 0.429, el cual es bajo según la escala que va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos escenarios, hasta 1 cuando los dos escenarios tienen la misma composición de especies

Cuadro 14 Especies únicas de reptiles para cada escenario.

Grupo de Reptiles		*E-T01	**E-T02
Nombre científico	Nombre común	No. individuos	No. individuos
<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga de orejas rojas	2	---
<i>Kinosternon flavescens</i>	Tortuga pecho quebrado	3	---
<i>Thamnophis marcianus</i>	Culebra de agua	4	---
<i>Pituophis catenifer</i>	Serpiente toro	1	---
<i>Tantilla gracilis</i>	Culebra de capucha negra	1	---
<i>Aspidoscelis marmorata</i>	Huico	---	2
<i>Drymarchon melanurus</i>	Víbora negra	---	2
<i>Uta stansburiana</i>	Lagarto de la cara-blotched	---	1
Total de individuos	---	11	5
Total de especies	---	5	3

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental.

5.4.5 Prueba de hipótesis

Se obtuvo un valor de $t = 17.40$ con 124.45 g.l. y una t de tablas = 1.96 a una confiabilidad de 95%; por lo tanto como $te > t_t$ rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la diversidad de mamíferos en el escenario E-T01 es diferente a la diversidad de mamíferos en el escenario E-T02 (cuadro 2).

5.5 Anfibios

5.5.1 Abundancia y riqueza de especies

La riqueza y abundancia fue escasa, registrando solo tres especies el escenario E-T01 donde el Sapo texano (*Anaxyrus speciosus*) fue el mayor abundancia con un valor de A.R. de 71.43%, en orden descendente y registrando la riqueza y abundancia más baja se encuentra el sapo de espuelas (*Scaphiopus couchii*) y el sapo verde (*Anaxyrus debilis*) con un valor de A.R. de 14.29 % y con solo un avistamiento para ambas especies. Mientras que en el escenario E-T02 solo registro a la Rana de Berlandieri (*Lithobates berlandieri*) con cuatro avistamientos y una A.R. del 100% ser la única especie (cuadro 15).

Cuadro 15 Abundancia relativa y riqueza de anfibios por escenario

Anfibios		*E-T01		**E-T02		®Total ind.
Nombre científico	Nombre común	°Ind.	+AR	°Ind.	+AR	
<i>Anaxyrus speciosus</i>	Sapo texano	5	71.43	---	0	5
<i>Scaphiopus couchii</i>	Sapo de espuelas	1	14.29	---	0	1
<i>Anaxyrus debilis</i>	Sapo verde	1	14.29	---	0	1
<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana de Berlandieri	---	0.00	4	100	4
Total	---	7	100	4	100	11
Total de especies	---	3	---	1	---	---

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizó el Manifiesto de Impacto Ambiental, +AR= abundancia relativa y °ind.= número de individuos de cada especie y ® total ind= total de individuos de cada especie de ambos escenarios.

La diferencia de especies es marcada en los escenarios, lo cual puede deberse a que este grupo es muy sensible a cambios en el medio ambiente y a la falta de cuerpos de agua ya que pasan la mayor parte de su vida entre el agua y la tierra.

5.5.2 Dominancia

Se obtuvo un valor de 0.55 para el escenario E-T01 y un valor de 1 para E-T02, en donde de acuerdo a la escala de valoración de Simpson el segundo

escenario tienen el valor más alto de dominancia por registrar a una solo especie (cuadro 16).

Cuadro 16 Dominancia de anfibios por escenario

*E-T01			**E-T02		
Simpson	No. de indiv.	No. de especies	Simpson	No. de indiv.	No. de especies
0.55	7	3	1	4	1

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizado el Manifiesto de Impacto Ambiental.

5.5.3 Equitatividad

Al calcular la diversidad con Shannon, ambos escenarios arrojaron valores por debajo de cero, obteniendo el escenario E-T01 un valor de diversidad de 0.80 nats mientras que el escenario E-T02 obtuvo un valor de cero ya que solo se encontró una sola especie.

Cuadro 17 Diversidad y equitatividad de anfibios por escenario

*E-T01		**E-T02	
Shannon	Equitatividad	Shannon	Equitatividad
0.80	0.72	0	0

Nota: *E-T01= escenario 1 que corresponde a los resultados de fauna de la Línea Base para el Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad particular, **E-T02= escenario 2 donde se expresan los resultados de fauna en la misma área de estudio después de un año de que se realizado el Manifiesto de Impacto Ambiental.

Al valorar la equitatividad para el segundo escenario, esta resulto cero ya que solo registro una sola especie mientras que para E-T01 obtuvo un valor de 0.72 el cual es bajo de acuerdo a la escala de valoración donde 1 es el valor máximo que alcanza, mientras que cero indica que no hay equitatividad entre los individuos (cuadro 17).

5.5.4 Similitud de escenarios

La similitud ecológica entre escenarios es cero ya que no se compartieron especie.

5.5.5 Prueba de hipótesis

Se obtuvo un valor de $t = 2.90$ con 7 g.l y una t en tablas de 2.36; Como el valor de t obtenido es mayor al valor de t en tablas, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la diversidad de anfibios en el escenario E-T01 es diferente a la diversidad de anfibios en el escenario E-T02 (cuadro 2).

CAPÍTULO 6 DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, el grupo de aves es el que obtuvo la mayor riqueza y abundancia en ambos escenarios, al catalogar los valores de diversidad donde menor a 1.8 nats se considera como diversidad baja, de 1.8 a 3 diversidad media y mayor de 3 diversidad alta, el escenario E-T02 obtuvo una diversidad alta, mientras que el escenario E-T01 obtuvo una diversidad media lo cual se puede atribuir a que existe una marcada dominancia por parte de gorrión pálido (*Spizella pallida*) ya que habitan en parvadas arrojando así un alto número de individuos en el muestreo y alterando la uniformidad entre las especies. Por lo anterior, es común observar que en áreas en donde la dominancia es mayor la equitatividad es menor y por consecuencia la diversidad es baja.

Analizando la similitud ecológica, ambos escenarios compartieron 17 especies, las cuales pueden ser observadas con facilidad en el área de estudio durante todo el año. La diferencia que existe en cuanto a especies en cada uno de los escenarios, puede atribuirse a que el muestreo para el primer escenario se realizó en dos etapas, la primera en verano y la segunda en invierno, mientras que el muestreo para el segundo escenario se realizó en una etapa, la cual fue en otoño y por lo cual no se documentaron algunas especies migratorias, sin embargo, por ser adjuntas las estaciones de otoño e invierno se pudieron registrar en el segundo escenario algunos ejemplares antes de que emigraran como el pato golondrino, pato friso, pato piquianillado y la cigüeña americana.

En el grupo de mamíferos, varias especies de carnívoros como el coyote (*Canis latrans*), el gato montés (*Lynx rufus*) y la zorra del desierto (*Urocyon cinereoargenteus*) son muy difíciles de observar en el área de estudio por lo que fueron registrados durante el muestreo por huellas y heces fecales, al analizar el índice de Shannon-Wiener, el primer escenario resultó con una diversidad media según la categoría mencionada, mientras que el segundo escenario obtuvo una diversidad baja, lo cual se esperaba ya que solo se documentó una especie de roedores por la falta de disponibilidad de trampas Sherman y por consiguiente la

intensidad de muestreo fue baja de acuerdo al método empleado en comparación con lo realizado para el manifiesto (4 trampas utilizadas en ET02 contra 18 trampas empleadas para ET01) para estas especies, en cuanto al coyote (*Canis latrans*), en el primer escenario documentó la mitad de registros, siendo que en el segundo obtuvo el doble, lo cual puede deberse a que en las fechas que se realizó el muestreo los coyotes contaban con crías por lo que la búsqueda de comida incremento los valores de abundancia para dicha especie. Analizando la dominancia, ambos escenarios registraron valores por debajo de 0.2 lo cual se considera bajo ya que el valor máximo para este índice es 1, al igual que una equitatividad baja y una similitud ecológica por debajo de 0.5.

El grupo de reptiles registró una diversidad baja en ambos escenarios, sin embargo en el escenario E-T02 se vieron favorecidas la lagartija rayada (*Aspidoscelis gularis*) y la lagartija espinosa (*Sceloporus olivaceus*) con mayor registro de individuos lo cual puede ser efecto del cambio de hábitat por las actividades mineras, así mismo, tienen una marcada dominancia sobre las demás especies que documentaron menos de dos individuos, en cuanto a la tortuga del desierto, se registraron solo dos ejemplares en comparación con el E-T01 que registro 15 individuos, lo cual es preocupante ya que es una especie listada bajo la categoría de amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto los anfibios el escenario E-T02 solo registro a la rana de Berlandieri (*Lithobates berlandieri*) por lo tanto obtuvo los valores más bajos de equitatividad y un valor máximo en domina por ser la única especie, la disminución de este grupo en el segundo escenario puede deberse a que en el sistema ambiental solo se encuentra un canal temporal que "desagua" los tajos del área del proyecto, lo cual al momento de cambiar el canal a otra área afecta a los anfibios en su establecimiento y tienen que emigrar a nuevos cuerpos de agua, lo cual puede ser una desventaja ya que los convierte en presas fáciles ante la demás fauna.

De acuerdo al análisis de Jaccard de los cuatro grupos faunísticos en ambos escenarios, no presentan similitud ecológica considerable, ya que sus valores son inferiores a 0.5.

CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES

Con base en los resultados del estudio sobre diversidad, abundancia y riqueza de especies por grupo faunístico, se presentan las siguientes conclusiones:

Las aves fue el grupo de mayor abundancia y riqueza en ambos escenarios, en especial la paloma huilota y la paloma de alas blancas, dichas especies son abundantes cerca y entre los asentamientos humanos, incrementando considerablemente sus poblaciones en donde existen criaderos de ganado vacuno y caprino.

En el caso de los anfibios, estos registraron los valores más bajos de diversidad y abundancia, lo cual se atribuye a una baja intensidad de muestreo sobre los cuerpos de agua en el sistema ambiental y los periodos de muestreo en épocas en donde este grupo no muestra actividad.

La similitud entre escenarios obtuvo valores bajos para cada grupo faunístico, al igual que resultaron ser estadísticamente diferentes en diversidad; lo cual se esperaba ya que los datos de fauna fueron obtenidos en diferentes estaciones del año, por lo tanto, si se pretende hacer comparaciones lo correcto será hacer los muestreos en las mismas estaciones del año y en los mismos sitios de muestreo que se establecieron originalmente

Las actividades humanas dentro del sistema ambiental, afectan considerablemente a la fauna silvestre, sobre todo a mamíferos medianos y grandes ya que son susceptibles a ser cazados, alterando así su riqueza y abundancia de los mismos, es por eso que el número de registros fue mayor en áreas menos impactadas.

CAPÍTULO 8 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar los muestreos coincidiendo con los periodos, tiempos y métodos iniciales y bajo los cuales se describió la fauna en el manifiesto de impacto ambiental.

Debido a la baja intensidad de muestreo para los roedores por falta de trampas tipo Sherman, se recomienda a Minera del Norte adquirir el equipo necesario para cumplir con las especificaciones de la metodología y así obtener resultados fiables de estas especies en el sistema ambiental.

Al observar el bajo número de algunas especies indicadoras como los anfibios, se recomienda realizar estudios de hábitat a detalle en lo referente a su calidad, así como determinar factores de deterioro ambiental y establecer estrategias, todo esto con la finalidad de aumentar y conservar la diversidad y riqueza de fauna silvestre en el sistema ambiental.

CAPÍTULO 9 LITERATURA CITADA

- Altrichter, M. y Boaglio G.I. 2003. Distribution and relative abundance of peccaries in the Argentina Chaco: Associations with human factor. *Biological Conservation*. 116:225 p.
- Arévalo, E. 2001. Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación. Asociación conservacionista de Monteverde, Costa Rica. 18 p.
- Balderrama, A. J., Aguirre, F. L., Aguayo, R., Alfaro, F., Rejas, D. y Zuñiga, L. 2005. Técnicas de Colectas y Censo de Fauna. Manhattan, Nueva York. 39 p. disponible en línea: <http://www.scribd.com/doc/33806613/Colecta-de-Fauna>. (16, octubre, 2014)
- Barroso, A. 2005. Aprovechamiento de aves silvestres canoras y de ornato de la región (SE) sureste de Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 87 p.
- Bouza, N. C. y Covarrubias, D. 2005. Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. *Revista Investigación Operacional*. 197 p.
- Burnham, K. P., Anderson D. R. y Laake. J. L. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*. 44 (2):1-202.
- Fernández, R.A. 2005. Abundancia relativa de mamíferos silvestres en áreas del parque recreativo y zoológico Piscilago y en límites con el fuerte militar Toleimada (vereda la Esmeralda, Nilo, Cundinamarca). Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C. 107 p.
- Gallina, S. y C. López-Gonzales. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de ecología, A. C. Querétaro, México. 377 p. disponible en: <http://www.uaq.mx> (16, octubre, 2014)
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (para adaptarlos a las condiciones de la república mexicana). UNAM. 2° edición. México, D.F. 245 p.

- Gonzales, M. C. 2012. Abundancia relativa de mamíferos terrestres grandes y medianos en el área reforestada de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Tesis de investigación. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 77 p.
- Hammond, S. D., Rosales, J. y Ouboter, E. P. 2013. Gestión del impacto de la explotación minera a cielo abierto sobre el agua dulce en América Latina. Banco interamericano de desarrollo. Nota técnica # IDB-TN-520. 33 p.
- Hohnson, K. G. y Pelton, M. R. 1981. A survey of procedures to determine relative abundance of furbearers in the Southeastern United States. Proceedigs of the annual conference of the Southeastern Association of Fish Wildlife Agencies. 261-272.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. Journal of Theoretical Biology. 29:151-154.
- INEGI. 1990. Guías Para Interpretación de Cartografía: Uso potencial del Suelo. México.
- INEGI. 1990. Guías Para la Interpretación Cartográfica: Climatología. México.
- INEGI. 1990. Guías para la interpretación de Cartografía: Edafología. México.
- INEGI. 1990. Guías para la interpretación de Cartografía: Geología. México.
- INEGI. 1990. Guías Para la Interpretación de Cartografía: Uso de suelo. México.
- NEGI. 1990. Carta Topográfica escala 1:50,000 Múzquiz G14A12
- INEGI. 1990. Carta Edafológica escala 1:50,000 Múzquiz G14A12
- INEGI. 1990. Carta Hidrológica escala 1:50,000 Múzquiz G14A12
- Juárez, D. J. 2006. Diversidad de pequeños mamíferos asociados a poblaciones de *Pinus pinceana* Gordon en Coahuila y Zacatecas. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila México. 80 p.

- Lara, J. O. 2009. Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de Sacta. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor De San Simón. Cochabamba, Bolivia. 44 p.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 2003. Última reforma publicada DOF 04-06-2012. 76 p.
- Ley General de Vida Silvestre. 2000. Última reforma publicada DOF 02-09-2010. 52 p.
- Mata, G.C. 2012. Abundancia relativa de mamíferos terrestres Grandes y Medianos en el Área Reforestada de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila México. Tesis de licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 77 p.
- Martella, B. M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, F.P., Bazzano, G. y Gleiser, M. R. 2012. Manual de Ecología. Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Córdoba, Argentina. 5 (1): 1-31.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, Vol. 1 Zaragoza, España. 84 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de Diciembre 2010. México, D.F.
- Navarro, J. y Muñoz, J. 2000. Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. Multimpresos. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 136 p.
- Novaro, J. A., Fuentes, M. C., Rambeaud, C. y Monsalvo, O. 2000. Calibración del índice de estaciones odoríferas para estimar tendencias poblacionales del zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) en Patagonia. Universidad Nacional del Comahue, Rio Grande Argentina 7(2): 81-88.
- Ojasti J. y Dallmeier, F. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SI/MAB Series # 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington, D.C. 290 p.

- Pacheco, F., Gallardo, G., y Núñez, A. 2004. Diseño de un programa de monitoreo para puma y zorro en el Altiplano. La paz, Bolivia. Volumen 39(2): Pp 21-32. Disponible en <http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v39n2/v39n2a04.pdf> (3, julio, 2014).
- Painter, L., Rumiz, D., Guinart, D., Wallace, R., Flores, B. y Townsend, W. 1999. Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. 81 p.
- Pineda, G. P. 2006. Estimación de la densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en selva baja caducifolia zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera sierra de Huautla Morelos. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila México. 79 p.
- Protección de la fauna mexicana, A.C. (Profauna). 2011. Investigación y monitoreo. Reporte anual. Capítulo 3.. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cdoc/09_adq_sep_2009.pdf. (15, julio, 2014)
- Rodríguez, R.C. 2005. Abundancia Relativa de mamíferos en dos tipos de cobertura vegetal en la margen Nor-oriental del santuario de flora y fauna Otún Quimbaya, Risaralda. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C. 73 p.
- Ruiz, R. J. 2011. Estimación de la densidad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Rancho el Fénix, Nava, Coah. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 76 p.
- Sánchez, F. Sánchez-Palomino, P. y Cadena, A. 2003. Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes Centrales de Colombia. Revista Caldasia Bogotá, Colombia 26(1): 291-309.
- Secretaria de medio ambiente y recursos naturales-Comisión nacional forestal (SEMARNAT-CONAFOR). 2009. manejo de vida silvestre. 1° edición. Manual técnico de beneficiarios. Gerencia de Educación y Capacitación. México. 31 p.
- Secretaria de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). 1997-2000. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural. México 207 p.

Tavizon, G. J. 1998. Estudio del nicho alimenticio de los mamíferos depredadores del orden Carnívora en la Sierra del Carmen, Noroeste de Coahuila, México. Tesis de posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Nuevo León, México 66 p.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina M. y Umaña, A.M. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2ª Edición. Bogotá, Colombia 236 p.

Villarreal, J. Á. y J. Valdés. 1992-1993. Vegetación de Coahuila, México. Revista de Manejo de Pastizales 6(1,2): Pp 9-18.

ANEXOS

Anexo 1.- Memoria fotográfica



Fotografía N°1. Tirano tijereta rosado (*Tyrannus forficatus*), es una de las especies de aves de cola larga, sin embargo cuando está en vuelo se le observa la cola en forma de tijera.



Fotografía N°2. Correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*) es una ave que suele alimentarse de insectos y algunas lagartijas, se puede observar atravesando los caminos o veredas.



Fotografía N°3. Aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) ave rapas que su registro fue muy bajo. Especies sujeta a protección especial según la NOM-059-SEMASRNAT-2010



Fotografía N°4. Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*) con un insecto en el pico el cual llevo a su nido. es un ave que suele verse perchando en las partes altas de los árboles y estructuras desde donde pueda tener una buena visibilidad del paisaje y así captar la ubicación de potenciales presas.



Fotografía N°5. Carpintero cheje (*Melanerpes aurifrons*) siempre en busca de insectos en los tallos, ramas de árboles y arbustos.



Fotografía N°6. El cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*) es un ave territorial. El macho canta con un silbido fuerte y claro desde las copas de los árboles para alertar a las demás aves y delimitar su territorio. Suele capturarse para ser comercializada como ave canora y de ornato



Fotografía N°7. Camaleón cornudo (*Phrynosoma cornutum*) tiene un buen camuflaje que le permite mimetizarse con el suelo o la vegetación.



Fotografía N°8. Lagartija cola de látigo (*Aspidoscelis gularis*) en áreas planas es muy abundante y se pueden observar hasta cuatro individuos juntos.



Fotografía N°9. Lagartija sorda mayor (*Cophosaurus texanus*) observadas durante la mañana cuando se disponía a tomar el sol para regular su temperatura. Especie catalogada como amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Fotografía N°10. Lagartija de panza rosa (*Sceloporus variabilis*) de las especies que pueden habitar variados tipos de vegetación, su registro fue abundante.



Fotografía N°11. Tortuga del desierto (*Gopherus berlandieri*), un reptil muy tranquilo que se alimenta de hierba para su reserva que utiliza durante la hibernación. Especie catalogada como amenazada según la NOM-059 SEMARNAT-2010.



Fotografía N°12. Culebra chirrionera (*Coluber flagellum*) especie no venenosa, se alimenta de reptiles, pequeños mamíferos y aves. Especie catalogada como amenazada según la NOM-059 SEMARNAT-2010.



Fotografía N°13. Rana de Berlandieri (*Lithobates berlandieri*) se registró a orilla de un canal de desagüe dentro del sistema ambiental. Esta especie es muy común en cuerpos de agua dulce ya sean temporal o permanente. Especie bajo la categoría de protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Fotografía N°14. Rata canguro de merriam (*Dipodomys merriami*) es muy común en el área de estudio ya que es menos estricta que otras ratas canguro adaptándose perfectamente en suelos arenosos, arcillosos y entre las rocas.



Fotografía N°15. Establecimiento de una estación odorífera, en donde se despeja un metro radio para después colocar una capa de tierra cribada para que facilite la impresión de la huella con el paso del animal.



Fotografía N°16. Instalación de trampas Tomahawk, las cuales se colocan protegiéndose del sol y en lugares con veredas naturales, para aumentar el éxito de captura.



Fotografía N°17. Para las trampas Sherman se prepara un cebo que consiste en mezclar de forma homogénea crema de cacahuete, esencia de vainilla y hojuelas de avena.



Fotografía N°18. Las trampas Sherman se colocan de tal manera que el sol no les dé directamente por el resto de la tarde o la mañana para evitar el estrés o muerte de los animales.

Anexo 2. Coordenadas geográficas del área del proyecto y sistema ambiental.

Cuadro 18 Coordenadas UTM (Datum WGS 84) de los límites del área del proyecto

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	260159	3091701	19	261376	3090582
2	260313	3091845	20	261305	3090585
3	260316	3091848	21	261271	3090542
4	260320	3091852	22	261146	3090548
5	261420	3092883	23	261140	3090545
6	261839	3093487	24	261117	3090533
7	261845	3093483	25	261084	3090517
8	261861	3093470	26	261134	3090397
9	261959	3093391	27	261286	3089266
10	261592	3093008	28	261266	3089264
11	261564	3092976	29	261115	3090391
12	262070	3091037	30	261103	3090420
13	261964	3090934	31	261103	3090421
14	261956	3090926	32	261066	3090508
15	261947	3090918	33	261004	3090487
16	261727	3090703	34	260980	3090479
17	261629	3090536	35	260966	3090474
18	261513	3090523			

Cuadro 19 Coordenadas UTM (DATUM WGS 84) del sistema ambiental (S.A.)

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	263461	3095563	154	263381	3089394
2	263670	3095545	155	263323	3089363
3	263865	3095553	156	263263	3089336
4	264099	3095597	157	263202	3089313
5	264231	3095632	158	263154	3089298
6	264306	3095641	159	263022	3089261
7	264349	3095646	160	262515	3089117
8	264521	3095666	161	262311	3088988
9	264939	3095679	162	262290	3088975

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
10	265189	3095695	163	262106	3088859
11	265438	3095634	164	262072	3088838
12	265605	3095567	165	262015	3088808
13	265779	3095447	166	261965	3088785
14	265887	3095401	167	261530	3088599
15	266043	3095325	168	261521	3088595
16	266165	3095196	169	261459	3088572
17	266286	3095113	170	261397	3088553
18	266294	3095107	171	261333	3088538
19	266307	3095098	172	261296	3088532
20	266406	3095029	173	261268	3088528
21	266424	3095006	174	261225	3088523
22	266427	3095002	175	261209	3088522
23	266469	3094950	176	261203	3088521
24	266571	3094861	177	261138	3088519
25	266546	3094847	178	261073	3088521
26	266542	3094845	179	261007	3088528
27	266522	3094833	180	260943	3088538
28	266488	3094814	181	260879	3088553
29	266483	3094813	182	260816	3088572
30	266442	3094804	183	260755	3088595
31	266431	3094802	184	260696	3088622
32	266405	3094801	185	260638	3088653
33	266360	3094800	186	260582	3088688
34	266266	3094796	187	260529	3088726
35	266212	3094794	188	260479	3088767
36	266210	3094794	189	260431	3088812
37	266134	3094783	190	260386	3088860
38	266125	3094782	191	260345	3088910
39	266117	3094781	192	260306	3088964
40	266046	3094770	193	260272	3089019
41	266021	3094767	194	260268	3089026
42	265969	3094748	195	260241	3089077
43	265949	3094740	196	260214	3089137
44	265931	3094733	197	260191	3089198
45	265915	3094660	198	260172	3089260
46	265907	3094639	199	260157	3089324

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
47	265881	3094572	200	260147	3089387
48	265818	3094457	201	260088	3089829
49	265773	3094410	202	260080	3089889
50	265730	3094365	203	260069	3089966
51	265659	3094344	204	260058	3090052
52	265582	3094321	205	260026	3090295
53	265485	3094278	206	260026	3090295
54	265392	3094205	207	260025	3090297
55	265266	3094162	208	259974	3090681
56	265253	3094155	209	259915	3091122
57	265240	3094148	210	259888	3091329
58	265118	3094089	211	259871	3091457
59	264980	3094020	212	259839	3091697
60	264957	3094002	213	259833	3091738
61	264913	3093968	214	259805	3091946
62	264890	3093951	215	259800	3091986
63	264887	3093943	216	259785	3092098
64	264871	3093896	217	259784	3092100
65	264856	3093852	218	259778	3092165
66	264783	3093675	219	259776	3092231
67	264736	3093594	220	259778	3092288
68	264699	3093529	221	259775	3092307
69	264651	3093436	222	259769	3092372
70	264651	3093361	223	259766	3092437
71	264628	3093296	224	259769	3092503
72	264515	3093249	225	259775	3092568
73	264452	3093200	226	259786	3092632
74	264444	3093133	227	259801	3092696
75	264474	3093044	228	259820	3092759
76	264482	3092811	229	259843	3092820
77	264439	3092713	230	259870	3092880
78	264438	3092711	231	259900	3092937
79	264437	3092710	232	259935	3092993
80	264423	3092698	233	259973	3093046
81	264334	3092622	234	260015	3093097
82	264289	3092523	235	260039	3093122
83	264285	3092514	236	260014	3093187

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
84	264267	3092487	237	259986	3093334
85	264228	3092426	238	259992	3093432
86	264222	3092417	239	259997	3093531
87	264115	3092332	240	260140	3093790
88	264097	3092240	241	260169	3093825
89	264056	3092143	242	260203	3093919
90	263934	3092037	243	260207	3093930
91	263929	3092035	244	260224	3093983
92	263919	3092031	245	260237	3094023
93	263895	3092021	246	260256	3094084
94	263893	3092020	247	260263	3094179
95	263761	3091968	248	260236	3094262
96	263740	3091960	249	260227	3094290
97	263680	3091936	250	260225	3094298
98	263643	3091919	251	260194	3094320
99	263526	3091863	252	260084	3094396
100	263367	3091742	253	260060	3094404
101	263352	3091731	254	260046	3094408
102	263348	3091720	255	259909	3094449
103	263345	3091710	256	259801	3094500
104	263350	3091680	257	259783	3094508
105	263393	3091635	258	259723	3094536
106	263410	3091616	259	259715	3094573
107	263451	3091565	260	259687	3094694
108	263468	3091541	261	259678	3094736
109	263483	3091521	262	259711	3094896
110	263489	3091512	263	259723	3094957
111	263524	3091456	264	259851	3095108
112	263555	3091399	265	259951	3095227
113	263582	3091339	266	260061	3095358
114	263605	3091278	267	260195	3095518
115	263624	3091215	268	260204	3095528
116	263627	3091203	269	260349	3095716
117	263638	3091153	270	260644	3096096
118	263651	3091092	271	260673	3096134
119	263672	3090986	272	260784	3096319
120	263714	3090877	273	260786	3096323

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
121	263813	3090621	274	260789	3096327
122	263828	3090581	275	260789	3096327
123	263847	3090519	276	260791	3096329
124	263859	3090466	277	260903	3096418
125	263862	3090455	278	260925	3096436
126	263870	3090405	279	261051	3096595
127	263872	3090391	280	261212	3096799
128	263879	3090325	281	261262	3096862
129	263879	3090311	282	261287	3096893
130	263881	3090260	283	261323	3096939
131	263879	3090195	284	261326	3096943
132	263873	3090141	285	261397	3096970
133	263872	3090130	286	261400	3096972
134	263865	3090084	287	261452	3096992
135	263862	3090065	288	261455	3096993
136	263847	3090001	289	261499	3097010
137	263834	3089959	290	261685	3097006
138	263828	3089939	291	261868	3096943
139	263812	3089898	292	262065	3096864
140	263805	3089877	293	262252	3096781
141	263778	3089818	294	262357	3096695
142	263747	3089760	295	262382	3096604
143	263712	3089704	296	262412	3096525
144	263694	3089679	297	262503	3096434
145	263682	3089662	298	262609	3096328
146	263674	3089651	299	262706	3096214
147	263633	3089601	300	262832	3096042
148	263588	3089553	301	262927	3095967
149	263561	3089528	302	263137	3095878
150	263540	3089508	303	263260	3095804
151	263489	3089467	304	263303	3095707
152	263436	3089429	305	263344	3095622
153	263428	3089424	306	263461	3095563

Anexo 3.- Coordenadas geográficas de trampas y transectos empleados durante el muestreo de fauna.

Cuadro 20 Coordenadas UTM (DATUM WGS 84) de trampas instaladas en el muestreo de fauna del escenario 2

ID	Tipo de trampas	No. transecto	No. De trampa	Coordenadas UTM	
				X	Y
1	Tomahawk	1	1	261649	3096885
2	Tomahawk	1	2	261966	3096836
3	Tomahawk	1	3	262232	3096659
4	Tomahawk	1	4	262427	3096435
5	Tomahawk	1	5	262636	3096204
6	Tomahawk	1	6	262841	3095961
7	Tomahawk	1	7	263112	3095793
8	Tomahawk	1	8	263314	3095563
9	Tomahawk	1	9	263611	3095487
10	Tomahawk	1	10	263924	3095511
11	Odoríferas	1	1	261645	3096877
12	Odoríferas	1	2	261962	3096824
13	Odoríferas	1	3	262212	3096645
14	Odoríferas	1	4	262410	3096425
15	Odoríferas	1	5	262613	3096193
16	Odoríferas	1	6	262832	3095953
17	Odoríferas	1	7	263107	3095789
18	Odoríferas	1	8	263299	3095559
19	Odoríferas	1	9	263604	3095465
20	Odoríferas	1	10	263915	3095544
21	Sherman	1	1	261645	3096868
22	Sherman	1	2	261668	3096868
23	Sherman	1	3	261691	3096863
24	Sherman	1	4	261715	3096858
25	Tomahawk	2	1	261903	3091742
26	Tomahawk	2	2	262109	3091514
27	Tomahawk	2	3	262320	3091291
28	Tomahawk	2	4	262536	3091064
29	Tomahawk	2	5	262823	3090961
30	Tomahawk	2	6	263024	3091194

ID	Tipo de trampas	No. transecto	No. De trampa	Coordenadas UTM	
				X	Y
31	Tomahawk	2	7	263179	3091474
32	Tomahawk	2	8	263351	3091740
33	Tomahawk	2	9	263435	3092040
34	Tomahawk	2	10	263750	3092036
35	Odoríferas	2	1	261916	3091753
36	Odoríferas	2	2	262127	3091528
37	Odoríferas	2	3	262327	3091297
38	Odoríferas	2	4	262550	3091074
39	Odoríferas	2	5	262816	3090957
40	Odoríferas	2	6	263025	3091189
41	Odoríferas	2	7	263179	3091468
42	Odoríferas	2	8	263337	3091744
43	Odoríferas	2	9	263426	3092038
44	Odoríferas	2	10	263757	3092032
45	Sherman	2	1	261910	3091750
46	Sherman	2	2	261924	3091734
47	Sherman	2	3	261940	3091720
48	Sherman	2	4	261956	3091703
49	Tomahawk	3	1	264822	3093973
50	Tomahawk	3	2	264566	3093787
51	Tomahawk	3	3	264291	3093974
52	Tomahawk	3	4	263999	3094079
53	Tomahawk	3	5	263746	3094253
54	Tomahawk	3	6	263528	3094026
55	Tomahawk	3	7	263259	3093845
56	Tomahawk	3	8	262998	3093688
57	Tomahawk	3	9	262777	3093906
58	Tomahawk	3	10	262471	3093939
59	Odoríferas	3	1	264817	3094003
60	Odoríferas	3	2	264574	3093802
61	Odoríferas	3	3	264289	3093992
62	Odoríferas	3	4	263999	3094084
63	Odoríferas	3	5	263748	3094249
64	Odoríferas	3	6	263530	3094024
65	Odoríferas	3	7	263255	3093846
66	Odoríferas	3	8	262986	3093684

ID	Tipo de trampas	No. transecto	No. De trampa	Coordenadas UTM	
				X	Y
67	Odoríferas	3	9	262772	3093904
68	Odoríferas	3	10	262473	3093939
69	Sherman	3	1	264578	3093816
70	Sherman	3	2	264560	3093830
71	Sherman	3	3	264539	3093843
72	Sherman	3	4	264519	3093857
73	Tomahawk	4	1	260432	3095764
74	Tomahawk	4	2	260433	3095450
75	Tomahawk	4	3	260274	3095185
76	Tomahawk	4	4	259959	3095129
77	Tomahawk	4	5	260345	3094866
78	Tomahawk	4	6	260280	3094576
79	Tomahawk	4	7	260294	3094274
80	Tomahawk	4	8	260449	3093996
81	Tomahawk	4	9	260743	3093899
82	Tomahawk	4	10	260828	3094197
83	Odoríferas	4	1	260436	3095767
84	Odoríferas	4	2	260427	3095450
85	Odoríferas	4	3	260263	3095187
86	Odoríferas	4	4	259964	3095131
87	Odoríferas	4	5	260337	3094870
88	Odoríferas	4	6	260286	3094575
89	Odoríferas	4	7	260296	3094273
90	Odoríferas	4	8	260440	3093994
91	Odoríferas	4	9	260742	3093897
92	Odoríferas	4	10	260836	3094195
93	Sherman	4	1	260338	3094865
94	Sherman	4	2	260332	3094842
95	Sherman	4	3	260315	3094826
96	Sherman	4	4	260314	3094800

**Cuadro 21 Coordenadas UTM (DATUM WGS 84) de transectos para aves, reptiles y
anfibios del escenario 2.**

No. transecto	Coordenada de inicio		Coordenada final	
	X	Y	X	Y
1	261645.21	3096874.21	262476.79	3096366.61
2	261915.82	3091752.84	262597.24	3091019.18
3	263703.69	3094407.19	264579.13	3093809.72
4	260253.92	3095177.03	260299.26	3094229.68

**ESTACIONES ODORÍFERAS.
Muestreo de carnívoros grandes.
Hoja de registro**

Fecha _____/_____/_____

Lugar _____ Coordenada inicio: Norte _____ Oeste _____ Altitud _____ msnm

Coordenada final: Norte _____ Oeste _____ Hora de inicio _____ Hora de termino _____

Tipo de vegetación _____

Condiciones climatologicas _____

Responsable _____

Estación	Especie	Observaciones
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

TRAMPAS TOMAHAWK.
Muestreo de carnívoros medianos
Hoja de registro

Fecha _____ / _____ / _____

Lugar _____

Tipo de vegetación _____

Condiciones climatológicas _____

Responsable _____

Trampa	Especie	Coordenadas	Altitud
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

