

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Abundancia Relativa de Mamíferos Terrestres Grandes y Medianos en el Área
Reforestada de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila México.**

Por:

CECILIA LIZBETH GONZÁLEZ MATA.

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO BOTÁNICA

Abundancia Relativa de Mamíferos Terrestres Grandes y Medianos en el Área
Reforestada de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila México.

Por:

CECILIA LIZBETH GONZÁLEZ MATA.

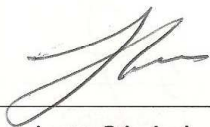
TESIS

Presentada como requisito parcial para

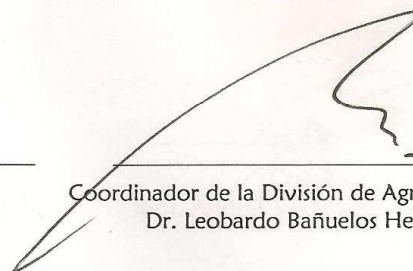
Obtener el título de

Ingeniero en Agrobiología

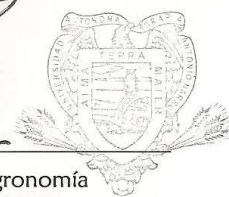
APROBADA:



Asesor Principal
Ing. José Antonio Ramírez Díaz



Coordinador de la División de Agronomía
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Junio de 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Abundancia Relativa de Mamíferos Terrestres Grandes y Medianos en el Área reforestada de la sierra de Zapalinamé, Coahuila México.

Por:

CECILIA LIZBETH GONZÁLEZ MATA

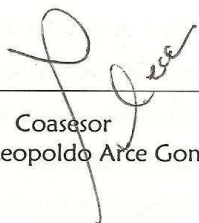
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

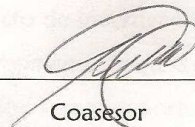
APROBADA POR:



Asesor Principal.
Ing. José Antonio Ramírez Díaz



Coasesor
M.C. Leopoldo Arce González



Coasesor
Biol. Andrés Rodríguez Gámez

Saltillo, Coahuila, México
Junio de 2012.

El presente estudio se realizó como parte del proyecto de investigación “Estimación poblacional de venado cola blanca *Odocoileus virginianus miquihuanensis*, *O. v. texanus* y otras especies de fauna silvestre en la región sureste y norte del Estado de Coahuila” clave: 13-30-3613-2186) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, del cual es responsable el Ing. José Antonio Ramírez Díaz.

DEDICATORIA

A Dios, por darme fortaleza, sabiduría y salud que me permite llegar a cumplir mis metas y objetivos y por darme una familia maravillosa.

A mi abuelita Cata (+) Por sus consejos, sus regaños y su apoyo moral, aunque ya no estés entre nosotros a bue, yo sé que siempre estas a nuestro lado, te extraño y ite quiero mucho!

A mi mamá Cecilia por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, por haberme apoyado en todo momento por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por estar siempre a mi lado cuando la necesito, pero más que nada por su amor, te quiero mucho mama.

A mi papá Ernesto por los ejemplos de sabiduría, fuerza, valentía y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por apoyarme en mis decisiones, por confiar en mí, y por su amor te quiero mucho papa.

A mis hermanos Ximena y Axcel por estar conmigo siempre, por haberme brindado su apoyo moral y espiritual y por acompañarme en mis primeras visitas de campo bajo la lluvia, truenos y nubes je je los quiero mucho !hermanitos menores!

A mi futuro esposo Artemio por su cariño, comprensión, por apoyarme siempre, por estar conmigo en todo y por todas tus vistas de campo a la sierra con migo. ¡Te amo chaparrito!

A mi familia González y Mata, a todos aquellos tíos y primos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis, en especial a mi madrina lulú, a mi padrino Sabás y a mi tía Chayo. ¡ Gracias a ustedes!

A mi tío Beto por su apoyo incondicional, su confianza, sus consejos, y por estar siempre pendiente de lo que sucede a pesar de estar lejos, te quiero mucho tío.

A mis Maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales, en especial al Ing. Ramírez Díaz.

A mis amigos y compañeros de generación Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional. **Cecilia González**.

AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios por haberme dado la vida y permitido llegar al final de mi carrera universitaria.

A mis padres por apoyarme y alentarme en busca de mis propósitos. Esta tesis es el resultado de lo que me han enseñado en la vida, es el ejemplo de sus actos y fruto de su amor.

Al Ing. Ramírez Días, M.C. Arce González y Biol. Rodríguez Gámez, por su apoyo ofrecido para la elaboración de esta tesis, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

Al Médico Veterinario, por sus consejos, sugerencias y apoyo en las visitas de campo.

A Protección de la Fauna Mexicana A.C. (PROFAUNA) por su colaboración para la presente investigación.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado la oportunidad de ingresar al sistema de Educación Superior y cumplir este gran sueño y por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

A todas aquellas personas que me apoyaron en las visitas de campo en especial a mi papa, hermanos, a ti Temo y al Ing. Ramírez Días, igracias!.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este Trabajo, agradezco de forma sincera su valiosa colaboración.

INDICE GENERAL

I Introducción.....	1
II Objetivo General.....	3
2.1 Objetivos Específicos.....	3
III Hipótesis.....	4
IV Revisión de Literatura.....	5
4.1 Áreas Naturales Protegidas.....	5
4.1.1 Funciones de las Áreas Naturales Protegidas.....	6
4.1.2 Planificación Ambiental.....	6
4.1.3 Antecedentes Sobre la Creación de las ANP en México.....	6
4.1.4 Área Natural Protegida "Sierra de Zapalinamé".....	11
4.2 Diversidad Biológica de México.....	12
4.2.1 Mamíferos en México.....	13
4.2.2 Causas de la Pérdida de Biodiversidad.....	14
4.2.3 La Transformación del Hábitat y los Mamíferos.....	15
4.3 Métodos de Evaluación.....	17
4.3.1 Métodos Indirectos.....	17
4.3.2 Métodos Directos.....	18
4.4 Fototrampeo en Mamíferos.....	18
4.5 Índice de Abundancia Relativa en Mamíferos.....	20
4.6 Densidad Poblacional en Especies de Mamíferos.....	23
V Materiales y Métodos.....	24
5.1 Descripción del Área de Estudio.....	24
5.1.1 Climatología.....	25
5.1.2 Orografía.....	26
5.1.3 Edafología.....	27
5.1.4 Hidrología.....	28
5.1.5 Perturbaciones.....	30
5.1.6 Vegetación.....	30
5.1.7 Flora.....	32
5.1.8 Fauna.....	33
5.2 Trabajo de Campo.....	36
5.2.1 Descripción del Área de Estudio.....	36
5.2.2 Identificación de los lugares de Muestreo.....	36
5.2.3 Patrón de Actividad.....	40
VI Resultados.....	40
6.1 Abundancia Relativa.....	40
6.2 Densidad Poblacional.....	53
6.3 Patrón de Actividad.....	55
VII Discusión.....	58
VIII Conclusión.....	63
IX Recomendaciones.....	64
X Literatura Citada.....	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de localización geográfica del área de estudio.....	25
Figura 2.	Imagen de Cámaras utilizadas en el muestreo.....	37
Figura 3.	Instalación de cebos atrayentes.....	37
Figura 4.	Instalación de Cámaras de Muestreo.....	39
Figura 5.	Mapa de distribución de cámaras para el fototrampeo de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México.....	46
Figura 6.	Mapa de localización de excretas, encontradas en el muestreo realizado en el Área de Reforestación de la UAAAN.....	49
Figura 7.	Mapa de localización de huellas, encontradas en el muestreo realizado en el Área de Reforestación de la UAAAN.....	50
Figura 8.	Grafica de Índice de Abundancia Relativa de especies encontradas en el muestreo realizado en el Área de Reforestación de la UAAAN.....	52
Figura 9.	Grafica de Índice de Abundancia Relativa de especies encontradas en el muestreo realizado en el Cañón de las Terneras.....	52
Figura 10.	Densidad Poblacional de especies encontradas en el muestreo realizado en la Reforestación UAAAN y Reforestación llamada Árboles de Navidad de Alta Densidad.....	54
Figura 11.	Densidad poblacional de especies encontradas en el Cañón “Las terneras”.....	54
Figura 12.	Grafica de Patrón de Actividad de especies de mamíferos, encontradas en el Área muestreada de la Sierra de Zapalinamé Coahuila, México.....	57

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Categorías de manejo y características de las áreas naturales protegidas en México, de acuerdo con las modificaciones a Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	7
Cuadro 2.	Número y superficie de las áreas naturales protegidas por la federación de acuerdo con su categoría de manejo en México.....	9
Cuadro 3.	Ordenes de mamíferos y algunos ejemplos.....	13
Cuadro 4.	Tipos de vegetación y comunidades vegetales.....	31
Cuadro 5.	Vegetación y uso de suelo en la Sierra de Zapalinamé.....	32
Cuadro 6.	Ubicación de los sitios de muestreo.....	42
Cuadro 7.	Especies encontradas en el muestreo realizado en el área de reforestación de la UAAAN.....	47
Cuadro 8.	Índice de Abundancia Relativa, Densidad Poblacional, registros independientes, excretas encontradas y total de fotografías de especies encontradas en el Área de Reforestación de la UAAA.....	48
Cuadro 9.	Elementos que activaron las cámaras durante el muestreo realizado en el Área de Reforestación de la UAAAN.....	55
Cuadro 10.	Patrón de Actividad de mamíferos encontrados en el muestreo realizado en el Área de Reforestación de la UAAAN.....	56

RESUMEN

Abundancia Relativa de Mamíferos en el Área reforestada de la sierra de Zapalinamé, Coahuila México.

Con el objetivo de evaluar la presencia y distribución de las especies de mamíferos presentes en el área reforestada de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila México, se realizó el presente trabajo en dicha Sierra durante los meses de agosto a diciembre del año del 2011. Se utilizó el método de instalación de cámaras-trampa poniendo cebos atrayentes en casa una de las estaciones utilizadas, y revisando los mismos cada semana, estas estaciones de muestreo se colocaron en la Zona de Reforestación de la UAAAN, en el cañón de “Las Terneras” y en una plantación de árboles llamada “Árboles de Navidad de Alta Densidad (ANAD), en cada una de estas zonas se calculo el Índice de Abundancia Relativa (IAR), Densidad Poblacional (DP) y Patrón de Actividad (PA) para cada una de las especies de mamíferos encontrados en el estudio. Se encontraron tomas fotográficas de 9 especies de mamíferos, de las cuales el orden mejor representado fue Carnívora, con 4 familias y 5 especies, *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) y *Sylvilagus audubonii* (conejo matorralero) fueron las especies que se registraron en un rango más amplio, además de ser las especies que se registraron en mayor número de estaciones de trampeo. En base a los resultados obtenidos se concluye que a pesar de presentar diferentes niveles de intervención humana, el área estudiada brinda las condiciones apropiadas y satisface los requerimientos básicos para la persistencia de especies en peligro de extinción de mamíferos silvestres.

Palabras Clave: Índice de Abundancia Relativa, Mamíferos Terrestres, Sierra de Zapalinamé, Fototrampeo, Densidad Poblacional, Patrón de actividad.

I. Introducción

La alta diversidad biológica que México presenta es producto combinado de las variaciones en topografía y clima encontrados en su superficie. Estas se mezclan unas con otras, creando un mosaico de condiciones ambientales y microambientales (Ojasti, 2000).

Los mamíferos terrestres constituyen un componente importante de la fauna mexicana, además de que la variedad de mamíferos se refleja también en la diversidad de ecosistemas (Arcos, 2001).

La abundancia relativa de los mamíferos es un indicador de la situación poblacional y su evaluación en diferentes tiempos o espacios evidencia su posible variación espacial y temporal.

La técnica de fototrampeo en estudios poblacionales de mamíferos es una herramienta confiable y no invasiva (Srbek, 2005), que contribuye a su estudio y ofrece ciertas ventajas en comparación con otros métodos como el trampeo directo, ya que este último es más costoso, proporciona un reducido número de registros, además de que altera el comportamiento de los individuos (Krausman, 2002). La eficiencia del fototrampeo ha sido demostrada en trabajos como el de Srbek, (2005) en Brasil, quienes compararon los índices de abundancia relativa obtenidos a través de diversos métodos, y concluyeron que el fototrampeo es el más apropiado, ya que permite una rápida evaluación del estatus de conservación de la vida silvestre. Además, a partir de las fotografías es posible registrar especies que se mueven largas distancias o que están en bajas densidades (Kelly, 2008). Sus ventajas incluyen la precisión en la identificación a nivel específico y frecuentemente individual, una eficiencia de detección similar en animales diurnos y nocturnos y la confirmación de especies cuyas huellas no se diferencian (Maffei *et al*, 2002).

Las cámaras son útiles para evaluar patrones de actividad y uso de hábitat (Bowkett *et al*, 2007), así como para realizar estimaciones de densidad (Tobler, 2009). La frecuencia de captura ha sido utilizada como un índice de abundancia relativa (IAR) evidenciando su correlación con las densidades absolutas, además de su relativa facilidad de aplicación (Maffei *et al*, 2002).

Teniendo en cuenta que una de las actividades más sencillas y apropiadas de llevar a cabo para ejercer acciones de manejo y conservación dentro de cualquier área natural protegida, es la obtención de datos sobre la abundancia relativa de especies (Simonetti y Huareco, 1999), y debido a la falta de información disponible sobre las especies de mamíferos en el área reforestada de la sierra de Zapalinamé, no se cuenta actualmente con un plan de manejo que garantice la permanencia de estas especies a largo plazo.

Los resultados obtenidos a partir de un estudio de abundancia relativa, pueden generar información preliminar de gran importancia, ya que puede ser utilizada como base para el diseño de una estrategia de conservación y monitoreo que garantice la permanencia de las especies de mamíferos a largo plazo.

II Objetivo general

El objetivo general del presente trabajo es evaluar la presencia y distribución de las especies de mamíferos terrestres medianos y grandes presentes en el área reforestada de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México.

2.1. Objetivos Específicos:

- a) Determinar a partir de métodos directos e indirectos la presencia, densidad y el patrón de actividad de mamíferos terrestres medianos y grandes en el área reforestada de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila México.
- b) Determinar la frecuencia de los indicios de las especies de mamíferos terrestres grandes y medianos encontrados en el área de reforestación de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México.
- c) Generar conocimiento sobre el estado poblacional de especies de mamíferos terrestres grandes y medianos para una mejor toma de decisiones en el manejo de áreas y en la implantación de medidas de conservación.

III Hipótesis

Las hipótesis propuestas para el presente trabajo son:

Ho: Se estima encontrar presencia y población diferente de mamíferos terrestres grandes y medianos en la zona reforestada de la Sierra de Zapalinamé respecto a lo reportado en otros estudios de la misma área.

Ha: Se estima encontrar presencia y población similar de mamíferos terrestres grandes y medianos en la zona reforestada de la Sierra de Zapalinamé respecto a lo reportado en otros estudios de la misma área.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Áreas Naturales Protegidas

En los últimos años ha sido ampliamente documentada la extraordinaria riqueza biológica y ecológica de nuestro país. Simultáneamente se ha generado una base de conocimiento científico cada vez más sólida sobre la importancia de los bienes y servicios ecológicos que genera la biodiversidad y las áreas naturales, que las convierten en activos estratégicos para México. Este conocimiento científico ha sido complementado con nuevas metodologías, que permiten hoy, en algunos casos relevantes, aproximar el valor de tales bienes y servicios en términos económicos; esto ha aportado elementos de juicio cada vez más objetivos para orientar decisiones privadas y públicas en materia de conservación (Ramírez *et al*, 2005).

Las áreas naturales protegidas (ANP) constituyen el instrumento total en la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios ecológicos. Representan la posibilidad de reconciliar la integridad de los ecosistemas, que no reconocen fronteras político-administrativas, con instituciones y mecanismos de manejo sólidamente fundamentados en nuestra legislación (González *et al*, 2007).

La declaratoria, manejo y administración de áreas naturales protegidas ha ido revelando con el tiempo, dimensiones y potencialidades que refuerzan su capacidad como instrumento de política ecológica. Por una parte, generan una matriz territorial para iniciativas de conservación y desarrollo sustentable, en la cual es posible armonizar políticas y esquemas de regulación, y combinar los términos ambientales y legales (Rangel *et al*, 1997).

Por otro lado, en su manejo y administración concurren distintos sectores de la sociedad local, regional y nacional, lo que ofrece la oportunidad de fortalecer el tejido social y de construir nuevas formas de participación con corresponsabilidad (López y Lira, 1996),

4.1.1 Funciones de las áreas naturales protegidas

- ✓ Conservación de la biodiversidad
- ✓ Conservación de los procesos naturales
- ✓ Conservación del suelo
- ✓ Conservación de cuencas hídricas
- ✓ Conservación de pautas culturales
- ✓ Creación de sitios para el desarrollo turístico
- ✓ Creación de sitios para la educación ambiental
- ✓ Provisión de elementos y de procesos para el desarrollo de investigaciones científicas

4.1.2 Planificación Ambiental

La planificación de un área natural, permite optimizar los recursos económicos y humanos que se destinan para la conservación. El adecuado y sustentable manejo de los recursos naturales asegurará la continuidad del patrimonio natural de una región, fuente del desarrollo económico, social y cultural, actual y futuro. Es por esto que cuando se decreta a una área natural protegida se debe de tomar en cuenta la importancia de esta como nicho ecológico de las especies, además de que debe de abastecer de servicios naturales a la comunidad que deben de tener cierta precaución al ser usados, por ejemplo las cuencas hidrológicas o los ranchos cinegéticos (Glanz, 1990).

4.1.3 Antecedentes sobre la creación de áreas naturales protegidas en México

Los primeros antecedentes sobre áreas naturales protegidas (ANP) en México se remontan a la época prehispánica. Los mayas, por ejemplo, incluían dentro de sus sistemas de producción la protección estricta de ciertas zonas y periodos de descanso para áreas explotadas. En el siglo XV Netzahualcóyotl reforestó áreas cercanas al Valle de México y, durante el siglo XVI, el emperador Moctezuma II fundó algunos parques zoológicos y jardines botánicos (Vargas, 1984), también menciona que la primer área natural protegida en México fue la zona boscosa

conocida como el Desierto de los Leones, decretada en 1876 por la importancia de sus manantiales en el abastecimiento de agua a la Ciudad de México y en 1917 esta misma se decretó como el primer parque nacional al considerar adicionalmente la belleza natural de sus paisajes y la posibilidad de hacerla un centro de recreo. La segunda área natural protegida con decreto fue el Bosque Nacional El Chico, en Hidalgo, oficialmente establecida el 27 de noviembre de 1917.

Durante la década de los treinta, bajo la presidencia de Lázaro Cárdenas (1934–1940), se dio un gran impulso a la creación de parques y reservas. En total se implementaron 82 áreas entre parques nacionales y reservas forestales y, por primera vez, se creó una sección de reservas y parques nacionales en la administración gubernamental (Vargas, 1984; Ordoñez y Flores, 1995). De 1940 a mediados de los setentas el crecimiento en número y superficie de las áreas protegidas fue mínimo. Durante este periodo la Ley Forestal sufrió modificaciones orientadas a la protección de la fauna silvestre y el control de la explotación forestal, así mismo dice que entre 1976 y 1982 se decretaron 8 parques nacionales y 17 zonas protectoras y refugios de fauna. (Pina y Gámez, 2004).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece 8 categorías de manejo de las áreas naturales protegidas.

Cuadro 1. Categorías de manejo y características de las áreas naturales protegidas en México, de acuerdo con las modificaciones a Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Diario Oficial de la Federación, diciembre 13 de 1996).

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	COMPETENCIA
Reservas de la biosfera	Áreas biogeográficas relevantes al nivel nacional en las que habiten especies representativas de la biodiversidad nacional. En estas áreas podrá determinarse la existencia de la superficie mejor conservada y conceptuada como zona núcleo por alojar	Federal

	ecosistemas, fenómenos naturales de importancia especial o especies de flora y fauna que requieran protección especial. Además, deberá determinarse la superficie que proteja la zona núcleo conceptuada como zona de amortiguamiento (artículo 48).	
Parques Nacionales	Representaciones biogeográficas nacionales de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su valor científico, educativo, de recreo o histórico, por su belleza escénica o bien por otras razones análogas de interés general. También protegen ecosistemas marinos (artículos 50 y 51).	Federal
Monumentos Naturales	Áreas que contengan elementos naturales (lugares u objetos naturales) con carácter único o excepcional, interés estético y/o valor histórico–científico. Tales elementos no tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo (artículo 52).	Federal
Áreas de Protección de Recursos Naturales	Áreas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente forestal (artículo 53).	Federal
Áreas de protección de flora y fauna	Lugares que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de especies de flora y fauna silvestres (art. 54)	Federal

Santuarios	Áreas con una considerable riqueza de flora o fauna, o con especies, subespecies o hábitats de distribución restringida. Estas áreas incluirán cualquier unidad topográfica o geográfica que requieran ser preservadas o protegidas (artículo 55).	Federal
Parques y Reservas Estatales	Áreas relevantes de acuerdo con la legislación local en la materia (artículo 46).	Entidades Federativas
Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población	Zonas de los centros de población que requieran ser preservadas de acuerdo con la legislación local (artículo 46).	Municipios

Cuadro 2. Número y superficie de las áreas naturales protegidas por la federación de acuerdo con su categoría de manejo en México.

CATEGORÍA	NO. DE ÁREAS	SUPERFICIE (ha)
Reservas de la Biósfera	26	268 821 237
Parques Nacionales	64	641 396 167
Monumentos Naturales	4	413 023
Áreas de Protección de Recursos Naturales	5	281 188
Áreas de Protección de Flora y Fauna	11	60 500
Santuario	10	58 722
Pendientes de recategorización	7	18 101
Total	117	911 048 938

La categoría con mayor número de áreas decretadas (64) es la de Parque Nacional; sin embargo, con ésta se cubre sólo el 11.3% de la superficie total protegida. El 32% de los parques nacionales (15) tienen una extensión menor a 1000 ha, superficie que se considera mínima para garantizar la conservación de los ecosistemas (Castro, *et al*, 1992). En esta categoría se incluye una gran variedad de áreas protegidas, desde

los parques marinos nacionales y áreas bien conservadas en las que se realizan labores de investigación con acceso restringido hasta áreas situadas dentro de zonas urbanas, que han perdido gran parte de su cubierta vegetal original y funcionan como centros de recreación (Jiménez, 2001).

Las 26 reservas de la biósfera existentes representan el 71% de la superficie protegida en el país. Las reservas de la biósfera funcionan con base en cuatro puntos clave: (1) involucrar a las poblaciones e instituciones locales a la tarea común de conservación; (2) incorporar la problemática socioeconómica regional a los trabajos de investigación y desarrollo de la reserva; (3) dar a la reserva una independencia administrativa, al encargar su gestión y manejo a instituciones de investigación, entre otras y (4) considerar que las reservas deben formar parte de una estrategia global de conservación. De esta manera las reservas de la biósfera, con mayor o menor éxito, funcionan como espacios de investigación y concertación para la conservación y el desarrollo regional sustentable (Jiménez, 2001), también menciona que existen 11 Áreas de Protección de Flora y Fauna, las cuales abarcan el 13.5% de la superficie total protegida, y 4 áreas están decretadas con la categoría de Monumento Natural, que cubren el 0.1% de la superficie total protegida. Aún no ha sido decretada ningún área bajo la categoría de Santuario y existen 7 áreas naturales protegidas con diferentes denominaciones en sus decretos, las cuales están sujetas a revisión para su recategorización y cubren el 3.6% de la superficie total protegida aproximadamente.

En la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales existen las subcategorías de Reserva Forestal y Zona Protectora Forestal, las cuales incluyen algunas presas, sistemas nacionales de riego, algunas cuencas hidrográficas, algunos arroyos, lagunas y ríos. Aunque estas áreas suman en total 220 con decreto federal, su situación administrativa está bajo revisión (posible derogación o recategorización). Por lo anterior, sólo 5 de estas áreas son administradas como áreas naturales protegidas de acuerdo con las disposiciones legales vigentes (INE, 1997).

4.1.4 Área Natural Protegida “SIERRA DE ZAPALINAME”

En 1937 se decretó, a nivel federal, la Sierra de Zapalinamé como Zona Protectora Forestal con la finalidad de reponer la vegetación arbórea, la regularización del clima, la protección del suelo y de la flora. Se delimitó la serranía participante y las condiciones de uso, que denegaban el aprovechamiento comercial, bajo la responsabilidad del Departamento Forestal y de Caza y Pesca (Valenzuela y Ceballos, 2002).

En 1996, el estado decretó la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Sierra de Zapalinamé” (ZSCESZ) superando el tamaño acordado federalmente. En ese momento, se designó como encargada de la operación del ANP a PROFAUNA, A. C. y a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) como la instancia que generaría el Programa de Manejo correspondiente (Periódico Oficial del Estado, 1996).

La Sierra de Zapalinamé es un sitio fundamental para el desarrollo del Valle de Saltillo, por ser quien provee el 70% del agua que en él se ocupa (Carrillo, 2000). Sin embargo, su importancia no se reduce sólo a este servicio hidrológico, pues la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2008) considera que es un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (Ceballos y Oliva, 2005), además de formar parte de una Región Prioritaria Terrestre y de una Región Hidrológica Prioritaria el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), la califica dentro de dos Ecorregiones Prioritarias para la Conservación y la Comisión Nacional Forestal la declara como una de las 60 Montañas Prioritarias de México (Díaz, 2012).

4.2 Diversidad biológica de México

Las naciones de megadiversidad tienen dos características en común: la mayoría son países con influencia tropical y todos son grandes, con más de un millón de Km² de extensión (Flores y Gerez, 1994).

Por sobreponerse en territorio mexicano, faunas y floras correspondientes a dos regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical), por ser un país tropical-montañoso y su elevado número de endemismos; México ocupa el Tercer lugar entre los países con mayor diversidad biológica. Es el primero por su fauna de reptiles (717 especies), el segundo en mamíferos (451 especies), el cuarto en anfibios (282 especies) y fanerógamas (+/- 25,000 especies. El 32% de la fauna nacional de vertebrados es endémica de México, y el 52% lo comparte únicamente con Mesoamérica (Orjuela y Jiménez, 2004).

La alta diversidad biológica que México presenta es producto combinado de las variaciones en topografía y clima encontrados en su superficie. Estas se mezclan unas con otras, creando un mosaico de condiciones ambientales y microambientales. A esto se suma la compleja historia geológica del área, en particular en el sureste del país, en lo que se conoce como Núcleo Centroamericano (Flores y Gerez, 1994).

La fauna de México es también una de las más ricas del mundo. La fauna de vertebrados terrestres de Canadá, los Estados Unidos y sus territorios (incluyendo islas en otros continentes), suman un total de 2,187 especies. La fauna de vertebrados de México tiene 3,032 especies en una superficie comparativamente mucho más pequeña (Lindenmayer, 1999).

México, en comparación con cada país centroamericano, posee más especies de vertebrados, y sus porcentajes de endemismos son muy elevados con relación a los otros países; estos oscilan entre el 10.4 y el 58.9%, mientras que entre otros países centroamericanos oscilan entre el 0.5 y el 28.4%.

4.2.1 Mamíferos en México

Casi un tercio de las especies de mamíferos terrestres son endémicas del país y la mayoría pertenece al Orden Rodentia (Lindenmayer, 1999).

Los mamíferos terrestres constituyen un componente importante de la diversidad biológica, además de que la variedad de mamíferos se refleja también en la diversidad de ecosistemas (Orjuela y Jiménez, 2004).

A nivel mundial existen 20 órdenes, 119 familias, 1057 géneros y alrededor de 4332 especies de mamíferos (Nowak, 1991). De lo anterior, México posee el 50% de los 20 órdenes, con 35 familias, 166 géneros y 451 especies de mamíferos que constituyen la diversidad mastozoológica en México y corresponden al 29.4% de las familias, 15.7% de los géneros y 10.4% de todas las especies del continente Americano. Los murciélagos y los roedores son los más diversos, pues representan el 79.2% de todo el complejo mastozoológico mexicano. Además, hay 9 géneros y 148 especies endémicas en 6 órdenes: Rodentia (110), Chiroptera (14), Insectívora (11), Lagomorpha (8); Carnívora (4) y Marsupialia (1) (Lindenmayer, 1999).

Cuadro 3. Órdenes de mamíferos en México y algunos ejemplos.

Orden	Ejemplos
Rodentia	Ratones, ratas, ardillas, tuzas, puerco-espines, tepezcuintles y guaqueques o agutí.
Chiroptera o quiróptera	Todos los murciélagos
Didelphimorphia o Marsupialia	Tlacuaches
Insectívora	Musarañas y ratones tlacuaches
Primates	Monos arañas y aulladores
Edentata	Armadillos y osos hormigueros
Lagomorpha	Conejos y liebres
Carnívora	Coyotes, zorras, mapaches, tejones, gatos, jaguares, comadrejas, grisonos, comadrejas, nutrias y zorrillos.

Perisodactyla	Caballos y tapires
Artiodactyla	Jabalíes y venados

4.2.2 Causas de la pérdida de biodiversidad

Aunque tenemos un país megadiverso, se observa que la mayoría de las especies se encuentran en riesgo de extinción (200 especies). Las causas son por la acelerada destrucción de sus hábitats por la agricultura, ganadería, contaminación, entre otros. A pesar de nuestro paulatino aprendizaje, no se puede avanzar lo suficiente para una adecuada conservación de los recursos naturales, pero tenemos la esperanza de que el entendimiento y conocimiento entre las culturas, permitirá una acción firme y decidida para resolver los problemas que nos aquejan (Lindenmayer, 1999).

La rápida reducción de poblaciones de mamíferos determina que especies aún no desaparecidas hayan perdido una parte sustancial de ejemplares y puedan considerarse funcionalmente extintas. Al comparar las poblaciones de mamíferos del siglo XIX con las estimaciones actuales, los investigadores hallaron que 173 especies perdieron más de 50 por ciento de las áreas que habitaban históricamente, en la mayoría de los casos por la concentración de actividades o poblaciones humanas. Pero de acuerdo al nuevo estudio, la población de mamíferos se está reduciendo más rápidamente, entre dos y 10 por ciento en los últimos 100 años (López y Montenegro, 1993).

México es un país que ha basado en buena medida su desarrollo económico en la explotación inadecuada de sus recursos naturales, suponiendo una existencia ilimitada y un libre acceso a los mismos, lo que ha conducido una creciente reducción de la biodiversidad, deforestación, degradación del suelo, desecamiento de las fuentes de agua, contaminación y pérdida de la calidad del aire (Sánchez, 1999). Además de la destrucción de los recursos, la fragmentación de los hábitats ha afectado teóricamente a la totalidad de las especies, como consecuencia de la expansión de diversas actividades humanas como la explotación de madera, el sobrepastoreo, la excesiva presión de caza y en menor grado la contaminación ambiental (Ojasti, 2000).

Las amenazas principales a la supervivencia de los organismos en nuestro país se encuentran estrechamente relacionadas con las actividades humanas, actividades que conllevan a la sobreexplotación de recursos o a la perturbación de los hábitats pueden causar una reducción del número efectivo de taxa que habitan un ambiente en particular. La sobreexplotación es uno de los factores principales que resultan en la reducción de poblaciones a corto, mediano o largo plazo, y las altas tasas de destrucción y modificación de los hábitats se relacionan principalmente con las actividades agropecuarias y la explotación de recursos forestales (Alberico *et al*, 2000).

Específicamente, como consecuencia de la sobreexplotación de los recursos forestales, en gran parte de México, se ha transformado la vegetación original mediante el establecimiento de plantaciones monoespecíficas como el Ciprés (*Cupressus lusitanica*) y Roble (*Quercus humboldtii*), que han sido implementadas para la protección y recuperación de las cuencas hidrográficas y la reforestación de áreas de bosque que en el pasado se destinaron a la tala para extracción de madera (Rangel *et al*, 1997). Este tipo de perturbaciones y transformaciones sobre el paisaje y el hábitat, pueden afectar especies de interés particular para la conservación como los mamíferos (Acosta, 2001).

4.2.3 La transformación del hábitat y los mamíferos

Los mamíferos juegan un papel de gran importancia para el mantenimiento de las condiciones del hábitat y los ecosistemas, ya que conservan la dinámica y flujo de energía de los mismos mediante servicios vitales y ecológicos como el control de poblaciones de pequeños vertebrados, la dispersión y predación de semillas, (Emmons y Feer, 1990).

Como consecuencia de la deforestación y transformación de la vegetación, la dinámica de los procesos ecológicos y las interacciones entre las especies de mamíferos como la predación, competencia, herbivoría y dispersión de semillas, estos se pueden ver afectados y reducir su número original de población (Murcia, 1995; Kattan y Murcia, 1999).

Cuando se reduce el área total de hábitat disponible para los mamíferos, se afecta la disponibilidad de recursos, se limitan los procesos de migración de las especies y aquellas especies que tienen baja densidad y que requieren de la vegetación nativa para sobrevivir pueden llegar a extinguirse (Acosta, 2001).

En general, los mamíferos responden a las transformaciones del paisaje presentando cambios en la dieta, especialización hacia algunos recursos en particular, cambios en la estructura social y comportamiento (Cruz, 2002). La actividad y patrones de movimiento de los mamíferos pueden variar entre las especies generando preferencias particulares, dependiendo de sus hábitos y características como el rango de hogar (Navarro y Muñoz, 2000). Los mamíferos carnívoros son particularmente vulnerables a la extinción en los paisajes transformados debido a sus amplios rangos de hogar y bajos números poblacionales, aunque algunos carnívoros generalistas se pueden ver menos influenciados por la presencia de vegetación exótica (Cruz, 2002). Las especies de mamíferos con distribución agregada, de hábitos frugívoros, con baja movilidad y terrestres también son muy sensibles a la invasión de especies exóticas (Turner, 1996), en comparación a especies folívoras, por ejemplo, que pueden encontrar alimento distribuido de manera más uniforme (Chiarello, 1999).

Aspectos como la distribución y la abundancia de las poblaciones de mamíferos, también pueden verse afectadas como consecuencia de la transformación del hábitat, al parecer, estos cambios podrían estar determinados por factores como las condiciones físicas, las tolerancias fisiológicas de las especies a las nuevas condiciones del área transformada, o a las interacciones entre las especies (Murcia, 1995). Desafortunadamente, son muy pocos los estudios que se han realizado sobre los efectos de la transformación del paisaje sobre la distribución y abundancia de especies como los mamíferos, por lo que es necesario que se realicen investigaciones que permitan establecer las consecuencias reales de la modificación del hábitat sobre estas especies (Meyer *et al*, 2000).

4.3 Métodos de evaluación

Existen diversas técnicas o métodos de muestreo para la determinación de números de individuos de una población; algunas de particular importancia dada su fácil aplicación y serían: la utilización de transectos nocturnos con luz artificial, transectos diurnos, conteo de excretas y los conteos con helicópteros, también existe la técnica del fototrampeo que es de fácil aplicación, rápido y con buenos resultados. La elección del método más adecuado deberá basarse en las condiciones topográficas, tipo de vegetación, disponibilidad de recursos humanos y materiales y a extensión del terreno (Villalobos, 2005).

4.3.1 Métodos indirectos

Walker *et al*, 2000 menciona que los conteos indirectos son el registro del número de alguna clase de signo producido por el animal de interés como cuevas o madrigueras, huellas o 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 de mamíferos. 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 (Aranda, 2000), por lo que se pueden utilizar para hacer estudios sobre comparaciones de uso de hábitat y abundancia relativa de especies (Aranda, 1994).

El método de índices indirectos se presenta para cuantificar la abundancia o densidad de una población cuando la observación directa o el trampeo son menos eficientes debido a recursos económicos, de tiempo o principalmente de topografía. Además presentan una serie de ventajas: 1) Son menos afectados por el sesgo por variación de la visibilidad, son independientes de la hora del día, (mientras que los registros directos deben coincidir con la hora de mayor actividad de los animales) interfieren menos con los animales bajo estudio, se presta a un diseño muestral por parcelas y análisis estadísticos de rigor, y aunque el sesgo personal este siempre presente, se estima que sea menor en los registros indirectos (Ojasti, 2000).

Existen áreas de bosques, selvas y matorrales xerofitos, en donde debido a lo escarpado de la topografía, la falta de suficientes caminos o brechas, o bien, lo denso de la cobertura vegetal, no es posible aplicar los métodos directos basados en el conteo físico de animales vía terrestre o aérea (Villalobos, 2005).

Con los métodos indirectos es posible obtener un resultado confiable respecto a la densidad media de la población y número total de mamíferos, mediante el conteo de excretas que defecan estos mismos dentro de un área determinada de muestreo, que pueden ser una franja o transecto que ellos mismos conocen. Estos métodos indirectos de conteo de huellas, excretas o de indicios, consisten en la búsqueda de signos dejados por los animales, como una forma de estimar la abundancia de la población (Walker *et al*, 2000).

4.3.2 Métodos directos

Los conteos directos incluyen el número de animales capturados por trampas, número de animales detectados en un transecto o número de animales fotografiados (Walker *et al*, 2000).

4.4 Fototrampeo en mamíferos

El trampeo fotográfico es una técnica no invasiva que permite obtener información simultánea sobre la mayoría de especies que componen una comunidad de carnívoros. Esta técnica se ha popularizado en los últimos tiempos a consecuencia de la aparición de equipos automáticos relativamente sencillos y económicos. La existencia de protocolos estandarizados en extensas áreas permite establecer una metodología comparable que elimina parte de los sesgos conocidos en otros métodos. Esta técnica permite además obtener información muy precisa sobre la distribución, abundancia y uso del hábitat de muchas especies de carnívoros, en muchos casos equivalente a la obtenida con el radio-seguimiento, siendo una herramienta eficaz de cara a la conservación de poblaciones o especies amenazadas (Navarro, 2005).

Desde hace unos años, diversos estudios sobre distribución de carnívoros y mamíferos están utilizando la técnica del trampeo fotográfico para conseguir fotografías de los animales y así poder aplicar su foto-identificación. Desde entonces ginetas, lince, visones, osos, gatos monteses y demás animales se fotografían. Obtener fotografías de pájaros e insectos en vuelo, o de animales estrictamente nocturnos y muy difíciles de ver, sólo lo consiguen algunos fotógrafos gracias al empleo de trampas fotográficas. Son equipos sofisticados que utilizan cámaras réflex, sensores y flashes de alta velocidad. Pero esta técnica de trampeo fotográfico no sólo se utiliza para conseguir imágenes de gran calidad fotográfica. También, y desde hace unos años, se está utilizando para realizar estudios científicos de fauna. Eso sí, con equipos mucho más simples y económicos (Galindo y Weber, 2005), la foto-identificación consiste en conseguir fotografías de diversos individuos de una misma especie y, mediante la observación detallada de sus fotografías, llegar a identificar a cada individuo concreto. Si se pretende fotografiar a carnívoros nocturnos, mamíferos depredadores, esquivos o que se encuentren en bajas densidades poblacionales se hace imprescindible emplear trampas fotográficas. Mediante ellas, los propios animales disparan las cámaras, con lo que se consigue no interferir en su comportamiento, ya que el fotógrafo o se encuentra presente en el momento de la toma. Estas trampas consisten en sensores que al ser interferidos (ya sea cortando un haz de luz infrarroja invisible, pisando una plancha, tirando de un hilo o por el simple movimiento) disparan automáticamente las cámaras. Casi siempre se pone un cebo para atraer al animal hasta el sensor. La trampa puede permanecer montada durante el tiempo que se considere necesario (sólo se tendrá que ir reponiendo la batería y el carrete o la tarjeta cuando estos se agoten). En muchos estudios es necesario montar gran cantidad de trampas fotográficas (decenas y a veces centenares); así pues se hace necesario utilizar equipos baratos, fáciles de montar, resistentes y sobre todo eficaces (Guzmán y Camago, 2004).

La técnica de fototrampeo en estudios poblacionales de mamíferos (no roedores ni quirópteros) es una herramienta confiable y no invasiva (Tobler, 2009), que contribuye a su estudio y ofrece ciertas ventajas en comparación con otros métodos

como el trapeo directo y la telemetría, ya que estos últimos son más costosos, proporcionan un reducido número de registros, además de que alteran el comportamiento de los individuos (Krausman, 2002).

Recientemente, el uso de fototampas para realizar inventarios y estudios ecológicos en mamíferos se ha incrementando notablemente (Alberico *et al*, 2000). Las fototampas constituyen herramientas útiles para detectar e identificar especies, monitorear abundancias absolutas y relativas así como los patrones de actividad (Díaz, 2000).

Las fototampas tienen algunas ventajas sobre métodos tradicionales utilizados para efectuar inventarios biológicos; es posible obtener registros de especies con mínima perturbación, los animales no tienen que ser necesariamente capturados y los registros del muestreo pueden cubrir extensas áreas con un mínimo de esfuerzo personal. Asimismo, las fototampas son ideales para detectar especies raras que son difíciles de capturar con técnicas tradicionales. Además, el uso de fototampas es particularmente importante en el estudio de especies amenazadas, vulnerables y en peligro de extinción, en las cuales su captura o colecta está restringida o inclusive prohibida (Crooks, 2002).

4.5 Índice de Abundancia relativa de mamíferos

La abundancia relativa de una población se define como el número de individuos presentes en un área (Litvaitis y Anderson, 1994). Según Walker *et al* (2000) un índice de abundancia relativa es un análisis relacionado con la abundancia animal, obtenida por medio de un conteo incompleto que generalmente no detecta a todos los individuos presentes en el área estudiada, por lo que 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 (sus rastros en este caso), en áreas donde la especie esté ausente pero aparezca con frecuencia, será diferente de cero y aumentará en la medida que el tamaño poblacional sea mayor (Kelly, 2008).

La abundancia relativa de los mamíferos es un indicador de la situación poblacional y su evaluación en diferentes tiempos o espacios evidencia su posible variación espacial y temporal. Este parámetro, al igual que el patrón de actividad pueden contribuir a la propuesta de estrategias para la conservación de las especies (Walker *et al*, 2000).

La abundancia relativa, además de ofrecer información sobre la fauna, también permite obtener inferencias acerca del medio en el cual se desenvuelven los individuos; por ejemplo Meyer *et al* (2000) afirmaron que la cantidad de rastros encontrados se reduce por efectos de colonización, mostrando la influencia antrópica en la abundancia de la fauna (Aranda, 2000). Sin embargo, según Walker *et al* (2000), en este tipo de conteos se deben tener en cuenta dos fuentes de variación importantes: la variación espacial y la variación en la relación entre el estadístico de conteo y la abundancia real. La última incluye además las diferencias en las tasas de producción del rastro en un mismo individuo o entre individuos y la detectabilidad del rastro la cual puede variar entre sitios o entre tiempos. Según los autores esta variación se debe intentar neutralizar con un diseño adecuado para el lugar y la especie de acuerdo a su historia natural, ya que los individuos en las poblaciones no se distribuyen de manera uniforme. La incertidumbre debida a la variación espacial se da cuando no se puede aplicar la técnica de monitoreo en la totalidad del área. En este caso los autores aconsejan que se deban seleccionar áreas de muestreo dentro del área de interés y aplicar el esfuerzo de muestreo sólo en esas áreas; los resultados encontrados son utilizados para elaborar inferencias sobre la totalidad del área trabajada. Walker *et al* (2000) comentaron que el muestreo espacial generalmente implica la división del área en unidades muestrales potenciales por medio del muestreo aleatorio, pero en algunos casos es recomendable dividir el área de estudio de acuerdo a los requerimientos de hábitat del mamífero, basándose en su historia natural.

Los índices de abundancia relativa son importantes en los esfuerzos en conservación de los grandes mamíferos donde los estudios se han concentrado en entender cómo

factores ecológicos y antropogénicos influyen la distribución y abundancia (Altrichter y Boaglio, 2003; Jiménez, 2001).

La estimación de la abundancia para el caso de mamíferos tanto medianos como grandes es difícil y costosa debido a sus hábitos nocturnos y evasivos además por lo general, se encuentran en bajas densidades, por lo anterior es recomendable el cálculo de índices de abundancia relativa. Los índices obtenidos son el resultado del muestreo de una fracción de la población y se expresan como el número de individuos contados por unidad de muestreo (Maffei *et al*, 2002).

Todos los métodos utilizados para la estimación de abundancia relativa de mamíferos involucran la obtención de algún tipo de conteo directo o indirecto.

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 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 (Altrichter y Boaglio 2003), igualmente, este tipo de índices tienen 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). Los índices de abundancia relativa de alguna forma están relacionados con la abundancia actual de las especies y se asume que su asociación con la abundancia real es positiva, (Carrillo, 2000).

Los índices de abundancia por lo general se calculan dividiendo el número de visitas que una especie determinada realiza a las trampas (ya sean huellas, heces, madrigueras o grupos de animales observados) sobre el número de noches totales en las que las trampas se mantuvieron activas durante el muestreo y se multiplica por 100 para poder discutirlo en otros estudios similares (Carrillo, 2000). Las trampas de huellas de mamíferos han sido utilizadas para medir rangos de hogar, evaluar presencia de una especie en un determinado lugar, identificar especies con densidades muy bajas, detectar cambios en las poblaciones y para obtener índices relativos de abundancia de especies (Ceballos y Simonetti, 2002).

Cabe mencionar que la información sobre la distribución de las especies reportadas es importante, ya que, según Pearce y Ferrier (2001), para planear programas de conservación a nivel regional se requiere información básica en la distribución de especies animales y vegetales a través de la región de interés. Los mamíferos son importantes para la conservación de los ecosistemas naturales ya que pueden ser usados como especies “sombrija”, clave o bioindicadora mostrando el efecto de las actividades antrópicas en los paisajes naturales y a la vez proteger a especies menores (Lindermayer, 1999)

4.6 Densidad Poblacional en Especies de Mamíferos

La estimación de la población y de mamíferos silvestres resulta ser un aspecto de suma importancia, puesto que si en algún momento las intenciones son manejar y/o conservar alguna especie, estos parámetros pueden ofrecernos la pauta en la toma de decisiones referentes a dichas poblaciones (Sánchez *et al*, 2004)

La estimación del número de individuos de una población presenta un interés relevante en el campo de la ecología. En este último, las distintas especies que comparten un cierto hábitat conformarían los individuos y su número se decanta en el índice más significativo a la hora de evaluar la diversidad del ecosistema o hábitat. Por lo general, la estimación del número de especies se lleva a cabo mediante métodos de captura-recaptura (Srebek, 2005).

Uno de los problemas metodológicos en el manejo de vida silvestre que aun no se ha resuelto satisfactoriamente, es la estimación de la densidad poblacional de especies de mamíferos, conocer el número de animales en un área dada es un aspecto importante tanto desde el punto de vista de estructura poblacional como del manejo para su conservación y aprovechamiento, sin embargo generalmente es difícil obtener una cuantificación exacta y satisfactoria de la cantidad de especies de mamíferos silvestres, (Crooks, 2002).

V. MATERIALES Y METODOS

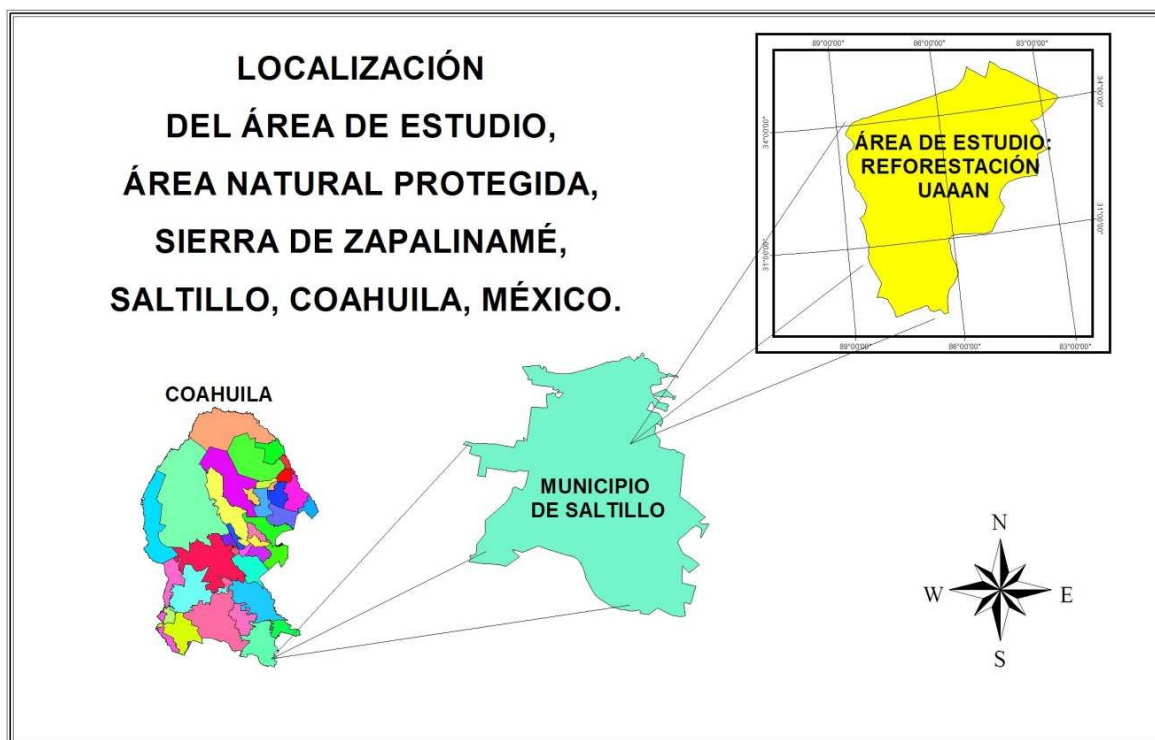
5.1 Descripción del área de estudio

La Sierra de Zapalinamé se encuentra al sureste del Estado de Coahuila de Zaragoza, en los Municipios de Saltillo y Arteaga. De acuerdo al marco legal, está dividida en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (Periódico Oficial del Estado: POE, 1996) con una superficie de 25,384.38Has (POE, 2008) y en la Zona de Restauración con una superficie de 1,966.809 Has (POE, 2007). Las coordenadas geográficas extremas de localización son 25°13'12" a 25°25'48" de Latitud Norte (LN) y 100°46'12" a -101°05'24" de Longitud Oeste (LO); la altitud varía de 1680 a poco más de 3000 msnm.

Las principales vías de acceso son tres. La primera es a través del Ejido Sierra Hermosa, el cual está a 9 Km de Arteaga hacia el sur por la carretera 57. La segunda es por el Ejido El Cedrito que está a 19 Km de Arteaga, también por la carretera 57, en la misma dirección. La tercera es por los Ejidos Cuauhtémoc y Huachichil, a los cuales se llega desde el entronque entre la carretera 54 y la 57, que está a la altura del Ejido La Encantada, con dirección a Matehuala.

La principal vía de comunicación a la Sierra es la carretera No. 57 que casi la rodea por completo. En cuanto al área de influencia, se puede llegar desde el norte y este por la carretera No. 57; mientras que por el suroeste, por la carretera No. 54. (Protección de la Fauna Mexicana, A.C. 2010)

Figura 1. Mapa de localización geográfica del área de estudio



5.1.1 Climatología

De acuerdo a la información generada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (1998), hay cinco tipos de climas presentes en la Sierra y su área de influencia.

En casi toda la porción serrana y en la mayoría de las bajadas, las cuales se ubican en la parte centro y sur de toda la superficie, cubriendo un 44.39% de ésta, se presenta el tipo de clima BSi kw, es decir, semiárido templado con temperatura media anual entre 12 y 18°C; en tanto que la temperatura del mes más frío va de -3 a 18°C y la del mes más caliente es menor a 22°C; además, es de lluvias de verano, pero las lluvias invernales alcanzan del 5 al 10.2% del total anual.

En la mayor parte de las llanuras (30.50% del total de la superficie), las cuales se encuentran hacia el norte-noroeste, se presenta el tipo de clima BSw, que es árido semicálido con temperatura media anual entre 18 y 22°C; en tanto que la temperatura del mes más frío es menor a 18°C y la del mes más caliente es mayor a

22°C; además, es de lluvias de verano, pero las lluvias invernales alcanza del 5 al 10.2% del total anual.

En el lado este, en la porción donde hay sierras y bajadas, se presenta el clima de tipo BSk(x'), el cual cubre 16.29% de la superficie total; éste es semiárido templado con temperatura media anual entre 12 y 18°C, en tanto que la temperatura del mes más caliente es menor a 22°C; además, es de lluvias de verano aunque las lluvias invernales alcanza hasta el 18% del total anual.

Al norte del área, en una porción que representa el 7.95% de la superficie total, se presenta el tipo de clima BWhw, que es árido semicálido con temperatura media anual entre 18 y 22°C, en tanto que la temperatura del mes más frío es menor a 18°C y la del mes más caliente es mayor a 22°C; además, tiene lluvias de verano, pero las invernales alcanzan entre 5 y 10.2% del total anual.

Al oeste del polígono, en una porción de 0.85%, se presenta el tipo de clima BSkx, el cual es árido templado con temperatura media anual que va de 12 a 18°C y con temperaturas de -3 a 18°C durante el mes más frío del año; además, las lluvias también son de verano, aunque del 5 al 10.2% del total anual, es de lluvias invernales.

Los datos meteorológicos de la Sierra de Zapalinamé, de los cuales se define su climatología, se obtienen de las estaciones San José de la Vaquería (00005145), Saltillo DGE (00005048), San Antonio de las Alazanas SMN (00005049) y Huachichil (00005146), según el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2009).

5.1.2 Orografía

La Sierra de Zapalinamé, se encuentra en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental; la mayor parte, 60.71%, queda dentro de la Subprovincia Gran Sierra Plegada mientras que el resto (39.28%), en la Subprovincia Pliegue Saltillo-Parras (Síntesis Geográfica de Coahuila, 1983).

La topografía predominante en ésta Área Natural Protegida (ANP), es la sierra, la cual está presente en un 42.99% de la superficie conformada por las microcuencas aportantes, en tanto que la llanura está en un 29.08% y la bajada en un 27.91%

(Figura 2 del Anexo 2). La altitud de la sierra va de 1780 a poco más de 3000msnm; la de la bajada va de 1920 a 2600msnm y la llanura de 1680 a 1900msnm (Síntesis Geográfica de Coahuila, 1983).

5.1.3 Edafología

La Sierra de Zapalinamé está compuesta por suelos y afloramientos rocosos que se alternan con áreas de suelos muy someros (Síntesis Geográfica de Coahuila, 1983).

De acuerdo a la información digital del SIGMA PLAN SUR (2003), hay trece tipos de suelos dominantes en la Sierra de Zapalinamé y su área de influencia. De ellos, los suelos de tipo Litosol y los de tipo Rendzina, abarcan mayor superficie en comparación con los otros tipos de suelo, pues en conjunto cubren 64.76% de la superficie; en tanto que ninguno de los otros supera el 10%, exceptuando al suelo de tipo Xerosol Háptico que cubre el 10.98%; tal como se muestra en la siguiente tabla. El 39.91% de la superficie tiene suelo de tipo Litosol, localizado en el macizo montañoso. Está caracterizado por tener una profundidad no mayor a 10cm, limitado por un estrato duro y continuo. No se presentan capas distintas y es de color claro, parecido a la roca que tienen debajo, la cual es caliza o lutita, por lo que es rico en cal (Fitz-Patrick, 1984). Además son ácidos por lo que no son aptos para cultivos, pero pueden destinarse al pastoreo (Síntesis Geográfica de Coahuila, 1983).

El 24.84%, es de suelo tipo Rendzina, también localizado en el macizo montañoso. Está sobre material calcáreo, carece de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50cm de profundidad y no presenta alta salinidad. Es de color oscuro se encuentra en estado avanzado de humificación aunque contiene más carbonato de calcio que materia orgánica. Sin embargo, éstas características más su textura y permeabilidad, le confieren alta fertilidad, por lo que son buenos suelos para la agricultura (Reid, 1997).

El 20.17%, es de tipo Xerosol, el cual tiene un espesor no mayor a 20cm. Éste contiene arcilla, principalmente, aunque a menudo contiene limo y arena fina pero cantidades mayores de arena gruesa y de grava; el contenido de materia orgánica

varía del 1 al 2%. De acuerdo a Reid, (1997) con fertilización y mejoradores de suelo, es posible tener buena cosecha. En el ANP, hay dos subdivisiones de este tipo de suelo, Xerosol-háplico y Xerosol-cálcico, con una proporción de 10.98 y 9.18%, cada uno.

El 6.03%, es de tipo Castañozem, caracterizado por ser rico en materia orgánica, de color pardo a castaño. Estos suelos son de alta productividad agrícola (Silva-M., 1981). En el área, hay tres subdivisiones, Castañozem-cálcico, Castañozem-háplico y Castañozem-lúvico, abarcando 3.4, 2.34 y 1.01%, respectivamente.

El 5.86%, es de tipo Feozem, el cual es rico en materia orgánica y nutrientes con buen drenaje. Además son pedregosos y muy inestables, por lo que la agricultura debería estar restringida, aunque pueden cultivarse pastos (centrogeo.org.mx). En el área hay dos subdivisiones, Feozem Calcárico (5.76%) y Feozem Háplico (0.12%).

El 2.89%, es de tipo Regosol, el cual procede de material no consolidado excluyendo depósitos aluviales recientes, tiene una amplia gama de texturas y constituyen la etapa inicial de formación de varios tipos de suelos (Fitz-Patrick, 1984). Éstos, son suelos sueltos como dunas, no presentan horizonte y son muy permeables, por lo que no son aptos para la agricultura. En el área, hay dos subdivisiones de este tipo, Regosol-éutrico y Regosol-calcárico. El primero, abarca una superficie de 1.87%; el segundo, 1.01%.

El 0.25% es de tipo Yermosol, el cual se presenta en zonas áridas, contiene poca materia orgánica y es muy permeable, pero no tiene salinidad elevada (Tobler, 2009). En el área, únicamente se encuentra la subdivisión de Yermosol Háplico.

5.1.4 Hidrología

La Sierra y su área de influencia se encuentra en dos Regiones Hidrológicas; el 77.93% de la superficie, está en la Bravo Conchos, en la Cuenca Río Bravo-San Juan, y el 22.06% está en El Salado, en la Cuenca San Pablo y Otras (Comisión Nacional del Agua CNA, 1998).

En relación a la primer Región Hidrológica mencionada, Bravo Conchos, la Sierra se encuentra en parte de las Subcuencas El Porvenir-Aguilar, La Casita-El Recreo, Pino

Solo-Saltillo y San José del Valle-Arroyo Grande (CONABIO, 1998). Las Microcuencas Aportantes de esta porción son: Agua de Mulas, Las Terneras, Arroyo del Pueblo, El Cuatro, Boca de León, El Blanco, Los Chorros, Arroyo Grande, El Recreo y Los Caballos.

Esta Región se compone mayormente por tierras áridas y planas con altitud media entre 1000 y 1800msnm. La Cuenca Río Bravo-San Juan pertenece a un territorio expuesto a frecuentes perturbaciones ciclónicas del Golfo por lo que se presenta crecientes periódicas de importancia. Los escurrimientos superficiales, calculados según la precipitación, permeabilidad y topografía, son de 20 a 50mm anuales y ya que las calizas predominan en ésta área, la infiltración del agua al subsuelo es intensa y permite la formación de manantiales al pie de la Sierra (Síntesis Geográfica de Coahuila, 1983).

En relación a la segunda Región Hidrológica mencionada, El Salado, la Sierra se encuentra en la Subcuenca Puerto Flores (CONABIO, 1998). Las Microcuencas Aportantes de esta porción son: Los Llanos, Tanque de los Laureles y Los Ardillones. Ésta Región está integrada por un conjunto hidrográfico de cuencas cerradas de diferentes dimensiones; en relación a la Cuenca y Subcuenca, se sabe que los escurrimientos superficiales son de 10 a 20mm anuales (Síntesis Geográfica de Coahuila, 1983).

La Sierra y su área de influencia, están sobre 3 acuíferos: Saltillo-Ramos Arizpe, General Cepeda y Cañón de Derramadero. El agua generada en éstos acuíferos, es mayormente utilizada en el consumo doméstico, luego en la industria y, por último, en la agricultura (Síntesis Geográfica de Coahuila, 1983).

A nivel superficial, en cauces y arroyos, el agua es contaminada por coliformes fecales provenientes del ganado presente en el área y por residuos sólidos producidos por visitantes; asimismo, el entorno de los cuerpos de agua es dañado por pisoteo de ganado, brechas y veredas; además, un daño considerable es la modificación de los cauces como en el caso de Los Chorros (Sánchez, 1999).

5.1.5 Perturbaciones.

Los incendios son las mayores perturbaciones naturales que alteran a la Sierra de Zapalinamé, sin embargo, algunas actividades de origen antropogénico procuran perturbaciones mayores al área, tales como: crecimiento de la mancha urbana, sobreexplotación de los acuíferos, cambios del uso de suelo, sobrepastoreo, plagas y enfermedades, especies invasoras, contaminación, recreación desordenada, extracción ilegal de tierra, extracción de pétreos, de flora y fauna y cacería furtiva.

Los incendios que han acaecido a la ANP han sido provocados por el ser humano en su mayoría, aunque también los ha habido de origen natural. Las áreas más afectadas se encuentran en la exposición noroeste de la Sierra, frente a Saltillo y Arteaga. Regularmente, la temporada alta en frecuencia de incendios es entre marzo y junio.

La siguiente tabla muestra los datos de los incendios que mayor daño han causado en la Sierra. Cabe mencionar, que éstos fueron combatidos por instancias municipales, estatales, federales y de la sociedad civil, tal como el equipo del Área Natural Protegida, la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Coahuila (SEMARNAC), los Bomberos de Saltillo, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el Ejército Mexicano y voluntarios.

En septiembre de 1988, el huracán Gilberto, afectó al ANP como consecuencia secundaria de su impacto en Monterrey con categoría de 2 a 3, en la escala de Saffir-Simpson. Éste fenómeno natural modificó el sistema hidrológico de la Sierra de Zapalinamé, mediante el ensanchamiento de los cauces de los arroyos y la formación de brazos secundarios de los mismos. Las áreas más afectadas fueron el Cañón de San Lorenzo, el Ejido Cuauhtémoc y el paraje Los Chorros; en éste último, las avenidas de agua destruyeron parte de la carretera 57.

5.1.6 Vegetación

La Sierra de Zapalinamé y su área de influencia, se localizan en una zona de transición entre la Sierra Madre Oriental y el Desierto Chihuahuense; debido a esto

en el área convergen comunidades vegetales propias de estas Provincias y de acuerdo con Rzedowski (1978), la vegetación de la Sierra de Zapalinamé está integrada por floras de los reinos Holártico y Neotropical; razón por la cual se presenta una rica diversidad florística y de tipos de vegetación.

En la Provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, son comunes el matorral submontano, los bosques de pino, de encino y de oyamel; dentro de estas comunidades se presentan áreas dominadas por gramíneas, también llamadas zacatales. Mientras que la provincia fisiográfica Desierto Chihuahuense se caracteriza por la dominancia de los matorrales micrófilo y rosetófilo.

Cuadro4. Tipos de vegetación y comunidades vegetales.

TIPO	COMUNIDAD	OBSERVACIONES
MATORRALES	Matorral Desértico Chihuahuense	Incluye matorral rosetófilo y matorral micrófilo.
	Matorral Submontano	Incluye matorral de rosáceas, matorral de encinos y matorral de manzanita.
BOSQUES	Bosque de Pino	
	Bosque de Encino	
	Bosque de Oyamel	
OTROS	Zacatal	Incluye zacatal amacollado, zacatal de alta montaña y zacatal mediano abierto.
	Vegetación de Arroyos	

Cada una de estas comunidades se distribuye en estrecha asociación a la topografía y morfología del terreno; como el matorral desértico rosetófilo y el submontano que cubren amplias áreas de las laderas del macizo montañoso; en tanto que los bosques de encino, de pino y de oyamel; existen bajo condiciones de mayor humedad y altitud.

Las comunidades vegetales con mayor superficie en la Sierra de Zapalinamé y su área de influencia; son el Matorral Desértico Micrófilo con 29,178.68Ha que equivale al 34.06% de la superficie y el Bosque de Pino y Pino Encino con 24,089.53Ha que equivalen al 28.12%; mientras que las de menor superficie son las áreas ocupadas por Agricultura de Riego y el Zacatal, con 186.3 y 338.04Ha respectivamente. Los datos de vegetación y uso del suelo se muestran en la siguiente tabla.

Cuadro 5. Vegetación y uso del suelo en la Sierra de Zapalinamé.

VEGETACION Y USO DEL SUELO DE LA SIERRA ZAPALINAMÉ	SUPERFICIE	
	HECTAREAS	PORCENTAJE
Matorral Desértico Micrófilo	29,178.68	34.06 %
Bosque de Pino y Pino Encino	24,089.53	28.12 %
Agricultura de Temporal	13,210.11	15.42 %
Asentamiento Humano	7,877.77	9.19 %
Matorral Desértico Rosetófilo	7,651.25	8.93 %
Matorral Submontano	2,087.91	2.44 %
Plantación Forestal	581.18	0.68 %
Bosque de Oyamel	475.71	0.56 %
Zacatal	338.04	0.39 %
Agricultura de Riego	186.3	0.22%
TOTAL	85,676.48	100 %

5.1.7 Flora

De acuerdo al listado elaborado por el personal del ANP, 2009-2010; la flora vascular de la Sierra de Zapalinamé está integrada por 764 taxa, la cual representa el 23.82% de los 3,207 taxa reportados por Villarreal (2005) para el Estado de Coahuila. La riqueza de especies es debido a la ubicación de la sierra en la transición entre comunidades boscosas de clima templado y el matorral desértico

chihuahuense, hacia donde convergen especies de ambas comunidades, más las especies de tipo ruderal.

Como parte de la flora de la Sierra de Zapalinamé, Villarreal (2005) menciona cuatro especies endémicas, 33 son raras y seis relictas.

Con base a la revisión de literatura, se considera que en el área de la Sierra de Zapalinamé se distribuyen 10 especies bajo estatus de conservación incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2008, que establece el listado de especies y subespecies de la flora silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción (P), sujetas a protección especial (Pr) y amenazadas (A), las cuales se incluyen en la siguiente tabla.

5.1.8 Fauna

La Sierra de Zapalinamé es el hábitat de una gran variedad de especies animales. Zárate, 1998 reportó la existencia de 255 especies en el área. Durante los últimos diez años, el equipo de PROFAUNA ha reportado 398 especies presentes, mediante avistamientos directos o señales.

De invertebrados, en 1998 sólo se registró una especie, en tanto que en 2010, se reportan otras 100. Las especies más comunes son: de insectos, los caballitos del diablo (*Enallagma novaehispaniae* y *Sympetrum corruptum*) y distintas especies de mariposas (*Heliconius charitonius*, *Everes amyntula*, *Euptoieta claudia daunius*, *Autochton cellus*, *Heraclides thoas*, *Pterourus multicaudatus* y *Libytheana carineta mexicana*); de arácnidos, la araña viuda negra (*Latrodectus mactans*) y el vinagrón (*Mastigoproctus giganteus*). De diplópodos, crustáceos y quilópodos, se ha reportado sólo una especie para cada clase, el milpiés espalda plana (*Pachidesmus crassicutis*), el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) y el ciempiés gigante del desierto (*Scolopendra heros*), respectivamente. El cangrejo rojo americano es una especie introducida.

El único invertebrado en estatus que se ha reportado es la mariposa monarca (*Danaus plexxipus*) bajo protección especial; la cual cruza por la Sierra durante su migración norte-sur, entre septiembre y noviembre de cada año.

En relación a los peces, en 1998 no se reportó ninguna especie, mientras que en 2010 se tienen registros de doce. Siendo que es uno de los grupos de fauna de mayor importancia por su escasa distribución, ya que sólo se puede observar en el paraje conocido como Los Chorros. Las especies nativas son carpa de Saltillo (*Gila modesta*), sardinita plateada (*Astyanax mexicanus*), sardinita ojinegra de Saltillo (*Dionda melanops*) y carpita del Bravo (*Dionda episcopa*); siendo la más común, aunque escasa, es la carpita de Saltillo, además de ser endémica y estar en peligro de extinción al igual que la carpita del Bravo.

La situación de las especies nativas de peces es agravada, por la presencia de diez especies introducidas en el área, las cuales además son más abundantes que las nativas; las más comunes son platy-espada (*Xiphophorus variatus*), guppy (*Poeciliareticulata*) y pez mosquito (*Gambusia affinis*).

Los anfibios tampoco estaban incluidos en 1998, sin embargo en 2010 se reportan 5 especies. Estos animales sólo pueden verse durante la época de lluvias, siendo la especie más común la rana leopardo o del Río Grande (*Rana berlandieri*) y destacando por encontrarse en protección especial al igual que la salamandra primitiva o de pie plano primitiva (*Chiropetrotriton priscus*); además, estas dos son endémicas.

De reptiles, en 1998 se reportaron 12 especies, para 2010 se confirmó la presencia de seis de ellas y se reportaron otras 34; las especies más comunes son lagartija espinosa de montaña (*Sceloporus oregon*), serpiente chirrionera (*Masticophis taeneatus* sbp. *girardi*), serpiente nariz de gancho común (*Gyalopion canum*), camaleón cornudo cola redonda (*Phrynosoma modestum*) y víboras de cascabel (*Crotalus molossus* y *Crotalus lepidus*).

Éste es el grupo con mayor número de especies en alguna categoría de riesgo con relación a su total. Hay especies amenazadas como la lagartija de collar (*Crotaphytus collaris* sub. *collaris*) y el camaleón cornudo de Texas o lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbiculare*) que además es endémica y por último, bajo protección especial como todas las víboras de cascabel presentes.

En 1998 se reportaron 124 especies de aves; sin embargo, para 2010 se confirmó la presencia de 88 de éstas y se reportan otras 133. Éste grupo es el más numeroso dentro del área ya que es fácilmente observable. Las especies más comunes son pájaros azules (*Aphelocoma californica* y *A. ultramarina*), gorrión ceja blanca (*Spizella passerina*), chivirín barranqueño (*Catherpes mexicanus*), chivirín cola oscura (*Thryomanes bewickii*), cenizote norteño (*Mimus polyglottos*), toquí pardo o viejita (*Pipilo fuscus*), matraca del desierto (*Campylorhynchus brunneicapillus*), aura (*Cathartes aura*), codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), paloma huilota (*Zenaida macroura*), vencejo pecho blanco (*Aeronautes saxatalis*), tortilla con chile (*Sturnellamagna*), azulejo garganta azul (*Sialia mexicana*) y reyezuelo rojo (*Regulus calendula*).

En ésta área hay siete especies de aves señaladas en la categoría de amenazadas en la NOM-059/SEMARNAT-2001, tales como el águila real (*Aquila chrysaetos*) y la guacamaya enana o cotorra serrana oriental (*Rhynchopsitta terrisi*) que además es endémica; así mismo, hay 14 bajo protección especial, como el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*). Durante el año 2008 se realizó una reintroducción de guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) pero aún no se cuenta con los resultados sobre su supervivencia (PROFAUNA, 2010); ésta especie también se encuentra bajo protección especial.

De mamíferos, en 1998 se reportaron 48 especies; para 2010, se confirmó la presencia de 25 y se reportaron otras 12. Las especies más comunes son: ardillón (*Spermophilus variegatus*), ardilla de bosque (*Sciurus alleni*), ratones (*Peromyscus eremicus* y *P. maniculatus*), coyote (*Canis latrans*), liebre (*Lepus californicus*), conejos (*Sylvilagus audubonii* y *S. floridanus*) y, en menor medida, venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Además, hay animales que es difícil observar directamente pero es común encontrar sus excretas, huellas o pelo, como es el caso del puma (*Felis concolor*) y del oso negro (*Ursus americanus*), éste último enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2001, como en peligro de extinción junto con algunos otros que están como amenazados, por ejemplo el tlalcoyote (*Taxidea taxus*) y el murciélago trompudo u hocicudo mayor (*Leptonycteris nivalis*).

La única especie considerada como introducida es el perro (*Canis familiaris*), que al ser abandonado en el área natural protegida, se convierte en feral o semisalvaje.

5.2 Trabajo de campo

5.2.1 Descripción del área de estudio

El proyecto se llevo a cabo en la zona de reforestación de la Sierra de Zapalinamé, en la cual se encuentra un ejido llamado “La Angostura” que de acuerdo a INEGI, existen aproximadamente 187 habitantes,

5.2.2 Identificación de los lugares de muestreo

El proyecto se llevó a cabo durante el periodo de agosto a diciembre de 2011. Inicialmente se realizó el reconocimiento del área de la zona reforestada de la sierra de Zapalinamé, este se efectuó por medio de recorridos (en carro Jeep y a pie) por caminos principales, veredas y barrancos.

A partir de las observaciones realizadas durante el reconocimiento del sitio de estudio se seleccionaron varios puntos de muestreo aleatoriamente, se dividió a la zona de reforestación en 3 partes, para así poder abarcar gran cobertura de la misma, estos sitios se buscaron los lugares más alejados y menos visibles de las personas públicas que pudiesen visitar la zona,

Al inicio se colocaron 17 trampas-cámara, para identificar el funcionamiento de cada una, días después se retiraron 7, dejando 10 cámaras-trampa para el muestreo, estas se colocaron específicamente en puntos donde anteriormente se encontraron rastros de animales.

Las trampas-cámara utilizadas son sistemas de detección fotográfica automática, modelos wild view, xtreme2 STC-T6L Digital Scouting Camera. Cada una está compuesta por una cámara automática de 2 Megapíxeles, colocada dentro de un compartimiento de plástico impermeable, con un circuito electrónico que opera un sensor infrarrojo (dispara cuando un objeto se mueve dentro de la zona de detección de la cámara). El circuito fue programado para permanecer activo las 24

horas y para un retraso mínimo de 5-10 segundos aproximadamente entre cada disparo, en cada fotografía se imprimió la fecha y la hora.

Figura 2. Cámaras Utilizadas en el Muestreo.



Las cámaras-trampa se revisaron una vez a la semana, poniendo cebo atrayente nuevo en cada unidad, el atrayente empleado fue: sardina mezclada con manteca de puerco o vegetal y huevos puestos en el sol por más de 5 días, (Simonetti y Huareco, 1999; Aranda, 2000; Walker *et al*, 2000), también se colocaron zanahorias, tortillas bañadas con caldo de sardina, cascaras de plátano vinagre de manzana, restos de comida y maíz con olor a manzana como atrayente de venado (Pacheco, 2003).

Figura 3. Instalación de cebos atrayentes.



La ubicación de cada una de las cámaras-trampa fue georreferenciada con un geoposicionador marca Garmin, modelo eTrex Legend Personal Navigator.

La unidad de medida del esfuerzo de muestreo fueron los días-trampa (considerando un día como 24 horas), el total de éstos fue la suma de los días-trampa de cada cámara-trampa, es decir, el número de días que cada una permaneció funcionando o, en los casos en que se terminó el rollo o la pila, hasta la fecha de la última exposición.

Para analizar los datos obtenidos, las fotografías fueron clasificadas como eventos dependientes o independientes. (Šrbek, 2005). Con el fin de estimar con mayor precisión la abundancia al evitar contar varias veces al mismo individuo, sólo se consideraron como registros fotográficos independientes los siguientes casos:

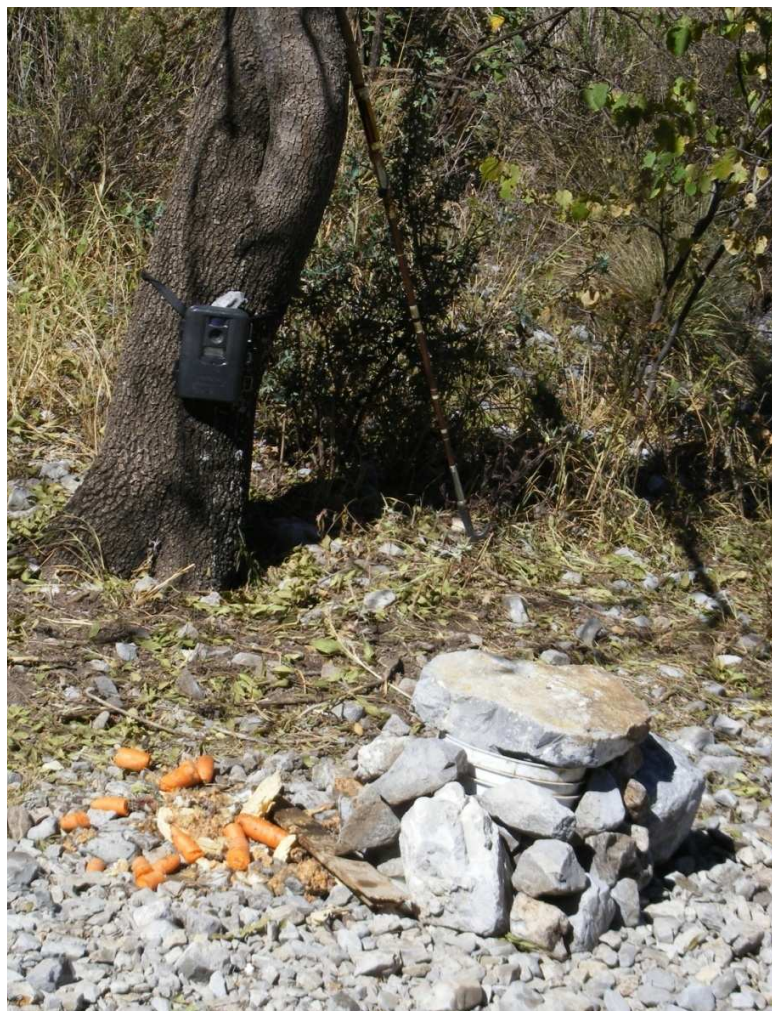
1) fotografías consecutivas de diferentes individuos (algunas veces aunque se tratara de individuos de la misma especie, eran fácilmente distinguibles por marcas particulares en la coloración del pelaje y el sexo).

2) fotografías consecutivas de individuos de la misma especie separadas por más de una hora (Yasuda, 2004), este criterio fue aplicado para disminuir la dependencia de los datos cuando no era claro si una serie de fotografías correspondían al mismo individuo, de modo que las fotografías tomadas dentro de una misma hora se consideraron como un solo registro.

3) fotografías no consecutivas de individuos de la misma especie. Los análisis se realizaron únicamente con las fotografías independientes. En las fotografías en las que se observó más de un individuo, el número de registros independientes considerado fue igual al número de individuos observados en la misma.

Se cuantificó el total de fotografías de cada especie, el mínimo y máximo de individuos que aparecieron en una fotografía, el número de fotografías independientes, los registros de día y de noche.

Figura 4. Instalación de Cámaras de Muestreo.



Se calculo el índice de abundancia relativa (Ojasti, 2000). Este índice fue calculado para cada especie con las fotografías obtenidas durante el periodo de muestreo completo y para las 581.18ha de la reforestación de la sierra, además el IAR se calculó para el cañón de “las terneras”.

Las especies fotografiadas fueron identificadas por comparación con base en literatura especializada (Emmons y Feer 1990, Reid 1997, Ceballos y Oliva 2005). Los datos de los avistamientos y de indicios (excretas) se utilizaron en la

determinación de las especies y se obviaron para los índices de abundancia relativa, tomando un avistamiento e indicio como una toma independiente.

El índice de abundancia relativa utilizado sigue la siguiente fórmula:

$$\text{IAR} = \frac{\text{Número de visitas independientes}}{\text{Unidad de la medida del esfuerzo}} \times 100$$

Cabe mencionar que los indicios encontrados como excertas y avistamientos se tomaron en cuenta para un registro independiente y se estimó el IAR.

También se calculó la estimación de la densidad de cada especie en función de sus registros independientes. (Maffei, *et al*/2004), la fórmula es la siguiente:

$$\text{D} = \frac{\text{Número de registros independientes}}{\text{Área en la que se encontró la especie}} \times 100$$

En cuanto a la densidad de cada especie, el área en donde se encontró cada especie siempre fue =1, esto para saber la densidad de la especie dentro de una hectárea.

Esta estimación se realizó para el área de reforestación y para el cañón de “las terneras”

5.2.3 Patrón de actividad

Se determinó el patrón de actividad de las especies de las que se obtuvieron al menos 3 fotografías independientes con la fecha y hora visible, que se ha considerado como el número mínimo para describir el patrón de actividad (Maffei et al. 2002). Posteriormente se cuantificó el porcentaje de registros obtenidos. Se consideró que una fotografía fue tomada de día cuando se observaba luz solar y de noche cuando no la había, o bien con el registro de la hora en la cámara. El

amanecer se consideró entre las 06:00 y las 8:00 horas y el atardecer entre las 18:00 y las 20:00 horas.

Para el estudio, se consideró como medianos mamíferos aquellos con pesos entre 128 g y 16 kg y los grandes con una masa superior a 16.5 kg según Alberico & Rojas en: Cevallos y Simonetti, (2002).

Para calcular el patrón de actividad de cada especie se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{P.A.} = \frac{\text{Numero de fotografías día-noche}}{\text{Numero de fotografías totales}} \times 100$$

VI RESULTADOS

6.1 Abundancia relativa

El proyecto se realizó en el área de reforestación de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México, ubicando un total de 57 puntos de muestreo (cuadro 2) en un total de 581.18 hectáreas, adicionalmente se colocaron 5 cámaras de fototrampeo en la reforestación llamada árboles de navidad de alta densidad (ANAD), y otras 5 estaciones de trampeo en el cañón de “las terneras” abarcando un total de 587.18ha.

Cuadro 6. Ubicación de los sitios de muestreo.

Localidad	Georreferencia		Tipo de avistamiento
	Coord. X	Coord. Y	
Área de Reforestación UAAAN	-101.034620	25.330260	Cámara
	-101.015460	25.339930	Cámara
	-101.019360	25.324420	Cámara
	-101.042310	25.330440	Cámara
	-101.022520	25.329840	Cámara
	-101.023670	25.329090	Cámara
	-101.018295	25.340248	Cámara
	-101.023751	25.342039	Cámara
	-101.020426	25.344767	Cámara
	-101.042507	25.337947	Cámara
	-101.040290	25.330529	Cámara
	-101.023760	25.329390	Cámara
	-101.024220	25.330030	Cámara
	-101.023140	25.331990	Cámara
	-101.018470	25.335430	Cámara
	-101.019080	25.334920	Cámara
	-101.019290	25.334600	Cámara
-101.035680	25.323780	Cámara	
-101.036510	25.335280	Cámara	

-101.015530	25.334540	Cámara
-101.035080	25.332780	Cámara
-101.025120	25.327650	Cámara
-101.030990	25.332790	Cámara
-101.034340	25.323520	Cámara
-101.026990	25.329190	Cámara
-101.019260	25.323310	Cámara
-101.034420	25.324830	Cámara
-101.041600	25.327040	Cámara
-101.037430	25.318580	Cámara
-101.038830	25.318190	Cámara
-101.010220	25.320780	Cámara
-101.039070	25.323750	Cámara
-101.040570	25.324300	Cámara
-101.040590	25.325760	Cámara
-101.033560	25.321060	Cámara
-101.032960	25.319160	Cámara
-101.035220	25.326070	Cámara
-101.033680	25.327180	Cámara
-101.019669	25.342958	Cámara
-101.022888	25.340072	Cámara
-101.026662	25.342847	Cámara
-101.025330	25.337852	Cámara
-101.028217	25.335410	Cámara
-101.038873	25.340072	Cámara
-101.037874	25.329082	Cámara
-101.039983	25.335410	Cámara
-101.013452	25.320979	Cámara
-101.016450	25.322422	Cámara
-101.026773	25.331746	Cámara
-101.034544	25.337519	Cámara
-101.023554	25.334966	Cámara
-101.019447	25.338296	Cámara

	-101.038429	25.332634	Cámara
	-101.031880	25.330414	Cámara
	-101.028099	25.339737	Cámara
	-101.023239	25.344511	Cámara
	-101.014202	25.343232	Cámara
Árboles de	-101.031509	25.335730	Cámara
Navidad de Alta	-101.017868	25.345193	Cámara
Densidad			
(ANAD)	-101.028611	25.332916	Cámara
	-101.022131	25.337350	Cámara
	-101.029378	25.337264	Cámara
Cañón "Las	-101.028400	25.302220	Cámara
Ternerías"	-101.027900	25.302800	Cámara
	-101.027421	25.303541	Cámara
	-101.025570	25.305830	Cámara
	-101.026810	25.304320	Cámara
Reforestación	-101.016078	25.337520	Excreta
	-101.016163	25.342295	Excreta
	-101.021620	25.335474	Excreta
	-101.025200	25.333002	Excreta
	-101.035772	25.328568	Excreta
	-101.039523	25.326608	Excreta
	-101.039438	25.321407	Excreta
	-101.034493	25.321919	Excreta
	-101.031083	25.322856	Excreta
	-101.029378	25.300861	Excreta
	-101.026138	25.304697	Excreta
	-101.025968	25.307084	Excreta
	-101.027332	25.308960	Excreta
	-101.028525	25.311262	Excreta
	-101.011901	25.320554	Excreta

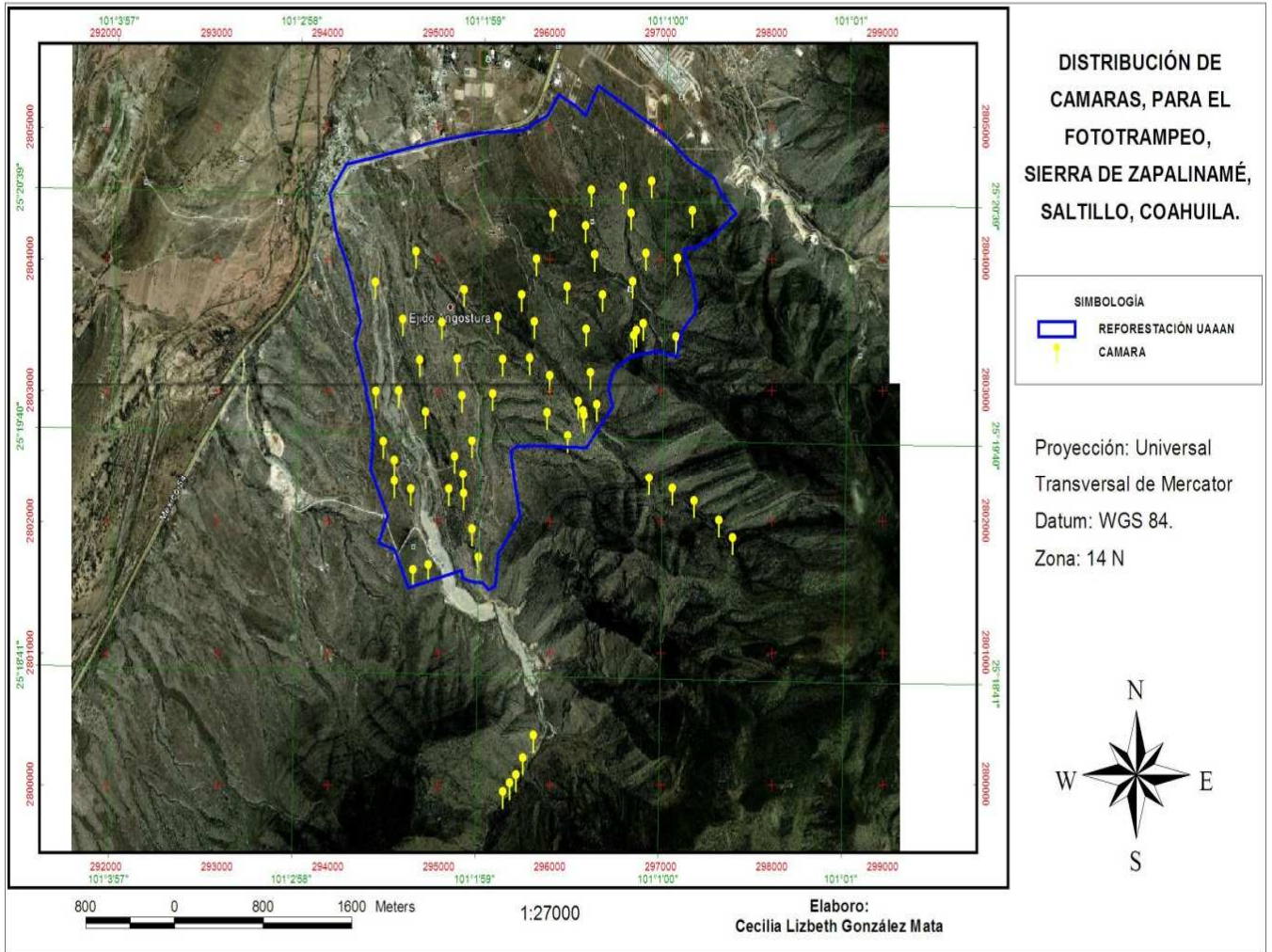
Árboles de	-101.015140	25.321151	Excreta
Navidad de Alta	-101.018039	25.322601	Excreta
Densidad			
(ANAD)	-101.020426	25.324988	Excreta
	-101.022302	25.326693	Excreta
	-101.029378	25.329592	Excreta
Cañón de “Las	-101.021534	25.341698	Excreta
Ternerass”	-101.012497	25.343403	Excreta
	-101.035175	25.319531	Excreta
	-101.030401	25.333599	Excreta
	-101.025712	25.339993	Excreta
Cañón de “las	-101.031339	25.325840	Huella
terneras” y área			
de Reforestación			
UAAAN	-101.022302	25.333257	Huella
	-101.030316	25.314757	Huella
	-101.037307	25.322430	Huella
	-101.017527	25.341357	Huella

UAAAN: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

ANAD: Árboles de Navidad de Alta Densidad.

El muestreo se llevó a cabo de Agosto de 2011 a Diciembre de 2011, resultando un esfuerzo total de muestreo de 123 días-trampa. Se obtuvieron 1659 fotografías de 9 especies de mamíferos silvestres medianos y grandes, identificados de acuerdo con Emmons y Feer (1990), Reid (1997) y Ceballos y Oliva (2005). Estas especies se ubican en 9 familias y 7 órdenes. El orden mejor representado fue Carnívora, con 4 familias y 5 especies. *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) y *Sylvilagus audubonii* (conejo matorralero) fueron las especies que se registraron en un rango más amplio, además de ser las especies que se registraron en mayor número de estaciones de trampeo.

Figura 5. Mapa de distribución de cámaras para el fototrampeo de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México.



Cuadro 7. Especies encontradas en el muestreo realizado en el área de reforestación de la UAAAN.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus couchii</i>	Ardillón o Ardilla de las Rocas

Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus flavus</i>	Cacomixtle
Leporidae.	Lagomorpha	<i>Sylvilagus audubonii parvulus</i>	Conejo Matorralero
Carnívora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote
Felidae	Carnivora,	<i>Lynx rufus texensis</i>	Lince o Gato Montes
Carnivora	Ursidae	<i>Ursus americanus eremicus</i>	Oso Negro
Marsupialia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana californica</i>	Tlacuache
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado Cola Blanca (Excretas)
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris
Carnivora	Mustelidae	<i>Spilogale putorius leucoparia</i>	Zorrillo Moteado

Cuadro 8. Índice de Abundancia Relativa, Densidad Poblacional, registros independientes, excretas encontradas y total de fotografías de especies encontradas en el Área de Reforestación de la UAAAN.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	TOTAL DE FOTOGRAFIAS	EXCRETAS	REGISTROS INDEPENDIENTES	I.A.R.	D.P.
AREA DE REFORESTACION Y ANAD						
<i>Canis latrans</i>	Coyote	5	2	4	3.25	0.68
<i>Ursus americanus</i>	Oso	2	*	1	0.81	0.17
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado	*	5	3	2.45	0.51
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	7	*	4	3.25	0.68
<i>Lynx rufus</i>	Lince	6	2	5	4.06	0.85
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomiztle	10	*	6	4.87	1.02
<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo	9	*	7	5.69	1.19
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilón	9	*	7	5.69	1.19
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	148	7	103	83.73	17.60
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo matorralero	82	5	41	33.33	7.00
CAÑON "LAS TERNERAS"						
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomiztle	12	*	6	12.24	1.50
<i>Lynx rufus</i>	Lince	2	1	2	4.08	0.5
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilón	15	*	7	14.28	1.75
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo matorralero	34	1	21	42.85	5.25
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	78	2	32	65.30	8.00
<i>Ursus americanus</i>	Oso	52	*	16	32.65	4.00

IAR: Índice de Abundancia Relativa

D.P: Densidad Poblacional

Del total de fotografías, el 11.81% corresponden a mamíferos medianos y grandes y fueron clasificadas como registros independientes, de las cuales el 75.5% se obtuvieron de noche. En la mayoría de las fotografías aparece un solo individuo, salvo para el caso de zorra gris en donde el 46% aparecen 2 individuos y el oso negro en el cañón de las terneras, donde se registro una hembra con 2 oseznos.

Figura 6. Mapa de localización de excretas, encontradas en el muestreo realizado en el Área de Reforestación de la UAAAN.

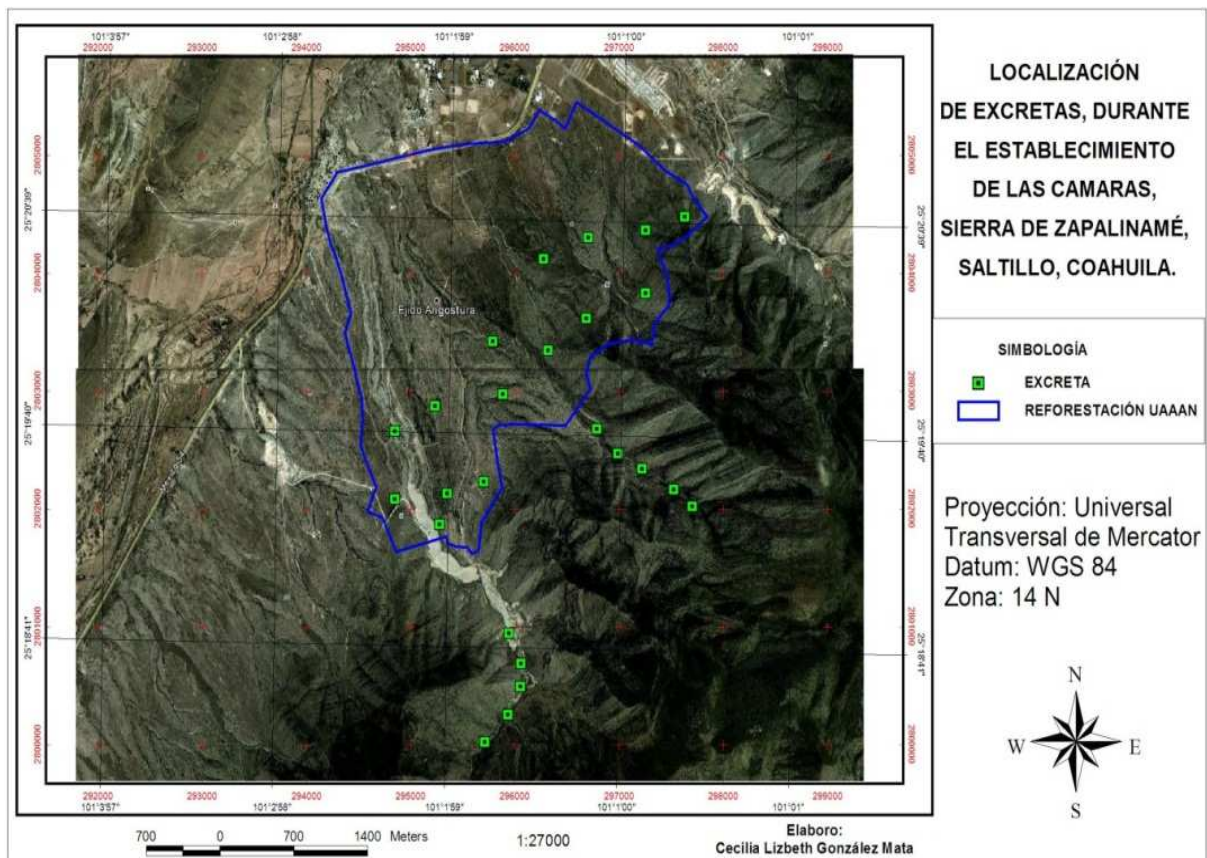
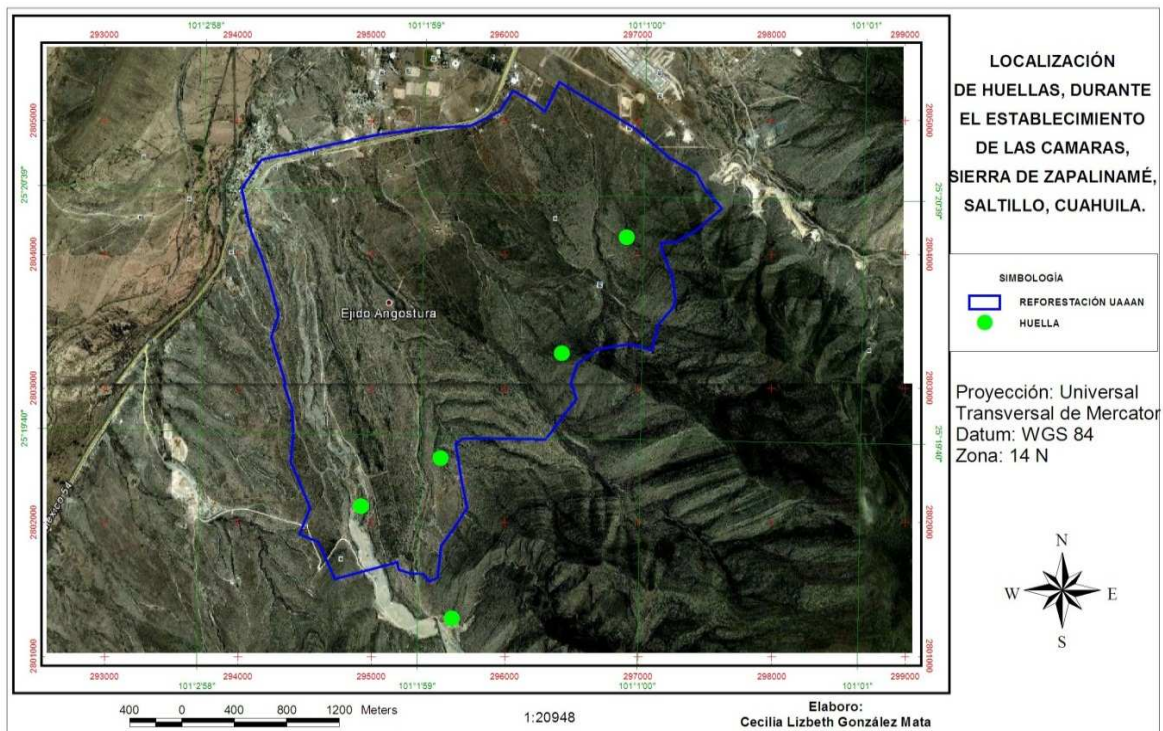


Figura 7. Mapa de localización de huellas, encontradas en el muestreo realizado en el Área de Reforestación de la UAAAN.



Las especies con IAR más altos fueron zorra gris (83.73) y conejo matorralero (33.33) presentando los valores más altos, seguidos por especies de ardillón y zorrillo que presentan el mismo valor (5.69) para ambas especies y con menor proporción de IAR. A estos resultados le siguen las especies de cacomixtle y lince con 4.87 y 4.06 respectivamente. En un rango menor, se encontraron las especies de coyote y tlacuache con valores de 3.25 para ambas. Cabe señalar que en la plantación de ANAD se encontró la especie de Oso Negro, pero con un valor de IAR relativamente bajo (0.81), en cuanto al Venado Cola Blanca, no se obtuvieron tomas fotográficas, sin embargo se obtuvieron algunas muestras de excretas, lo que permitió que se estimara el IAR (2.45).

Además de esto, en el cañón de “las terneras” se instalaron 5 estaciones de muestreo, que fueron georreferenciadas y revisadas durante 7 semanas, en esta superficie se encontró la presencia de oso negro con un valor de IAR de 32.65, teniendo en cuenta que la unidad de medida del esfuerzo se aplicó diferente a la de la zona de reforestación, debido a que en este cañón los días trampa fueron 49,

también se calculó el IAR de las especies que aparecieron en este cañón destacando las más altas de zorra gris (65.30).

Además de la zona de reforestación, también se colocaron 5 estaciones de muestreo en el área de reforestación llamada “Árboles de Navidad de Alta Densidad” donde se registraron especies de zorra gris, liebre, zorrillo y oso negro, además de excretas de venado.

En cuanto a los indicios se registraron 5 excretas independientes de venado cola blanca, 6 de conejo matorralero, 9 de zorra gris, 2 de coyote y 3 más de lince, las cuales se tomaron como registros independientes, siempre y cuando estuviesen separadas por más de 2 km de distancia (Carrillo, 2000). Se georreferenció el lugar de encuentro, además en el caso del lince, se colectó el indicio para ser analizado e identificado posteriormente.

Es importante mencionar el Índice de Abundancia Relativa para el caso de la especie de *Canis familiaris* (perro común), Familia Canidae, Género Canis, el cual fue sumamente alto en comparación con las demás especies, este fue de: 98.57% lo cual indica que esta especie introducida se ha convertido en un problema para el área de la Reforestación de la UAAAN y para sus alrededores, ya que podría estar ahuyentando la fauna nativa de la zona.

Figura 8. Grafica de Índice de Abundancia Relativa de especies encontradas en el muestreo realizado en el Área de Reforestación de la UAAAN y en ANAD.

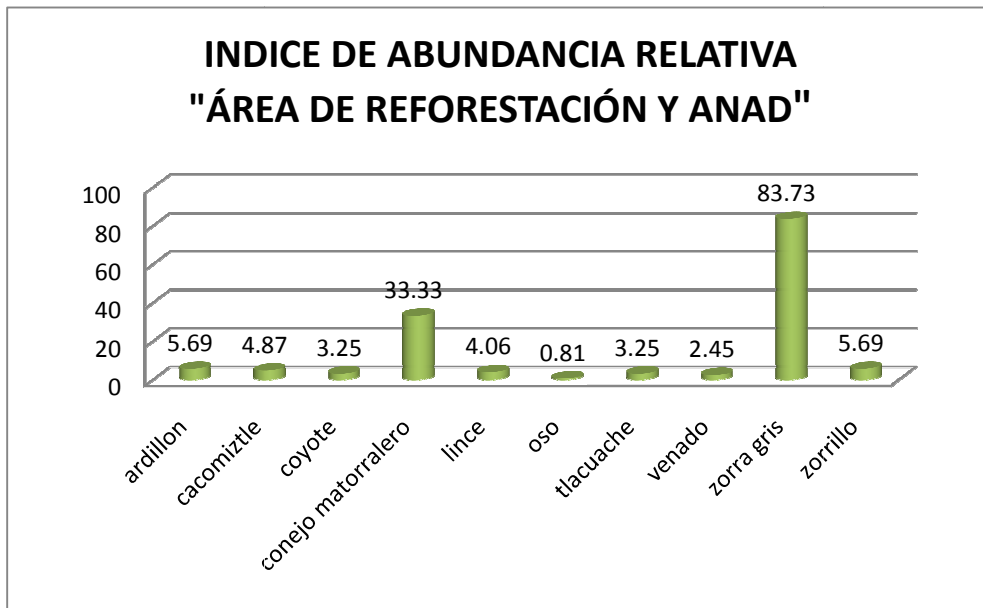
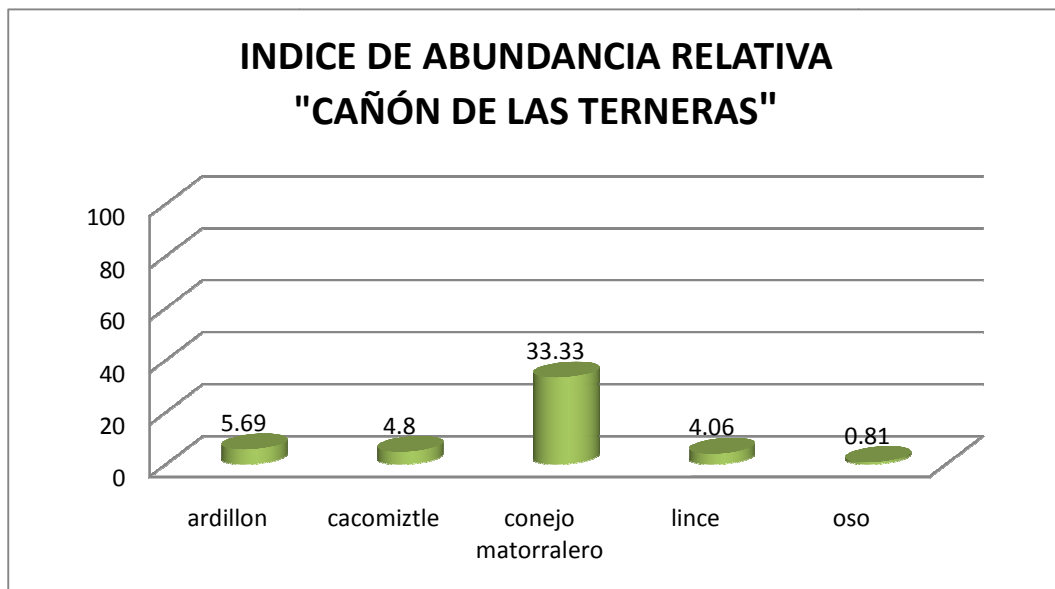


Figura 9. Grafica de Índice de Abundancia Relativa de especies encontradas en el muestreo realizado en el cañón de "Las Terneras".



6.2 Densidad Poblacional

En cuanto a la estimación de la densidad poblacional de cada especie se obtuvo que para el área de reforestación y ANAD, la especie más abundante es la zorra gris, presentando un 17.60 individuos por hectárea, en seguida se encuentra el conejo matorralero con una densidad de 7.00 individuos por hectárea. Las especies de ardillón y zorrillo presentaron los mismos valores de 1.19 individuos por hectárea, las especies restantes oscilan entre el 1.02 como es el caso del cacomiztle y de 0.85 en el caso del lince, el tlacuache y el coyote fueron representados con el mismo valor de 0.68, en cuanto a la densidad poblacional de la especie de oso negro se encontró que existe 0.17 individuos por hectárea y este dato fue obtenido de la reforestación ANAD, para la especie de venado no hubo tomas fotográficas, pero de acorde a las excretas encontradas se estima que existe el 0.51 individuos por hectárea. En cuanto al cañón de las terneras se puede hacer una comparación respecto a la especie de oso negro, existiendo un número relativamente alto en comparación con la Reforestación UAAAN y ANAD, siendo este de 4 individuos por hectárea, igualmente se encontró mayor densidad poblacional de individuos como es el caso de conejo matorralero con un 5.25, y zorra gris con una estimación de 8 individuos por hectárea, el ardillón fue representado con un valor de 1.75 y el cacomiztle de 1.5. cabe mencionar que estos son valores reales y no se han multiplicado por 100 para sacar su porcentaje, en el caso de la especie de lince, presento la densidad más baja con un 0.5 individuos por hectárea.

A estas variaciones se le atribuyen varios factores, en primer lugar el tipo de vegetación, ya que en este cañón la vegetación es nativa, en segundo lugar, existen menos perturbaciones como ruidos de la carretera, ruidos antrópicos, etc.

Figura 10. Densidad Poblacional de especies encontradas en el muestreo realizado en la Reforestación UAAAN y Reforestación llamada Árboles de Navidad de Alta Densidad.

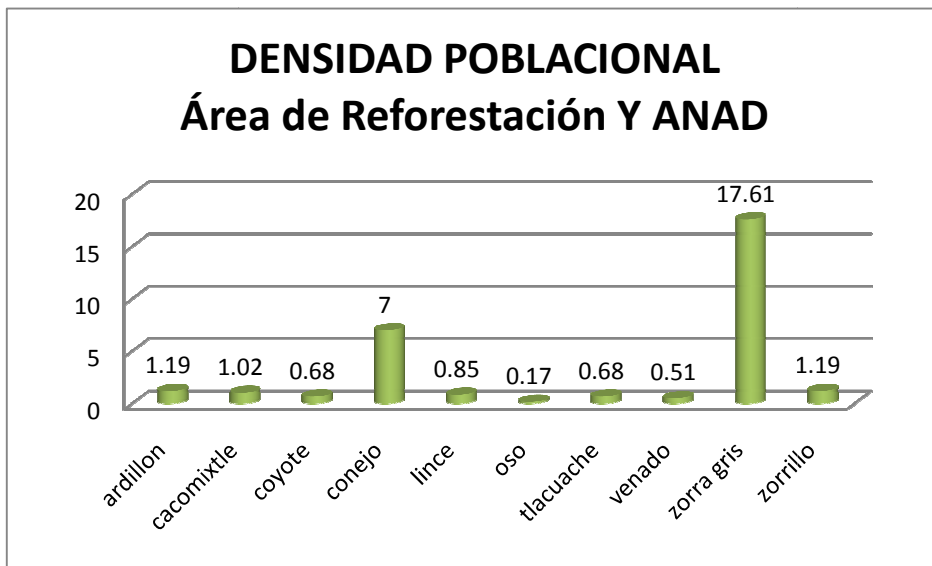
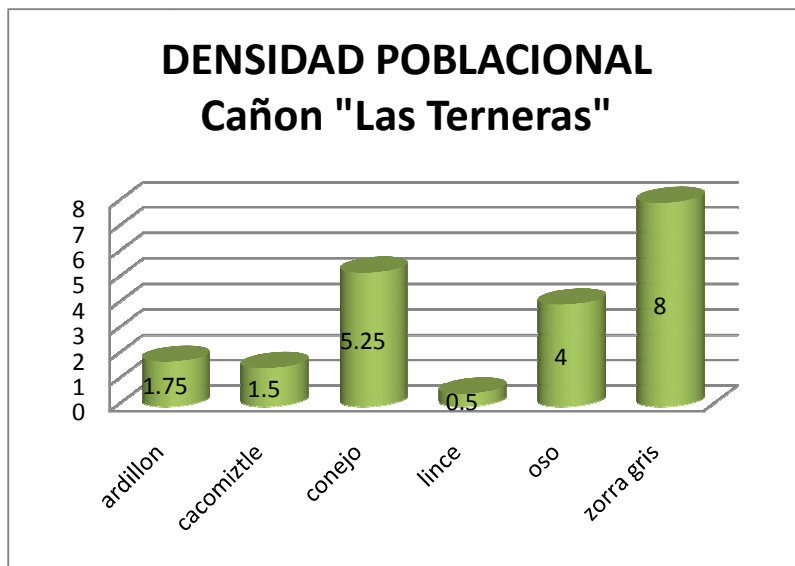


Figura 11. Densidad poblacional de especies encontradas en el Cañón "Las terneras"



Además de mamíferos silvestres medianos y grandes, en muchas ocasiones las cámaras fotografiaron otros animales, algunos objetos o se activaron por diversas causas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Elementos que activaron las cámaras durante el muestreo realizado en el Área de Reforestación de la UAAAN.

CAUSA DE ACTIVACION	ANIMAL/TAXON	NUMERO DE FOTOGRAFIAS
Mamíferos domésticos	Caballo	17
	Cabra	23
	Perro	152
	Toro	5
	Vacas	3
Mamíferos pequeños	Ratón	43
Aves	Chara	76
	Correcaminos	3
	Cuervo	5
	Pájaro gris	13
	Paloma	3
	Zopilote	1
	Gavilán	3
Personas		4
Cambios en la temperatura ambiental o movimiento de vegetación		750

6.3 Patrón de actividad

Del total de fotografías independientes, el 91.86% presentaban la hora visible y fueron usadas para analizar los patrones de actividad de los mamíferos registrados.

Cuadro 10. Patrón de Actividad de mamíferos encontrados en el muestreo realizado en el Área de estudio.

NOMBRE COMUN	FOTOS DIA	FOTOS NOCHE	PATRON DE ACTIVIDAD	
			DIA%	NOCHE%
Ardillón	14	*	100	0
Cacomixtle	4	8	33.33	66.6
Coyote	*	3	0	100
Conejo	17	39	30.35	69.64
Lince	*	5	0	100
Oso	8	8	50	50
Tlacuache	*	4	0	100
Venado	*	*	*	*
Zorra gris	24	102	19.04	80.95
Zorrillo	*	7	0	100

En la primera comparación se puede notar que la actividad más importante del lince se desarrolla al atardecer y durante las primeras horas de la noche, mientras que la mayor cantidad de datos de zorra gris se obtuvieron después de la media noche y antes del amanecer.

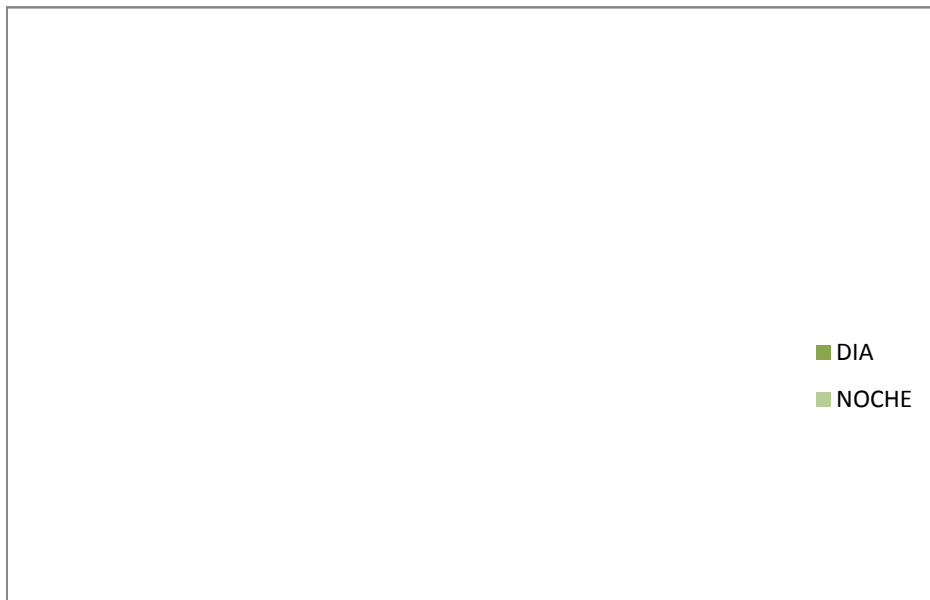
En cuanto al patrón de actividad se puede notar que los registros de zorra gris se presentaron durante toda la noche, pero particularmente entre las 03:00 y 05:00hrs, y tuvo muy pocos registros diurnos, por lo tanto se observó como una especie nocturna, al igual que la mayoría de las especies registradas, en cuanto al patrón de actividad de el lince mostro una tendencia a presentarse durante las primeras horas de la noche y hasta las 2:00hrs, claramente se puede observar cómo es que la especie de zorra gris, evita el acercamiento con el lince. No se puede decir lo mismo para la especie de, tlacuache y zorrillo, ya que estas especies presentaron su patrón de actividad completamente nocturno y no mostraron un horario en especial para sus registros independientes. El conejo matorralero, también mostro

un comportamiento mayormente nocturno, sin embargo presento el 30.35% de apariciones durante el día, este comportamiento también lo represento la especie de coyote obteniendo todos sus registros durante la noche. En cambio para la especie de *Ursus americanus*, se registra que no mostro una preferencia diurna o nocturna, al encontrarse el 50% de registros independientes durante el día y la misma proporción durante la noche.

La especie de cacomiztle y la zorra gris también mostraron una tendencia hacia hábitos nocturnos, con muy pocos registros durante el día. En cambio la especie de ardillón, se mostro completamente diurna teniendo todos sus registros entre las 11:00 y 14:00hrs.

Es importante mencionar que los registros de perro común se presentaron en absolutamente todas las estaciones de muestreo y en cualquier hora del día, por lo que se le considera como una especie introducida de perro feral (PROFAUNA, 2010.)

Figura 12. Grafica de Patrón de Actividad de especies de mamíferos, encontradas en el Área muestreada de la Sierra de Zapalinamé Coahuila, México.



VII DISCUSION

Los métodos tradicionales para los estudios poblacionales de mamíferos grandes como el recorrido de trayectos, conteos en vehículo y las técnicas de marcaje-recaptura requieren de mucho tiempo de trabajo y están limitados a hábitat con alta visibilidad (Ceballos y Galindo, 1984), distintos a las condiciones del área de estudio, ya que se trata de una zona muy escarpada; por lo que el uso de trampas-cámara es una alternativa más precisa que los métodos anteriores.

A partir del fototrampeo se obtuvieron datos de las especies de mamíferos medianos y grandes que se han registrado hasta ahora en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Con ésta técnica fue posible obtener además del registro de los animales, información sobre diversos aspectos ecológicos como abundancia relativa, patrón de actividad, densidad poblacional e incluso información que puede ser útil para hacer inferencias sobre cuestiones reproductivas, por ejemplo registros de hembras con crías, así como parejas de hembras y machos adultos.

Actualmente, existe un debate sobre la validez de la frecuencia de captura como un índice de abundancia relativa, algunos autores han argumentado que el número de fotografías obtenidas de una especie depende de la probabilidad de detección, más que de la abundancia de la misma (Tobler et al. 2008). Sin embargo, Kelly (2008) establece que la consistencia que generalmente se observa entre los índices obtenidos en distintos años, como es el caso de este estudio, puede aumentar la confiabilidad de la frecuencia de captura para estimar la abundancia relativa de las especies. De la misma manera, Maldonado, (2000) mencionan que, controlando algunas variables que podrían influir en los índices de captura, es posible extraer la abundancia basada en frecuencias de fototrampeo.

En México, recientemente se han realizado algunos estudios sobre abundancia relativa de mamíferos en la Cordillera Central, entre los que se encuentran los trabajos realizados por Sánchez (1999) y Sánchez *et al.* (2004), en donde se estimó el Índice de Abundancia Relativa y el Patrón de Actividad de especies de mamíferos medianos y grandes, se utilizaron metodologías como observación directa y trampas

de huellas para la recolección de indicios. En total se registraron 24 especies de mamíferos pertenecientes a 10 órdenes que resultaron ser más abundantes en el bosque de vegetación nativa, en donde las trampas de huellas fueron la metodología más eficiente para el registro de mamíferos medianos y grandes (Sánchez 1999, Sánchez *et al.* 2004).

La presente investigación concluye con Orjuela (2004) y Villalobos (2005), que realizaron una investigación en donde se estudió la abundancia relativa de mamíferos y la densidad poblacional en relación a diferentes tipos de cobertura, donde se encontraron 8 especies de mamíferos que mostraron tener una mayor abundancia relativa y también una mayor densidad poblacional de *Urocyon cinereoargenteus*, ya que obtuvo los mayores valores de los índices de abundancia relativa y la metodología de las trampas-cámara resultó ser la más efectiva en la detección de especies de mamíferos para el área, siendo la menos efectiva las estaciones olfativas.

La influencia de las cámaras sobre el comportamiento de las especies tampoco es un factor que pueda considerarse una desventaja de la técnica, ya que se han encontrado resultados contradictorios, por ejemplo esta investigación esta acorde con Piedra y Maffei, 2000, quienes mencionan que los coyotes evitan las trampas-cámara, sin embargo, Kelly (2008) mencionan que en el estudio que realizaron en Virginia esta especie fue una de las que presentaron un éxito de trampeo más alto, junto con el venado cola blanca, el mapache y la zorra gris. De la misma manera, en Sonora, Pina *et al.* (2004) encontraron que el venado cola blanca, la zorra gris y el coyote fueron las especies registradas con mayor frecuencia por las trampas-cámara. La abundancia de *Ursus americanus eremicus* puede estar influida por el cambio de uso de vegetación, ya que se encontró mayor abundancia de la especie en vegetación nativa, *Ursus americanus eremicus*, aunque no fue de las especies más abundantes en el estudio, es relevante ya que se encuentra entre una de las especies que está sujeta a conservación y se encuentra en el listado de la NOM-059SEMARNAT-2008 en peligro de extinción, y que en otras zonas de su distribución, se ha encontrado con una abundancia baja (González *et al.*, 2007), por

lo que información sobre su estatus es particularmente importante para su conservación.

La mayor cantidad de fotografías se obtuvo entre las 18:00 y 06:00h, mientras que se registraron más especies entre las 20:00 y 08:00h. Esto es debido a que, con excepción de los primates, la mayoría de los mamíferos son predominantemente nocturnos (Bilenca *et al*, 1999).

Con respecto al análisis del patrón de actividad, este estudio coincide con Flores *et al*, (2000) quienes mencionan que el tamaño corporal se relaciona con el mismo, de manera que los animales más grandes, dados sus requerimientos energéticos mayores, deben forrajear durante más tiempo, por lo que son activos tanto de día como de noche; mientras que los hábitos nocturnos de los animales pequeños (<10kg) se relacionan con la evasión del riesgo de depredación. Sin embargo, la única especie que contradice esto es la ardilla ya que estuvo activa principalmente durante el día, por lo que es más probable que otros factores tanto externos (temperatura, humedad, disponibilidad de recursos, etc.), como inherentes a los individuos de cada especie (sexo, edad, estatus reproductivo, etc.), tengan mayor influencia sobre su patrón de actividad.

Lynx rufus texensis por lo general se ha considerado una especie completamente nocturna (Emmons yFeer 1990). Ceballos y Galindo (1984) establecen que la mayor actividad se presenta entre 22:00-02:00 h, aunque no menciona cual fue el método usado para determinar tal dato. Mediante un estudio con estaciones de huella, González *et al*. (1992) describen para la especie un aumento en la actividad durante el atardecer. En este estudio el pico de actividad se presentó entre las 20:00-00:00 h. Las diferencias entre los trabajos anteriores puede deberse a los cambios en la temperatura ambiental de las distintas zonas de estudio, (Costa, *et al*, 2009).

La actividad de *Ursus americanus eremicus* no se ha descrito con un patrón de actividad claro, Reid 1997), como ocurre en este estudio. Sin embargo, Alberico, *et al* (2000) encontraron que existe una influencia estacional sobre el patrón de actividad, de manera que se presenta un aumento de la misma durante el día en la temporada otoño-invierno, lo cual atribuyen a la diferencia en la disponibilidad de

recursos alimentarios, ya que durante dicha temporada disminuye la fructificación de las especies vegetales que consume, por lo que es necesario un tiempo y esfuerzo mayor para la recolección de alimento.

Valenzuela y Ceballos (2002) estudiaron la actividad de *Urocyon cinereoargenteus* en relación con la estacionalidad climática, mediante el uso de radiotelemetría; encontraron que esta especie es más activa durante la noche y que regularmente se encuentra en grupos, en este estudio se observó un comportamiento similar. Durante el día, tanto los individuos solos como los grupos son inactivos, estos resultados también coinciden con los resultados de un estudio realizado por Costa *et al.*, (2009) a partir de la observación directa de grupos de *Urocyon cinereoargenteus*, donde se observó que los periodos de inactividad se concentran al medio día durante la estación seca, mientras que durante las lluvias la actividad está uniformemente distribuida a lo largo del día. Estos autores sugieren que este cambio estacional puede estar relacionado con una estrategia de ahorro de energía, ya que durante la temporada seca los recursos alimenticios son escasos. El pico de actividad durante la noche se observó tanto en machos como en grupos de 2 individuos. El patrón general de la especie implica hábitos predominantemente nocturnos, lo que coincide con Emmons y Feer, (1990).

Para *Odocoileus virginianus* se han mencionado picos de actividad en la mañana de 05:00 a 08:00h, en la tarde de 17:00 a 19:00h y por la noche de 22:00 a 01:00h en ambientes templados de la Sierra Madre Occidental (Galindo y Weber 2005). Sin embargo, en este estudio no se logró una toma fotográfica de la especie, a pesar de que se encontraron indicios (excretas) cerca de las mismas cámaras-trampa.

Es importante destacar a la especie de *Canis latrans* que fue registrado durante el día y la noche, pudiendo presentar un riesgo de depredación para especies de mamíferos pequeños.

En cuanto a la densidad poblacional de las especies, no se encuentran estudios previos en la zona, sin embargo en base a la información obtenida en el presente proyecto se puede mencionar que son relativamente bajos en comparación con otros estudios similares, no obstante no se descarta que el área muestreada puede

influir en la captura de datos debido a que es una zona de reforestación, y existen cerca poblados, carreteras y turistas que visitan el lugar, además de que existe una especie introducida relativamente abundante (*Canis familiaris*) en comparación con la fauna nativa del lugar, este parámetro se le puede atribuir a que el área de reforestación UAAAN, cañón de las teneras, plantación de ANAD, etc., está sumamente cerca del rastro municipal de Saltillo Coahuila, y este sitio genera desechos que la especie de perro utiliza para su alimentación.

De esta manera fue posible generar información acerca de la abundancia relativa, y densidad poblacional de los mamíferos medianos y grandes del área de reforestación de la Sierra de Zapalinamé, así como sus patrones de actividad en los que se observa una tendencia general hacia hábitos nocturnos; esta información puede contribuir a la planeación del manejo y conservación de dichas especies.

VIII. CONCLUSION

Con base en los resultados del estudio sobre abundancia relativa, estimación poblacional y patrón de actividad se presentan las siguientes conclusiones:

1. El área de estudio (cañón de las terneras), a pesar de presentar diferentes niveles de intervención humana, brinda las condiciones apropiadas y satisface los requerimientos básicos para la persistencia de especies en peligro de extinción de mamíferos silvestres.
2. Además de esto, el estudio resulta en una buena aproximación del uso de la técnica de fototrampeo, utilizada por primera vez en el área, lo cual puede ser información útil para el diseño de muestreos futuros por medio de esta técnica.
3. Debido a las ventajas que tiene la metodología de cámaras-trampa, se concluye que es efectiva para realizar estudios de mamíferos medianos y grandes. Además, es una metodología de gran valor para realizar estudios ecológicos, ya que permiten evidenciar aspectos comportamentales que no pueden ser conocidos con otra metodología.
4. El uso de diferentes cebos permitió registrar especies con diferentes categorías de alimentación.
5. La tasa de visita registró mayor valor para la zorra gris, que para las demás especies, probablemente fue influenciado por el cebo.
6. El hombre a su paso ha ido modificando el hábitat natural de las especies nativas de la región, sin embargo estas se han ido adaptando a estos cambios.
7. La presencia de perro común, es relativamente mayor a cualquier especie de mamífero silvestre.

IX.RECOMENDACIONES

1. Realizar un seguimiento a largo plazo sobre este estudio para ver los efectos de las variaciones climáticas y antropogénicas sobre la fauna de mamíferos del área de estudio.
2. Se recomienda hacer más estudios de este tipo pero que incluya participación de la comunidad (entrevistas), pues la información que estos provean de las especies es importante para desarrollar planes de manejo y para que a través de educación se tienda a disminuir la presión hacia ciertas especies de mamíferos y por consecuencia se propicie su conservación.
3. Aumentar el esfuerzo de muestreo, la densidad de cámaras-trampa y el tiempo, ya que son factores muy importantes para determinar el éxito de muestreo, pues entre más tiempo se dejen las trampas, mayor será la probabilidad de registrar una buena toma fotográfica.
4. Difundir la información obtenida en este estudio a la comunidad de habitantes cercanos y a los visitantes del Área de Reforestación.

X. LITERATURA CITADA

- Acosta, G. 2001. Efecto de la fragmentación del bosque nativo en la conservación de *Oncifelis guigna* y *Pseudalopex culpaeus* en Chile central. Tesis de maestría. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias. Santiago, Chile. 62pp.
- Alberico, M., A. Cadena, J. Hernández y S. Muñoz. 2000. Especies de Mamíferos de Colombia. *Biota Colombiana*. 1: 43-75
- Altricher, M. y G. Boaglio. 2003. Distribución y abundancia relativa de mamíferos en Argentina. *Revista de Conservación Biológica*. 1:4-9.
- Aranda, M. 1994. Diferenciación entre las Huellas de Jaguar y Puma: Un Análisis de Criterios. *Acta Zoológica de México*. 63: 75-78
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz México. 212 p.
- Arcos, R. 2001 Abundancia relativa de medianos y grandes mamíferos en el Bosque Protector Colambo Yacuri, suroriente del ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* 30:78-93.
- Bilenca, D., Balla., Álvarez, M. y Zuleta, G. 1999. Evaluación de dos técnicas para determinar la actividad y abundancia de mamíferos en el bosque Chaqueño, Argentina. *Revista de Ecología Latinoamericana*. 6:1-8.
- Bowkett, A., F. Rovero y A. Marshall. 2007. El uso de las cámaras-trampa para evaluar el comportamiento de las especies de mamíferos superiores en Montañas Forestales. Tanzania, África. *Ecol.* 46:47
- Carrillo, E. 2000. Seguimiento de las poblaciones de mamíferos en áreas protegidas

costarricenses con las restricciones de caza diferentes. *Biología de la Conservación* 14:18-19.

Castro, A., B. Silva y J. Ramírez. 1992. Notas sobre los mamíferos de la Sierra de Santa Catarina, Distrito Federal, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 43:33-42.

Cevallos, G. y Simonetti, J. 2002. *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales*. Primera edición. Instituto de ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. 219pp.

Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Ciudad de México D. F.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica, CONABIO, Hong Kong, China.

Chiarello, A. 1999. Efectos de la fragmentación del bosque atlántico en comunidades de mamíferos en el Sureste de Brasil. *Rev. Conservación Biológica*. 89:1-2

CONABIO. 1998. *Regionalización*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (Fecha de consulta: 13 de Febrero de 2012 Coahuila, México) Disponible en:
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion.htm>

Costa, E., R. Mauro y S. Silva. 2009. Grupo de composición y patrón de actividad en la sierra Gorda Blanca. Brasil. *Biol.* 69:985-991.

Crooks, K. 2002. Sensibilidad de fototrampeo de mamíferos carnívoros en su

- hábitat. *Biología de la Conservación*. Tampico, Tamaulipas México. 16:2-1
- Cruz, C. 2002. Estudio comparativo de la diversidad y la composición florística de cuatro fragmentos de bosque seco tropical en el norte del estado. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Ecología. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Díaz, L. 2010. Variación de la abundancia y densidad de Puma concolor en zonas con alta y baja concentración de trampas cámara en el centro de México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali. 62pp.
- Emmons, L. y F. Feer. 1990. Guía de Campo de Mamíferos Neotropicales. Universidad de Chicago. Instituto de Ecología y Medio Ambiente. California, E.E.U.U.
- Flores, J., C. Bate y J. Dapara. 2000. Caracterización de la vegetación del río, y reservas forestales de República de Bolivia. *Ecol.* 46:48
- Galindo, C. y M. Weber. 2005. Estimación de Venado cola blanca en regiones Áridas. Universidad de Alcalá, México. 83 pp.
- Glanz, W. 1990. Fauna de mamíferos terrestres de la isla de Barro Colorado: Censos y cambios a largo plazo. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Perú. 49pp.
- González, J., C. Lara, J. Vázquez y M. Martínez-Gómez. 2007. Demography, density, and survival of an endemic and near threatened cottontail *Sylvilagus cunicularius* in central Mexico. *Acta. Theriol.* 52: 299-305.
- Guzmán, L. y Camargo. S. 2004. Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque los

- Mangos (Puerto López, Colombia). *Acta biológica colombiana*. 9:1-22.
- INEGI. 2005. Censo y estadísticas poblacionales. Coahuila México. (Fecha de consulta: 15 de Febrero del 2012) Disponible en: www.inegi.com.mx
- Jiménez, G. 2001. Propuesta metodológica para el diseño y validación de corredores biológicos en Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana*. 34:73-79.
- Kattan, G., y Murcia, C. 1999. Investigación en biología de la conservación en Colombia, diagnóstico y retos para el futuro. Instituto de investigación de recursos biológicos. *Acta biológica colombiana*. 10:1-15.
- Kelly, M. 2008. Evaluación de hábitat de especies con grado de conservación, mediante estudios de fototrampeo. D. F. México. *Anim-Conserv*. 11:182-184.
- Krausman, P. 2002. Introducción a la gestión de la fauna silvestre. Prentice Hall, Nueva Jersey, EEUU.
- Lindenmayer, D. 1999. Orientaciones futuras para la conservación de la biodiversidad en el manejo del bosque bajo, especies indicadoras, estudios, de impacto y programas de vigilancia en el bosque. *Ecología y Manejo*. 287pp.
- Litvaitis, J. y E. Anderson. 1994. Animales vertebrados, hábitats territoriales y alimentación. *Revista Técnicas de Investigación para la vida Silvestre*. Culiacán Sinaloa. 2:18-1
- López, A. y D. Montenegro. 1993. Mamíferos no voladores de Carpanta. Ed. Limusa. 187 pp. Tampico, Tamaulipas.

- López, F. y Lira. C. 1996. Mamíferos: Su biodiversidad en las islas mexicanas. ACT Editor, S.A. México, D.F 280 pp.
- Maffei, L., E. Cuellar y J. Noss. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el eco tono Chaco-Chiquitanía. Quito, Ecuador. Revista Biológica. Ecol. 11: 55-65.
- Maldonado. M. 2000. Guía para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre. República de Colombia, Sistema nacional ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. Colombia. 99pp.
- Meyer, C., Ferreira W. y Van Dame P. 2000. Corredores biológicos para la fauna de mamíferos en la provincia de Carrasco. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental (Bolivia). 7:67-79.
- Navarro, E. 2005. Abundancia relativa y distribución de los indicios de las especies de mamíferos medianos en dos coberturas vegetales en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya, Pereira- Colombia. Tesis de Posgrado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá- Colombia. 87pp.
- Navarro, J. y Muñoz, J. 2000. Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. Universidad de Antioquia. Medellín- Colombia. 131pp.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna Silvestre neotropical. Revista Neo-Tropical de Argentina. 1:73-84.
- Orejuela, O y G. Jiménez. 2004. Estudio de la abundancia relativa para mamíferos

en diferentes tipos de coberturas y carretera, Finca Hacienda Cristales, área Cerritos-La Virginia, Municipio de Pereira, Departamento de Risaralda-Colombia. *Universitas Scientiarum*. 9: 87-96.

Pacheco, F., Guerra, F., y Ríos, B. 2003. Eficiencia de atrayentes para carnívoros en bosques yungueños y praderas altoandinas en Bolivia. *Mastozoología neotropical*. La Paz, Bolivia. 10:1-5.

Pearce. J y Ferrier L. 2001. El valor práctico de la abundancia relativa en la planificación de la conservación. *Acta Zoológica de México*. 98:33-43

Periódico Oficial del Estado. 15 de Octubre de 1996. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el Carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, un área de la serranía conocida como Zapalinamé. Órgano del Gobierno Constitucional del Estado Independiente, Libre y Soberano del Coahuila de Zaragoza. Tomo CXIV. Número 38.

Piedra, L. y Maffei L. 2000. Efecto de las actividades humanas sobre la diversidad de mamíferos terrestres en un gradiente altitudinal. *Revista de Biología Tropical*. Costa Rica, América Central. 48:18-12

Pina, G y L. Gámez. 2004. Distribución, hábitat y patrón de actividad de especies de mamíferos medianos y grandes en la sierra de Sonora. Sonora, México. *Nat. Área*. 24:354-357.

PROFAUNA. 2010. Protección de la Fauna Mexicana, A.C. Marines Sergio. Programa de Manejo de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila México.

Ramírez, J., J. Arroyo Y A. Castro. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta. Zool. Mex*. 21: 21-82.

- Rangel, J., Lowy, P. y Aguilar M. 1997. Colombia: Diversidad biótica II: Tipos de vegetación en Colombia. Editorial Guadalupe. Santa Fe de Bogotá. 436p.
- Reid, F. 1997. Guía de mamíferos en América Central y Sureste de México. Universidad de Oxford, Nueva York, EEUU.
- Rzedowski. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. Mexico, D.F. 432pp.
- Sánchez, P. 1999. Abundancia, diversidad y uso de hábitat de grandes mamíferos en un bosque Andino y reforestado en Manizales (Caldas, Colombia). Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Santafé de Bogotá. 88p.
- Sánchez, F., Sánchez, P., y Cadena, A. 2004. Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes centrales de Colombia. Bogotá, Colombia. Caldasia 26:1-2.
- Síntesis Geográfica de Coahuila, 1983, Coahuila Mexico, Ed. Limusa 128pp.
- Simonetti, J. y Huareco, I. 1999. Uso de huella para estimar diversidad y abundancia relativa de los mamíferos de la reserva de la biosfera – estación del Beni, Trinidad, Bolivia. Mastozoología Neotropical. 6:1-1.
- Srbek, A. 2005. Eficiencia en el uso de cámaras de fototrampeo en mamíferos de bosques Neotropicales. Universidad de Cambridge, Gran Bretaña.
- Tobler, M. 2009. Uso de hábitat y Patrones de actividad en e especies del sureste de Perú. Trujillo, Perú. Trop. Ecol. 25: 261-270.
- Valenzuela, D y G. Ceballos. 2002 Selección de hábitat, rango de hogar y actividad del coatí de nariz blanca (*Nasua nasua*), en un Bosque Seco Tropical Mexicano. Acta. Zool. Mex. 81:810-819.

- Villalobos, S. 2005. Comparaciones en la abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en el área Cerritos la Virginia, Risaralda. Medellín, Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Bióloga. 90 pp.
- Villarreal, Q. 2005. Listados Florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila, México, Manejo de Pastizales. 6:9-18
- Walker, S., A. Novaro y J. Nichols. 2000. Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. Masto Zool. Neotrop. Río de Janeiro, Brazil. 7:73-80.
- Yasuda, M. 2004. Monitoreo, diversidad y abundancia de mamíferos grandes usando cámaras-trampa. Universidad de Tokio, Japon. Mammal Study. 29:37-46.

IX. ANEXOS

Fotografías de especies encontradas en el estudio:

“Abundancia Relativa de Mamíferos Terrestres Grandes y Medianos en el Área Reforestada de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila México”.

Mamíferos de importancia en el estudio:

Ardillón o Ardilla de las Rocas: *Spermophilus variegatus couchii*



Cacomixtle: *Bassariscus astutus*



Conejo Matorralero: *Sylvilagus audubonii*



Coyote: *Canis latrans*



Lince o Gato Montes: *Lynx rufus*



Oso Negro: *Ursus americanus*





Tlacuache: *Didelphis virginiana*



Zorra Gris: *Urocyon cinereoargenteus*



Zorrillo Moteado: *Spilogale putorius*



Otros mamíferos encontrados en el estudio:

