

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



Estimación de la Riqueza y Abundancia de Mamíferos Terrestres en el Matorral
Xerófilo y Zacatal del Sureste de Coahuila, México

Por:

YARIT HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

Tesis

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Estimación de la Riqueza y Abundancia de Mamíferos Terrestres en el Matorral
Xerófilo y Zacatal del Sureste de Coahuila, México

Por:

Yarit Hernández Martínez

TESIS

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


INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA




Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Asesor principal


Dr. Jose Antonio Hernández Herrera

Coasesor


M.C. Erika Jasmin Cruz Bazán

Coasesor


M.C. Eber Gabriel Chávez Lugo

Coasesor


M.C. Pedro Carrillo López

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio, 2024

Declaración de no plagio

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

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

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

Pasante



Yarit Hernández Martínez

RESUMEN

Los mamíferos presentan amplia variación morfológica de hábitos y patrones de actividad lo cual en conjunto ocasionan adaptación de las especies a diferentes ambientes. En México la diversidad mastofaunística está constituida por 544 especies, por su parte para el estado de Coahuila se tiene el registro de 126 especies. El estudio se realizó en el rancho experimental "Los Ángeles", donde la vegetación que domina es matorral rosetófilo y zacatal semidesértico, con el objetivo de evaluar la riqueza y abundancia de mamíferos terrestres utilizando distintos métodos como son: fototrampeo, rastros, trampas Vieyra y estaciones odoríferas. Se registraron 14 especies lo cual representa el 11.11% de la mastofauna descrita para el estado de Coahuila. Los órdenes con mayor riqueza fueron el Carnívora con seis especies y Rodentia con cuatro especies. El perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*), es la especie dominante, se trata de un roedor endémico el noreste de México y considerada En peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se registró el oso negro americano (*Ursus americanus*) y el tlalcoyote (*Taxidea taxus*) este último categorizado como especie Amenazada. Respecto a los valores de diversidad para el índice de Simpson se registró un valor de 0.867 el cual indica alta dominancia de especies en comparación al matorral con 0.673, con el índice de Margalef se registró mayor riqueza específica en el matorral xerófilo con valor de 2.17 en comparación al zacatal semidesértico con 1.88. Por medio de la prueba de Kruskal-Wallis no se registraron diferencias significativas entre tipos de vegetación, sin embargo, por métodos empleados si hubo diferencias significativas. El registro de especies con algún estatus de conservación resalta la importancia tanto del zacatal del área de estudio, debido a que cuenta con recursos necesarios para la protección y conservación de los mamíferos terrestres. El área de estudio concentra alta riqueza de especies la cual es representativa del zacatal semidesértico y matorral xerófilo, lo que refleja buena calidad del hábitat, y a nivel regional un importante corredor biológico para la preservación de la biodiversidad del noreste de México.

Palabras clave: Mamíferos terrestres, ecosistema, inventario, conservación

ABSTRACT

Mammals present wide morphological variation in habits and activity patterns, which together cause adaptation of the species to different environments. In Mexico, mastofaunal diversity is made up of 544 species, while for the state of Coahuila there is a record of 126 species. The study was carried out at the experimental ranch "Los Ángeles", where the dominant vegetation is rosetophilous scrub and semi-desert grass, with the objective of evaluating the richness and abundance of terrestrial mammals using different methods such as: phototrapping, trails, Vieyra traps and odoriferous seasons. 14 species were recorded, which represents 11.11% of the mammal fauna described for the state of Coahuila. The orders with the greatest richness were Carnivora with six species and Rodentia with four species. The Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*), is the dominant species, it is a rodent endemic to northeastern Mexico and considered in danger of extinction according to NOM-059-SEMARNAT-2010. The American black bear (*Ursus americanus*) and the tlalcoyote (*Taxidea taxus*) were recorded, the latter categorized as a Threatened species. Regarding the diversity values for the Simpson index, a value of 0.867 was recorded, which indicates high dominance of species compared to the scrub with 0.673, with the Margalef index, greater specific richness was recorded in the xeric scrub with a value of 2.17 in comparison to the semi-desert grassland with 1.88. Using the Kruskal-Wallis test, no significant differences were recorded between vegetation types; however, there were significant differences due to the methods used. The record of species with some conservation status highlights the importance of the grassland in the study area, because it has the necessary resources for the protection and conservation of terrestrial mammals. The study area concentrates high species richness which is representative of the semi-desert grassland and xeric scrub, which reflects good quality of the habitat, and at a regional level an important biological corridor for the preservation of the biodiversity of northeastern Mexico.

Key words: terrestrial mammals, ecosystem, inventory, conservation

ÍNDICE GENERAL

I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
1.1	Objetivo general	3
2.7.1	Objetivo Específicos	3
III	REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1	Mamíferos	4
3.2	Clasificación taxonómica de los mamíferos.....	5
3.3	Importancia de los mamíferos en el ecosistema	5
3.4	Importancia económica y comercial de los mamíferos	7
3.5	Estado de conservación de los mamíferos terrestres.....	9
3.6	Técnicas para el monitoreo y muestreo de mamíferos.....	11
3.6.1	Métodos indirectos	11
3.6.2	Métodos directos	17
3.7	Estudios acerca del uso de métodos para el registro de mamíferos terrestres	20
3.8	Diversidad	24
3.8.1	Métodos para medir la diversidad	25
3.8.2	Medición de diversidad beta.....	28
IV	MATERIALES Y MÉTODOS	32
4.1	Descripción del área de estudio	32
4.2	Trabajo de campo: Métodos de registro	37
4.3	Análisis de datos	41
V	RESULTADOS	43
VI	DISCUSIÓN	54
VII	CONCLUSIONES	57
VIII	LITERATURA CITADA	58
IX	ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Composición, diversidad, endemismo y estado de conservación de los mamíferos mexicanos.	7
Cuadro 2 Categorías de riesgo para las especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010	10
Cuadro 3 Tipos de cebos utilizados para el muestreo de mamíferos	18
Cuadro 4. Tipos de cebos recomendados para la captura de mamíferos en campo	19
Cuadro 5 Especies registradas, distribución y categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de la IUCN	43
Cuadro 6 Listado taxonómico de las especies registradas por tipo de vegetación	45
Cuadro 7 Valores de los índices analizados por tipo de vegetación	48
Cuadro 8. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis por tipo de vegetación	49
Cuadro 9 Listado de especies por método de registro	51
Cuadro 10. Datos de la prueba Kruskal-Wallis por método de registro empleado	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización del rancho experimental “Los Ángeles”	33
Figura 2 Búsqueda de rastros en transectos lineales.....	38
Figura 3 A: Geoposicionador; B: Cámara fotográfica; C: Regla	38
Figura 4 Cámara trampa	39
Figura 5 Instalación de estaciones de fototrampeo; A) colocación de postes para instalar cámaras; B) limpieza de campo de visión e instalación; C) activación de cámaras.	39
Figura 6 Instalación de estaciones odoríferas; A: tamizado de tierra; B: colocación de cebo; C: impresión de huella.....	40
Figura 7 A: Cebo; B: Tela para tamizar	40
Figura 8 Instalación de trampas Vieyra	41
Figura 9 Curva de rango abundancia	47
Figura 10 Curva de rarefacción y acumulación de especies por cada tipo de vegetación muestreado	49
Figura 11 Complementariedad por comunidad vegetal y por método de registro	53

I INTRODUCCIÓN

Los pastizales y matorrales de las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México son recursos naturales que comprenden el 25% de la superficie nacional y proporcionan varios servicios ambientales (Jurado-Guerra *et al.*, 2021). El Desierto Chihuahuense es el de mayor extensión en Norteamérica y es una de las regiones secas con mayor riqueza de especies del mundo (Morafka, 1977; Sutton, 2000).

Por la extensión ofrece recursos naturales forestales, faunísticos, alimenticios, forrajeros, industriales, energéticos, ornamentales, artesanales, medicinales y recreativos, que contribuyen a la mejora del nivel de vida del sector rural (Ramírez, 2005). No obstante, las variaciones extremas de temperatura y disponibilidad de agua en el año, han causado la adaptación de las especies para su sobrevivencia. Dentro de la fauna silvestre se encuentran los mamíferos, los cuales son de importancia dentro de la cadena trófica (desde consumidores primarios hasta grandes depredadores) en el Desierto Chihuahuense, se han registrado 123 especies (Gonzales, 2023). Para el estado de Coahuila se tienen registradas 126 especies agrupadas en 69 géneros, 25 familias, y ocho ordenes (Ramírez-Pulido *et al.*, 2018)

Los mamíferos tienen amplia diversidad morfológica, de hábitos, patrones de actividad, que en conjunto causan adaptación a diferentes ambientes, lo que permite la utilización de diferentes recursos y distribución casi todos los ecosistemas del planeta (García, 2018). Por lo anterior tienen un funcionamiento crítico en la dinámica de los ecosistemas y su investigación es de importancia para el conocimiento de su ecología, evolución, comportamiento, y distribución de las especies, generando información clave para la conservación las especies indicadoras (Paraliza-García, 2018).

Como parte de la problemática ecológica que requiere atención es la pérdida de biodiversidad a causa de actividades humanas, de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteraciones en el hábitat). Una de las acciones para generar información sobre la presencia de especies es realizar inventarios

biológicos en conjunto con el análisis, monitoreo y evaluación de las comunidades de mamíferos (Moreno, 2001). Como objetivo de la presente tesis se planteó analizar la riqueza y abundancia de los mamíferos terrestres del rancho Los Ángeles, información que es de importancia dado que enriquece el conocimiento de la mastofauna y se crea una línea base para futuras acciones de conservación del ecosistema.

II OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar la riqueza y abundancia de mamíferos utilizando distintos métodos en dos tipos de vegetación del rancho “Los Ángeles”, Saltillo, Coahuila, México

2.7.1 Objetivo Específicos

- Analizar la riqueza de especies de mamíferos terrestres en el matorral rosetófilo y zacatal semidesértico con los diferentes métodos de registro.
- Comparar la riqueza y abundancia de especies con los diferentes métodos empleados en el matorral rosetófilo y zacatal semidesértico.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Mamíferos

Etimológicamente la palabra Mamífero proviene del latín, del sustantivo “*mamma*” glándula mamaria y el verbo “*ferré*” llevar, transportar o producir. Por lo que la palabra se interpreta “llevar o portar glándulas mamarias” (Rowe 1988).

Son animales que pertenecen al grupo de los vertebrados, una clase con las siguientes generalidades morfológicas:

Características externas: Presentan el cuerpo cubierto de pelo a excepción de los sirénidos que tienen escaso pelaje y los cetáceos (ya que están adaptados al medio acuático) (McDonald y Norris 2001). Las hembras producen leche en glándulas mamarias (Grzimek *et al.*, 2003; Villa y Cervantes, 2003). Presentan cuidado parental mayormente por hembras y algunos machos a su progenie, desde que el embrión está en el cuerpo de la madre ya cuenta con protección y alimento necesario para su desarrollo y crecimiento (Martin *et al.*, 2001)

Características internas: Capacidad de generar calor internamente, por lo que son capaces de regular su temperatura y mantenerla constante. Poseen un corazón de cuatro cavidades característica relacionada con la endotermia, ya que estas mantienen separadas la sangre venosa y la sangre arterial., Cráneo con menor cantidad de huesos en comparación a los reptiles. Poseen dentición heterodonta, con dientes especializados: incisivos, caninos, premolares y molares

Tienen una columna vertebral con 5 regiones bien diferenciadas: cervical, dorsal, torácica, lumbar, sacra y coxal (McDonald, 2001; Grzimek *et al.*, 2003; Villa y Cervantes, 2003). Las hembras presentan ciclo estral diferente, proceso fisiológico regulado por hormonas durante todo el ciclo que la preparan para la fertilización, la gestación y la lactancia (Vaughan *et al.*, 1999).

3.2 Clasificación taxonómica de los mamíferos

Subclase Prototerios

Mamíferos ovíparos, por lo que su condición reproductiva es la más primitiva. Pertenece el orden: monotremas especies: ornitorrinco y equidnas (Feldhamer, 2003; Grzimek *et al.*, 2003).

Subclase Terios

Infraclase Metaterios

Los embriones nacen en una fase precoz de desarrollo salen de la placenta corioviteliana (8-43 días) se alojan en el bolso marsupial de la madre, unidos a los pezones hasta terminar su desarrollo permanecen en lactancia más tiempo que en la placenta (Young 1977; Cordero *et al.*, 2014). Especies: zarigüeyas, canguros, koalas, lobos de Tasmania, etc.

Infraclase Euterios

Mamíferos con placenta corioalantoidea, el contacto materno-fetal por un corion de protuberancias vascularizadas implantadas en la mucosa uterina, por lo que la gestación es la más larga en comparación a los otros grupos (Feldhamer 2003; Grzimek *et al.*, 2003).

3.3 Importancia de los mamíferos en el ecosistema

En México, la diversidad de mamíferos silvestres está constituida por 544 especies de las cuales 170 son endémicas, representan aproximadamente al 11% del total de especies a nivel continental., Están distribuidos en 202 generos, 46 familias y 13 órdenes ; de los cuales roedores y murciélagos son los más diversos (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2014) (*Cuadro 1*). Su presencia en los ecosistemas es indispensable debido a que fungen como agentes ecológicos, ejercen un control sobre la abundancia y composición de la vegetación; gracias a que pertenecen a todos los niveles de cadenas tróficas: herbívoros, insectívoros, carnívoros, omnívoros (Terborgh 1992; Sinclair 2003).

Se encargan de la descomposición de materia orgánica, reciclaje de nutrientes, control de plagas, algunas especies fosoriales remueven el suelo, permiten la aireación y permeabilidad de los mismos, polinización y dispersión de semillas, todas estas actividades ligadas a un buen funcionamiento de asociaciones vegetales (Martínez y Ortega, 2014), todas estas acciones en conjunto permiten estructura y estabilidad para que ecosistema se mantengan sin alteraciones (Rumiz, 2010).

Los carnívoros “tope” son todos los depredadores que por su tamaño y condición no tienen depredadores naturales tienen influencia fundamental sobre la estabilidad y diversidad, en caso de ser eliminados por cualquier causa y ser sustituidos por carnívoros medianos no especializados (quienes proliferan a causa de la ausencia de carnívoros tope) causan una depredación excesiva de mamíferos pequeños como los ratones, lo que significa un desequilibrio (Teborgh *et al.*, 1999).

Cuadro 1 Composición, diversidad, endemismo y estado de conservación de los mamíferos mexicanos.

Orden	Familias	Géneros	Especies	Especies endémicas	Especies en peligro
Didelphimorphia	1	7	8	1	3
Sirenia	1	1	1	0	1
Cingulata	1	2	2	0	1
Pilosa	2	2	2	0	2
Primates	1	2	3	0	3
Lagomorpha	1	3	15	7	6
Rodentia	8	50	243	116	64
Soricomorpha	2	6	38	24	13
Carnivora	8	28	42	3	23
Perissodactyla	1	1	1	0	1
Artiodactyla	4	8	10	0	5
Cetacea	7	25	40	1	40
Chiroptera	9	67	139	18	36
Total	46	202	544	170	198

Fuente: (Ceballos 2014)

3.4 Importancia económica y comercial de los mamíferos

Socialmente se consideran dos enfoques uno positivo y uno negativo:

Enfoque positivo: la coexistencia humana y las actividades etnozoológicas implican un uso de mamíferos en distintos ámbitos: alimenticio, medicinal, de compañía, ornamental, amuletos, uso de pieles, ceras, amuletos, fabricación de herramientas y mercadeo (Retana-Guiascón *et al.*, 2011),

mayormente en comunidades rurales con valores, estéticos, religiosos y económicos (García *et al.*, 2018).

Las especies cinegéticas que favorecen en cuanto a desarrollo económico y turístico de regiones rurales, en donde un cazador deportivo nacional o extranjero que visita destinos, localidades o áreas donde se permite la caza de fauna silvestre, usando servicios logísticos y turísticos para hacer más fácil la práctica de este deporte, en un supuesto marco de conservación y sustentabilidad de la vida silvestre (Picado, 2019). Sin embargo para que exista un equilibrio en el aprovechamiento cinegético y no exista sobreexplotación de recursos, hay leyes y organismos que regulan estas actividades, en México existen dos secretarías que se encargan de regirlas: una se encarga de la agricultura: Secretaria De Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Mientras que la otra se encarga del medio ambiente Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) las cuales cuentan con la colaboración de algunas dependencias de turismo de acuerdo al lugar. Utilizan programas de preservación que otorgan los permisos para expedir licencias de cacería, cintillos de cobro cinegético, permisos de portación y transportación de armas de fuego de una localidad a otra, pagos por servicio a las Unidades de Manejo para la conservación de la vida Silvestre. (Picado, 2019).

La SEMARNAT se encarga de elaborar un “calendario cinegético” para determinar periodos aptos para estas actividades; cinco meses de aprovechamiento, generalmente son de la segunda semana de octubre hasta la segunda semana de marzo (Picado, 2019).

Enfoque negativo: Dada la expansión de actividades humanas, la fragmentación aumenta, y esto conlleva a que se incremente la posibilidad de que actividades de fauna y las humanas se traslapen (Márquez y Goldstein, 2014), obligando a que los mamíferos grandes busquen alimento y depredan animales domésticos en áreas ganaderas, lo afecta económicamente a los productores, aunque no sean sus presas naturales, el hecho de que ataquen ganado es parte de un desequilibrio ecosistémico (Hoogestejin 2013).

Dada la traslocación de actividades, ambos animales (fauna silvestre y ganadería domesticada) son focos de enfermedades unos para otros, tales como la Leptospirosis, Rabia, Falvovirus, Buntyavirus, Alfavirus, Malaria, Salmonella, *E. coli*, por mencionar algunas, ya que se estima que aproximadamente el 60% de los patógenos causantes de enfermedades humanas son zoonóticos, y el 75% de las enfermedades emergentes durante los últimos 20 años provienen de fauna silvestre, sin embargo ambos casos representan pérdidas económicas (Monsalve *et al.*, 2009).

3.5 Estado de conservación de los mamíferos terrestres

En México las causas de la extinción de especies de mamíferos se atribuyen al crecimiento de la población humana, la desigualdad social que generan una explotación irracional de los recursos naturales: deforestación, sobreexplotación, introducción de especies exóticas, y contaminación (Ehrlich y Ceballos, 199; Challenger *et al.*, 1998). De igual manera los efectos de la destrucción y fragmentación de la vegetación está en aumento por la sobreexplotación de especies a causa de cacería deportiva, cacería de subsistencia y el tráfico de especies (Ceballos *et al.*, 2002). La pérdida y reducción de las poblaciones se ven reflejadas como alteraciones dentro de la estructura y composición ecológica de las comunidades, con la modificación de los procesos dinámicos, demográficos y conductuales de las especies (Crooks, 2002). Considerando su importancia sociocultural y económica, la sobreexplotación a lo largo de los años, resulta en una pérdida masiva de biodiversidad. En México existen marcos legales para aplicar estrategias enfocadas a la conservación y el aprovechamiento sustentable (Estrada- Portillo *et al.*, 2018). El conocimiento de la distribución de las especies es fundamental para identificar las áreas dónde se encuentran y con ello proponer medidas de manejo y conservación (Chávez *et al.*, 2013).

Una herramienta de manejo y conservación son las Normas oficiales Mexicanas (NOM), que son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, en este caso es la Norma Oficial

Mexicana-059-SEMARNAT-2010 (ver Cuadro 2), tiene el objetivo de listar especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo a nivel nacional para su atención y protección correspondiente, integrándolas en listas correspondientes, y hace referencia de las especies que han perdido áreas de distribución o cuyo ámbito hogareño ha sido reducido, lo que pone en riesgo su viabilidad biológica (Estrada-Portillo *et al.*, 2018).

Cuadro 2 Categorías de riesgo para las especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010

Probablemente extinta en el medio silvestre (E)	En peligro de extinción (P)	Amenazadas (A)	Sujetas a protección especial (Pr)
Especies nativas de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.	Especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.	Especies en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.	Especies podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010)

3.6 Técnicas para el monitoreo y muestreo de mamíferos

3.6.1 Métodos indirectos

Transectos lineales

Este método puede realizarse por medio de caminatas o en vehículos en donde la fauna que sea observada puede ser registrada y georreferenciados con el uso de GPS. Es recomendable que este método se realice en los picos máximos de actividad, con una duración de entre 2-3 horas (Burnham *et al.*, 1980; Gallina y Mandujano, 2009). Tiene como desventaja que los observadores varían enormemente en su capacidad de observar a los animales, particularmente cuando los transectos están en zonas con alta cobertura vegetal, lo que genera sesgo (De la Maza y Bonacic, 2013).

Estaciones odoríferas

Provee un índice de densidad basado en la proporción de estaciones visitadas por animales de una especie respecto al total de estaciones instaladas (Linhart y Knowlton 1975; Roughton y Sweeny 1982). Esta técnica fue diseñada originalmente para estimar variaciones temporales de las densidades poblacionales o abundancias relativas de distintas especies de depredadores: zorro común (*Vulpes vulpes*), zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), lince rojo (*Lynx rufus*), coyote (*Canis latrans*), lobo (*Canis lupus*), nutria de río (*Lontra canadensis*), visón americano (*Neovison vison*) son algunas de ellas (Conner *et al.*, 1983). Tiene fundamento en la obtención de huellas a partir del registro de frecuencia de sus visitas (Rau *et al.*, 1995).

Consiste en un círculo de un metro de diámetro con tierra tamizada para ver huellas que puede o no tener algún cebo o atrayente en el centro (González-Romero, 2011). Pueden estar ubicadas de forma aleatoria o sistemáticas en senderos naturales que frecuenten los animales (Sargeant *et al.*, 1998) (Figura 1). Se utiliza un indicador para determinar si la estación odorífera esta activa y lista para captar las huellas, es necesario activarla con una marca moderada de

la palma de la mano sobre la orilla de la estación, para saber si al día siguiente la marca permanece, se corrobora que efectivamente esta operante, si la huella desapareció significa que las huellas del animal también pudieron borrarse por lo que se considera una estación inactiva (Aranda, 2000). Tiene como desventaja que requiere condiciones topográficas y de sustrato específicas, por lo que solo son aplicables en sitios con una condición de horizontalidad para su instalación, excluyendo a especies que prefieren lomeríos (Chiriví, 2006).

Transectos en banda o franja

Propone que todos los animales se encuentren dentro de la franja y el observador se ubica en una línea que divide el ancho de la franja dependerá de la especie a estudiar, hábitat y clima en cuestión que se determinara anticipadamente y solo serán registrados aquellos individuos dentro de los límites establecidos, y se procura que los animales no sean contados más de una vez (Mandujano *et al.*, 1994; Trujillo-González *et al.*, 2019).

Tiene como desventaja que en ciertas zonas en donde se trabaje tienen estrato alto, lo que limita la visibilidad de las especies o cualquier rastro de ellas, además de que en época de sequía el sustrato se endurece y disminuye la posibilidad de impresión de huellas (Chiriví, 2006).

Puntos en transecto

La técnica consiste en observaciones desde un punto definido en donde se registran a los animales y la distancia a la que fueron observados, supone que no existe migración durante el periodo de observación para evitar sobrestimaciones de densidad y es necesario permanecer por tiempo suficiente (Sélem- Salas *et al.*, 2011).

Conteo en caminos

Conteos en transectos lineales o de banda en caminos existentes, transitados por humanos o por otros animales. En búsqueda de algún rastro, en este método hay que considerar el sesgo por no ser, transectos al azar, por lo tanto, existe la posibilidad de que únicamente sea usado por ciertas especies (Sélem- Salas *et al.*, 2011). Hay especies que utilizan caminos descubiertos

(*Spermophilus* sp.), otros que prefieren los parcialmente cubiertos (*Sigmodon* sp.) o aquellos que estén totalmente cubiertos de vegetación (*Microtus* sp.) por lo que al usar este método se requiere realizar observaciones cuidadosas (Martin *et al.*, 2001).

Rastros

Son una forma de estimar y evaluar poblaciones ya que se definen como “todo vestigio, señal o indicio que dejan los mamíferos silvestres durante sus actividades, así como cualquier resto que quede de ellos”. Este método ha sido de los métodos más empleados para el estudio de mamíferos terrestres. El bajo costo de la técnica y su relativa facilidad de identificación de especies es de sus principales ventajas (Aranda *et al.*, 2012).

Huellas: Son impresiones de patas o cola marcados en el sustrato, principalmente en suelo arcilloso, lodoso, de difícil reconocimiento en sustrato rocoso o cubierto por mantillo, ya que imposibilita la impresión (Romero-Almaraz *et al.*, 2007) (figura 4). Es un método fácil de observar debido a la etología de especies que son susceptibles a la presencia humana, sin embargo, existen varios factores que determinan que tanto se conserva una huella y de que calidad es la impresión: tipo de suelo, clima, tiempo, el tipo de desplazamiento y la velocidad de la marcha (Aranda, 2000). Mientras más rápido avance abrirá más los dedos y la impresión será mejor en comparación a avances lentos, en la mayoría de los mamíferos las patas posteriores en comparación a las anteriores son de diferentes tamaños. Este rastro nos brinda información sobre la conducta, edad, etología, modo de locomoción y hábitos de forrajeo (Sélem-Salas *et al.*, 2011).

Para la identificación de huellas se recomienda suficiente experiencia y conocimiento, aplicando el “método de descarte” que consiste en eliminar especies poco probables enuncian de la forma, número de dedos, tamaño de la huella, distribución geográfica, hábitat, además de utilizar impresiones en moldes de yeso acompañada de guías de campo para la identificación (Emmons y Feer, 1990). Las ubicaciones más comunes para encontrar este tipo de rastro son cerca de cuerpos de agua o en tierra firme después de lluvias.

Excretas: Por observación y conteo, permite identificar la presencia del animal, estima la abundancia mediante índices, puede hacerse en cuadrantes, si la cantidad es alta o en transectos lineales cuando son menos abundantes. La cantidad, tamaño y forma de la excreta va a depender de la dieta del animal, cambios estacionales, contenidos de fibra, uso del área, la territorialidad y composición, así como la presencia de insectos o microorganismos coprófagos. Existe riesgo de sesgo por efectos del hábitat, estaciones climáticas, tasa de defecación según la dieta, edad, condición y sexo del animal (Sélem- Salas *et al.*, 2011).

Para minimizar los efectos de las variables es recomendable eliminar excretas que hayan sido encontradas y contadas, definir la frecuencia del conteo, tomar en cuenta la tasa de depósito y la descomposición o bien marcar aquellas que ya fueron contadas. En los últimos años se usaron perros entrenados para encontrar excretas de carnívoros, resulta eficiente pero costosa (Smith *et al.*, 2003; Rolland *et al.*, 2006).

Pelo: Este tipo de rastro puede ser directo en madrigueras, cortezas de árboles donde pueda quedar atrapado o indirectamente si el rastro lo deja un depredador, de cualquier forma, indica que la especie existe en la región (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003).

Indicios de alimentación: Algunas especies dejan impresas marcas dentales en los residuos de su alimento, esto evidencia presencia y distribución de especies, utilizadas para estimar disponibilidad del alimento y proporción de consumo (Velarde *et al.*, 2007). Tiene como desventaja que los datos son solo índices relativos y los resultados pueden ser sesgados porque el consumo de una especie depende de la abundancia del alimento, por lo tanto, es importante conocer el uso y disponibilidad de los recursos usados en la especie de interés (Sélem- Salas *et al.*, 2011).

Madrigueras o echaderos: Existen especies de fauna silvestre construyen estructuras de protección y alimentación para las crías, madrigueras, dejan

marcas de garras, rascadores, restos de muda de pelo, astas o bien sitios de descanso, sin embargo, este método los permite detectar la presencia del animal, además hay especies que dejan rastros parecidos que dejan espacio a la confusión al momento de identificar (Sélem- Salas *et al.*, 2011). Utilizan nidos para descansar y criar, el tamaño va variar según la especie, así como el material del que están hechos, por lo regular utilizan depresiones del suelo, grietas de rocas, oquedales de troncos, cavidades de las raíces de árboles entre o sobre la vegetación con fibras y material vegetal seco (Romero-Almaraz *et al.*, 2007).

Fototrampeo

Las cámaras trampa son herramientas confiables y no invasivas (Silveira *et al.*, 2003; Monrroy-Vilchis *et al.*, 2011) (figura 2), que permiten identificar individualmente a los organismos fotografiados gracias a marcas distintivas en sus cuerpos (Ceballos *et al.*, 2014). Con este método se han ampliado el número de registro de especies en diferentes lugares (Chávez *et al.*, 2013); Son dispositivos que se instalan en determinadas áreas para tomar fotografías/videos de animales que pasan en frente a la zona de detección y se activan por medio de un sensor de calor o movimiento. Los componentes de una trampa cámara son: cámara y lente, unidad de control (pantalla), sensor de movimiento, luces led, puertos, tarjeta de memoria y baterías (Hurtado y Soto, 2017). La altura a la que se fija la cámara está determinada en parte por la especie objetivo, para carnívoros pequeños, configurar la cámara de manera que el sensor esté a 30-40 cm del suelo da buenos resultados, si el objetivo del estudio es obtener registros de especies de talla grande, las trampas cámara se pueden colocar a mayor altura, pero se corre el riesgo de que las especies pequeñas no sean detectadas (Ancrenaz, 2012).

Se recomienda colocar las cámaras con un ángulo entre 90° y 45° grados desde el suelo, se debe eliminar la vegetación que obstruyan el sensor de movimiento o que este dentro del diámetro de captura, así como un mantenimiento cada 15-30 días para revisar el nivel de batería, memoria, sensor, flash, lente de la cámara y que no presente humedad interna (Espinosa, 2015).

Un error común durante la instalación es dejar algún olor (crema, loción o algún tipo de alimento) el cual se queda impregnado en las cámaras trampa y causa que los animales se acerquen directamente al equipo fotográfico, lo que genera fotos poco útiles para la identificación de los individuos (Chávez *et al.*, 2013).

La programación de la trampa cámara se realiza tomando en cuenta los ajustes de fecha (día/mes/año), hora, número de fotografías a capturar. En la instalación es importante considerar la orientación con respecto al sol; ubicar el oriente y el poniente, ya que de estas direcciones provendrá la luz del sol al amanecer y al atardecer; al realizar todos los ajustes se evitarán fotografías con exceso de luz o que las cámaras se activen por rayos del sol que inciden directamente sobre el sensor (Chávez *et al.*, 2013).

Otro factor a considerar es la distancia, dependerá de la altura del animal y de la distancia de enfoque y la amplitud del sensor. Se considera usualmente una distancia mínima de tres metros de la cámara al sitio por el que se asume pasará el animal a fotografiar, tiene como principio que la distancia mínima de enfoque de las cámaras está en un intervalo de 80 a 200 cm, con esta distancia se asegura el encuadre en la fotografía y el enfoque de cuerpo completo de una especie de tamaño grande. (Chávez *et al.*, 2013). Es importante analizar el presupuesto disponible en relación con las características, funcionamiento y precios del equipo, así como su eficiencia, para un solo muestreo es costoso, a largo plazo es más barato que otros métodos (Zero *et al.*, 2013).

Al momento de registrar los datos es importante considerar como registros independientes según el caso: a) si son fotografías consecutivas de diferentes individuos, b) fotografías consecutivas de la misma especie separadas por 24 horas (este criterio es aplicado cuando no es claro si una serie de fotografías correspondían al mismo individuo, de modo que las fotografías tomadas antes de 24 horas se consideraron como un solo registro) y c) a cada individuo en

fotografías de múltiples individuos (Maffei *et al.*, 2002; Monrroy *et al.*, 2011; Lira-Torres *et al.*, 2014; Charre-Medellín *et al.*, 2016; Pérez-Solano *et al.*, 2018).

3.6.2 Métodos directos

Observación directa

Es una técnica simple, sin requerimiento especializado de herramientas con costos elevados, solo es indispensable el uso de binoculares, linternas, reloj, GPS y bitácoras de campo; implica costos bajos y permiten la realización de censos, conteos en sitios de estudio específicos y definidos, dentro del área total de muestra, esperando que toda el área sea cubierta, todos los animales localizados y contados sin embargo esto se dificulta por el requerimiento de destreza y conocimiento por el investigador (Monsby, 1987; Sutherland, 1996).

Trampas “Vieyra”

Esta trampa es relativamente nueva, surge de la necesidad de una trampa más práctica y efectiva en campo para la captura de tuzas vivas (familia Geomyidae), consta de un tubo de PVC industrial de tres milímetros de grosor y 10 cm de diámetro y 50 cm de largo. En uno de los extremos, cuenta con una puerta perforada de acero inoxidable de 8x8 cm, sujeta por un perno del mismo material; la puerta se detiene con un dispositivo, que consta de un ganchillo unido a una platina a través un hilo de pescar que corre a lo largo de la trampa y que se acciona cuando el animal entra al tubo, cerrando la puerta (Miranda y Gonzales, 2010). En el otro extremo, se encuentra una rejilla de alambre de acero inoxidable, para no permitir la huida y que el animal perciba que la galería está abierta, lo que provoca a que se dirija al lugar a recubrirlo y que este quede atrapado en la trampa (Vargas y Ceballos, 2010).

Horario de colocación y revisión de trampas

Dependerá de la especie a estudiar y los objetivos, se pueden clasificar en: especies con hábitos crepusculares o nocturnos, estas se colocan durante la tarde y la revisión dependerá de los objetivos del proyecto, deberá ser por lo menos una vez durante la noche, es conveniente recoger a los especímenes capturados durante la mañana para evitar que se lastimen por acción de insectos, sol, lluvia, frío o depredadores (Romero-Almaraz *et al.*, 2007). Para especies con hábitos diurnos, se colocan por la mañana y se revisan varias veces al día, si se quisieran dejar varios días habrá que levantarse o cerrarse durante la tarde para evitar capturar mamíferos nocturnos, para activarlas y recabar por la mañana (Sánchez- Hernández *et al.*, 1981)

Cebos y atrayentes

El cebado es un prerrequisito para cualquier programa de trampeo y cuyo éxito de captura depende del uso y selección de señuelo y cebos que ejerzan una atracción efectiva. Pueden usarse diferentes alimentos, preparados comerciales o bien artificiales (Pacheco *et al.*, 2003 Orjuela y Jiménez, 2004; González-Romero, 2011) ver Cuadro 3.

Cuadro 3 Tipos de cebos utilizados para el muestreo de mamíferos

Orden	Tipo de cebo
Artiodactyla	manzana, pera, heno, específicamente en zonas áridas alfalfa y maíz, así como plantas autóctonas y sal, para berrendos el agua
Carnivora	carne de res, carne y viseras de pollo, huevos podridos, tocino sardina, sobres de comida húmeda para gato de sardina o salmón, puede ser en descomposición ya que el mal olor es aún más efectivo. Atrayentes comerciales para carnívoros: Canine Call, Cat Passion, Wild cat, se pueden mezclar.
Rodentia	hojuelas de avena, fruta, mezcla de semillas y crema de cacahuete
Herbívoros y omnívoros	avena, papaya, banano, fresco o en descomposición

Información extraída de: Pacheco *et al.*, (2003); Orjuela y Jiménez, (2004); González-Romero, (2011)

No es posible hablar de cebos ideales debido a la compleja variedad de costumbres y dietas, la práctica y la constancia ayudara a determinar el tipo de cebo para una especie en determinado lugar, eso no garantiza los mismos resultados para la misma especie en otro lugar (Burneo y Tirira,1998)

En cuanto a los atrayentes por medio de las esencias, existen las pastillas olfativas de ácidos grasos o concentrados (ver *Cuadro 4*), para algunos felinos: tigrillo (*Leopardus wiedii*), jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*) algunos perfumes; para coyotes (*Canis latrans*) orina y glándulas almizcleras anales de la misma especie, aceite de pescado y glicerina como conservador (González-Romero, 2011). Para roedores se recomienda no lavar las trampas, ya que el olor dejado por los capturados vivos, atraerá a otros (Day *et al.*, 1987). Adicionalmente se pueden usar bolas de algodón impregnadas con algún cebo y suspenderlas en ramas o estacas (Rabinowitz 1997).

Cuadro 4. Tipos de cebos recomendados para la captura de mamíferos en campo

Orden	Familia	Tipo de cebo
Carnívora	Felidae	Carne, pescado, atún enlatado
	Canidae	Carne, viseras de pollo
	Lutrinae	Peces frescos o vivos, viseras de pollo
	Mephitidae	Viseras de pollo, pescado fresco o enlatado
	Mustelidae	Pescado, hígado, viseras de pollo, restos de carne
	Procyonidae	Pescado, granos de maíz
Rodentia	Sciuridae	Nueces, semillas, mantequilla de maní, pan
	Muroidea	Mantequilla de maní, avena, pan, cereales, Yuca cocida
	Hystriidae	Vegetales, de fruta, manzanas
Lagomorpha	Leporidae	Vegetales, coles, zanahorias, lechuga, pan

Soricomorpha	Soricidae	Sardina, carne fresca o enlatada, tocino, pescado
Didelphimorphia	Canidae	Vegetales, fruta y miel
	Didelphidae	Mantequilla de maní, sardina, carne fresca o enlatada

Fuente: Tomahawk Live Tramp Company, 1992

En algunas ocasiones se opta por utilizar señuelos como atrayentes mayormente han sido animales vivos, en especial para atraer a félidos y otros carnívoros. El uso de grabaciones de cantos o demás sonidos vocales han dado buenos resultados en primates y cérvidos (Day *et al.*, 1987).

3.7 Estudios acerca del uso de métodos para el registro de mamíferos terrestres

Botello (2004) Reportó que existen diferencias significativas entre el fototrampeo, estaciones odoríferas, cepos y trampas Tomahawk para registrar carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji Oaxaca, región donde predominan la vegetación boscosa de pino-encino, encino-pino y encino, con un clima templado húmedo. En conjunto obtuvieron 147 registros de seis especies de carnívoros, y recomienda que para un mayor número de registros es indispensable usar distintos métodos.

En un estudio realizado por Ramírez (2018) en Unidades Manejo de una región semidesértica de la Mixteca Poblana, con dos métodos de registro (fototrampeo y estaciones odoríferas) para determinar la diversidad de mamíferos carnívoros concluye que el método de fototrampeo tiene una mayor funcionalidad en temporada de lluvias y secas. Mientras que las estaciones odoríferas tuvieron una menor funcionalidad.

Zero *et al.*, (2013) Compararon transectos lineales, los estudios de captura y recaptura fotográfica y métodos REM (llamado Modelo de Encuentro Aleatorio Random Encounter Model, por sus siglas en inglés), y estimaron la densidad de individuos de la cebr de Grevy (*Equus grevyi*). Concluyeron que la

fotografía digital (con análisis de captura-recaptura) aportó la estimación de densidad más precisa, seguida de los transectos lineales.

Cortés-Marcial y Briones-Salas (2014) realizaron un estudio en zonas con selva baja caducifolia del Istmo de Tehuantepec y registraron que el uso de trampas cámara complementado con la búsqueda de rastros logra registrar mayor número de especies, obtuvieron el registro de 21 especies de mamíferos medianos y grandes que corresponden a 13 familias y siete órdenes. El orden mejor representado fue Carnívora, las especies que registraron con fototrampeo fueron: *Tamandua mexicana*, *Panthera onca*, *Spilogale pygmaea*, *Mephitis macroura* y *Dasyprocta mexicana* y con el método de rastros: *Philander opossum*, *Bassariscus astutus* y *Coendou mexicanus*.

En un estudio realizado en Santiago Comaltepec, Oaxaca en sitios con bosque tropical y bosque de pino se comprobó una mayor eficiencia de trampas cámara (68.6% de efectividad) en comparación con el método de rastros (31.25% de efectividad) para registrar la presencia de mamíferos medianos y grandes. En conjunto reportaron 16 especies, por fototrampeo se obtuvieron un total de 11 especies. Mientras que por búsqueda de rastros registraron cinco especies (Del Rio-García *et. al* 2014).

Lira-Torres y Briones-Salas (2012) sugieren que el uso de la técnica del fototrampeo es una alternativa excelente que complementa los métodos convencionales como colecta directa, métodos indirectos mediante el registro de huellas, excretas e individuos, empleando recorridos en transectos lineales, y que es posible obtener información sobre aspectos ecológicos como abundancia relativa, patrones de actividad e incluso, información sobre aspectos de la reproducción, como registros de apareamientos.

Desormeaux y colaboradores (2016) mencionan que la eficiencia de las trampas cámara en comparación con otros métodos ha sido demostrada en

diversos estudios; donde registraron casi tres veces el número de especies y casi el doble de detecciones durante el mismo período, en comparación a estaciones odoríferas, proporcionaron una gran cantidad de otros datos sobre patrones de actividad, tamaños de grupo y comportamiento, información que no se obtiene con estaciones odoríferas.

Mezhua-Velázquez *et al.*, (2022) realizaron un estudio Zongolica Veracruz con fototrampeo, rastros en transectos y entrevistas durante la temporada seca y de lluvias (usaron sardina, atún, avena y vainilla como cebo durante el primer mes frente a la trampa cámara). Obtuvieron 764 corresponden a registros independientes de trampa cámara, 201 registros independientes de las entrevistas, y 24 a registros en transectos, el método mejor representado fue el de las trampas cámara.

Charre-Medellín *et al.*, (2016) realizaron un estudio en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda y mencionan que el uso de trampas cámara es eficiente al registrar más del 80% de los mamíferos medianos y grandes en sitios con vegetación de bosque de encino, matorrales xerófilos submontanos y crasicaules. Obtuvieron registro de 18 especies que pertenecen a seis órdenes y diez familias, siendo el orden Carnívora el que presenta el mayor número especies (12). Las especies con la mayor dominancia fueron (*Urocyon cinereoargenteus*), (*Odocoileus virginianus*) y (*Bassariscus astutus*).

En un estudio realizado por Guevara-Carrizales *et al.*, (2016) en ocho ecorregiones terrestres áridas y semiáridas de Baja California donde complementaron métodos de registro directos e indirectos, documentaron 5,944 registros de mamíferos terrestres, pertenecientes a seis órdenes, 18 familias, 46 géneros y 70 especies, el orden más representado fue el rodentia con 31 especies, mientras que el orden con el menor número de especies fue el *Soricomorpha* (dos). En el Matorral xerófilo registraron la mayor riqueza con 54 especies, y el menor número de especies en humedales costeros (dos).

Ochoa-Espinoza y colaboradores (2023) realizaron un estudio en la Reserva de la Biosfera El Cielo en sitios con bosque mesófilo de montaña durante la temporada de lluvias y secas, mencionan que el uso de trampas cámara en caminos y veredas usadas por animales sin cebos es eficaz para el registro de mamíferos medianos y grandes; lograron identificar a 18 especies de mamíferos medianos y grandes. El orden mejor representado fue Carnívora con seis familias y 11 especies y el segundo fue Artiodactyla con dos familias y tres especies.

En un estudio realizado por Pérez-Solano *et al.*, (2018) en San Juan Bautista Cuicatlan y Actopan Veracruz en una vegetación dominada por bosque tropical, pastizal inducido ambas zonas importadas por actividades antropogénicas, reportaron cuatro órdenes, 11 familias y 13 géneros de mamíferos medianos y grandes, la especie dominante fue *Odocoileus virginianus*, seguido de *Canis latrans* y *Urocyon cinereoargenteus*.

En dos comunidades de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México, Ramírez *et al.*, (2020) evaluaron la diversidad de mamíferos y utilizaron de manera complementaria la búsqueda de rastros con estaciones de fototrampeo. El orden que obtuvo una mayor riqueza fue el carnívora con 13 especies, la especie dominante fue ardilla de vientre rojo (*Sciurus aureogaster*) y las especies con un registro fueron zorrillo listado norteño (*Mephitis macroura*) y tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*).

Gómez-Naranjo *et al.*, (2017) en los municipios de Piedras Negras, Hidalgo y Guerrero Coahuila, emplearon métodos directos e indirectos para el registro de mamíferos en zonas dominadas por matorral espinoso tamaulipeco con pequeñas manchas de matorral de mezquite xérico, bosques de encino y pastizales. Obtuvieron que los órdenes mejor representados fueron Carnívora y Rodentia, con 39,4 % y 30,3 % del total de especies, respectivamente; las

familias con mayor número de especies fueron Felidae, Heteromyidae y Cricetidae, con 12.1 % cada una. En total se representó al 31.8% de la mastofauna registrada para el estado de Coahuila.

Ramírez-Albores *et al.*, (2014) en Nanacamilpa, Tlaxcala realizaron un inventario de especies de mamíferos con técnicas directas e indirectas en bosque de coníferas y áreas adyacentes con un clima templado subhúmedo, y mencionan que de las 41 especies presentes en el área 34 especies fueron registradas en campo mediante avistamientos directos, trampeo y rastros. Observaron que el orden rodentia (17 especies) y carnívora (10 especies) presentaron la mayor riqueza de especies, constituyendo el 65.8% del total de la mastofauna del área de estudio, seguidos de Chiroptera con 12.2%, Lagomorpha con 9.7%, y Didelphimorphia, Xenarthra y Artiodactyla con el 7.4% restante.

3.8 Diversidad

Etimológicamente proviene del latín “*diversitas*” referencia a la diferencia, la variedad o la abundancia de cosas distintas, es una característica susceptible a ser medida dentro del ecosistema, igual que la productividad, biomasa y densidad. Refleja la complejidad y estructura del ecosistema en cuestión (Pecenko, 1982). En biología hace referencia a la variedad de elementos o de unidades funcionales presentes en una determinada escala (localidad, paisaje, región) y nivel de organización biológica (población, comunidad, ecosistema).

De acuerdo con el nivel de organización, es posible hablar de la diversidad de géneros, especies, grupos funcionales o hábitats (Cultid-Medina y Escobar, 2019).

La diversidad biológica es la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes incluye: terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte. Incluyendo la diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistema (UNEP, 1992).

3.8.1 Métodos para medir la diversidad

Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con la información de:

Diversidad alfa: Riqueza de especies de una comunidad en particular considerada homogénea (Whittaker, 1972).

Diversidad beta: Grado o tasa de cambio o remplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Whittaker, 1972).

Diversidad gamma: Riqueza de especies en conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante de la diversidad alfa y beta (Whittaker, 1972).

Tomando una base de datos a partir de un diseño experimental apropiado, el cual deberá tener réplicas de cada muestra para acompañar el valor del índice con una medida de dispersión como (varianza, desviación estándar o coeficiente de variación) o bien estimar un valor mínimo y máximo hipotéticos bajo las condiciones del muestreo (Spellenberg, 1991).

Riqueza específica (S)

Es la forma más sencilla de medir biodiversidad ya que toma en cuenta el número de especies presentes sin tomar en cuenta su valor de importancia. La forma ideal de medir (S) es contar con un inventario completo que tenga el número total de especies obtenido por un censo de comunidad. Hay que tomar en cuenta que este es posible para ciertos taxa que sean bien conocidos en tiempo y espacio (Moreno, 2001).

Índice de diversidad de Margalef

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

En donde

S= número de especies

N= número total de individuos

Este transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de muestra. Basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie. Supone que hay una relación ficcional entre “h” el número de especies y el número total de individuos $S = k\sqrt{N}$ donde k es constante (Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando $S-1$, en lugar de S, da $D_{Mg} = 0$ cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

Estadística no paramétrica

Los estimadores no-paramétricos de forma estadística. No asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado (Smith y Van Belle, 1984; Palmer, 1990; Colwell y Coddington, 1994). Requieren solamente datos de presencia-ausencia de las especies en un muestreo replicado y al azar.

Chao 2

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

L= número de especies que ocurren solamente en una muestra “únicas”

M= número de especies que ocurren exactamente en dos muestras.

Para este estimador es posible calcular de igual manera un estimador de la varianza (Chao, 1984; Smith y Van Belle, 1984 Chao y Lee, 1992; Lee y Chao, 1994). Ya que el valor de Chao 2 provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas.

Jacknife de segundo orden

$$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m - 3)}{m} - \frac{M(m - 2)^2}{m(m - 1)}$$

Este estimador se basa en el número de especies que ocurren solo en una muestra, así como el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (Krebs, 1989; Palmer, 1990).

Bootstrap

$$Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Se basa en p_j que es la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j (Krebs, 1989; Palmer, 1990).

Kruskal-Wallis

Es una prueba no paramétrica (esto es, cuando se quiere comparar poblaciones cuyas distribuciones no son normales), análoga a la prueba paramétrica ANOVA. Así, la prueba de Kruskal-Wallis proporciona información sobre la posible igualdad de medias o medianas entre grupos (3 o más) y permite rechazar esta hipótesis de igualdad cuando el valor de p sea mayor de 0,05. Además, facilita las comparaciones múltiples a posteriori según el método de Dunn (Soto, 2013).

Estructura: Índices de abundancia proporcional

Índices de dominancia

Son parámetros inversos al concepto de uniformidad/ equidad de la comunidad. Ya que toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar a la contribución del resto de especies (Moreno, 2001).

Índice de Simpson

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. Este índice manifiesta la probabilidad de dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Peet, 1974; Magurran, 1988). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \square\square$ (Lande, 1996).

Índices de equidad

Índice de Shannon-Wiener

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

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies. Ya que mide el grado promedio de incertidumbre en predecir que especie permanecerá, un individuo elegido al azar de una colección (Peet, 1974; Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Si solo hay una especie el valor es cero y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

3.8.2 Medición de diversidad beta

Esta medición es de una dimensión diferente, basada en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia o ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie: individuos, biomasa, densidad cobertura) (Wilson y Shmida, 1984; Magurran, 1988).

Índice de disimilitud

Complementariedad

Se refiere al grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de biomas (Colwell y Coddington, 1994). Para obtener el valor hay que tener primero dos medidas:

Riqueza total para ambos sitios combinados:

$$S_{AB} = a + b - c$$

Dónde: a= número de especies en el sitio A, b es el número de especies del sitio B y c es el número de especies en común entre los sitios A y B

2) Número de especies únicas en cualquiera de los dos sitios:

$$U_{AB} = a + b - 2c$$

A partir de estos valores calculamos la complementariedad de los sitios A y B

$$C_{AB} = \frac{U_{AB}}{S_{AB}}$$

La complementariedad va desde cero, cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno, cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas. (Colwell y Coddington, 1994).

Curvas de acumulación:

Muestra como el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. En base al tiempo de muestreo medido en días, Representado gráficamente cómo las especies van apareciendo en las unidades

de muestreo (pueden ser horas de observación, número de trampas, o un conjunto complementario de métodos diferentes de muestreo).

Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva empieza a ser elevada (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Esta se obtiene usando el método de proyección de riqueza de Mao *et al.*, (2005).

En todas las curvas de acumulación de especies, el orden en que las muestras se suman al total afecta la forma de la curva, surge un error de muestreo, así como de heterogeneidad real entre las unidades muestreadas puntualizando que la composición de un inventario de un lugar determinado varía con el tiempo, la distribución espacial de las especies no es estable a lo largo del tiempo. Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función a cambios en el ambiente, fenología según las condiciones de un año determinado, pudiendo llegar a no emerger o ser detectables todos los años, por tanto, conviene tener presente que un inventario real no llega a completarse nunca (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

En ocasiones se pueden utilizar métodos de muestreo complementarios para lograr un inventario más completo, sin embargo, al tener las especies diferentes probabilidades de detección en los distintos métodos (Pineda-López, 2019). Es útil al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa (Villarreal *et al.*, 2004). Este modelo solo requiere datos de presencia- ausencia para las especies en las muestras y permite que las especies ya descubiertas en un área sean ignoradas a partir de entonces, los datos para ajustar modelos paramétricos de abundancia relativa requieren recuento de individuos, tanto especies nuevas como antiguas (Colwell y Coddington, 1994). El uso de estos índices asume que los valores obtenidos en los conteos tienen una correlación positiva con la abundancia real, por lo que la detectabilidad debe permanecer constante a pesar de los factores ambientales, del observador o de las especies (Rosenstock *et al.*, 2002). Este recuento se verá afectado por la detectabilidad de las especies, asociada a la abundancia,

hay más probabilidad de registrar especies más abundantes que las menos abundantes o raras, un inventario completo necesitaría un área o un tiempo muy amplio para realizarse, lo cual en muchas ocasiones no es posible o no es operativo (Pineda-López, 2019).

Curvas de rarefacción

Se encarga de estimar el número medio de las submuestras repetidas al azar del número de individuos tomando en cuenta la muestra original más grande y la muestra original más pequeña. Ya que calcula el número esperado de especies de cada muestra, reduce el tamaño de la muestra mayor para equipararla con la muestra menor, para determinar si estas diferencias de tamaños influyen los resultados de riqueza en muestras pequeñas vs grandes (Gotelli y Colwell, 2011; Kraker y Cobar, 2011).

Curva rango- abundancia

Representan un método gráfico que ordena a las especies en rango de mayor a menor abundancia, para comparar entre muestras aspectos biológicamente importantes de la diversidad de especies. Representando la información sobre el nivel de dominancia que tiene cada comunidad. El ancho de la curva sobre el eje x refleja la riqueza (S), mientras que la pendiente indica el grado de dominancia de las especies (Feinsinger, 2004).

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo durante los meses de abril-septiembre 2023 en el Rancho Experimental Los Ángeles situado al sureste del estado de Coahuila a 48 km del municipio de Saltillo, México; se encuentra entre las coordenadas 25° 04´ y 25° 08´ latitud Norte y 100° 58´ y 101° 03´ longitud Oeste (ver

Figura 1), con elevaciones que van de los 2100 m en los valles hasta 2400 m en la parte alta de la sierra. Con una extensión de 7000 ha (Juanes Márquez, 2021).

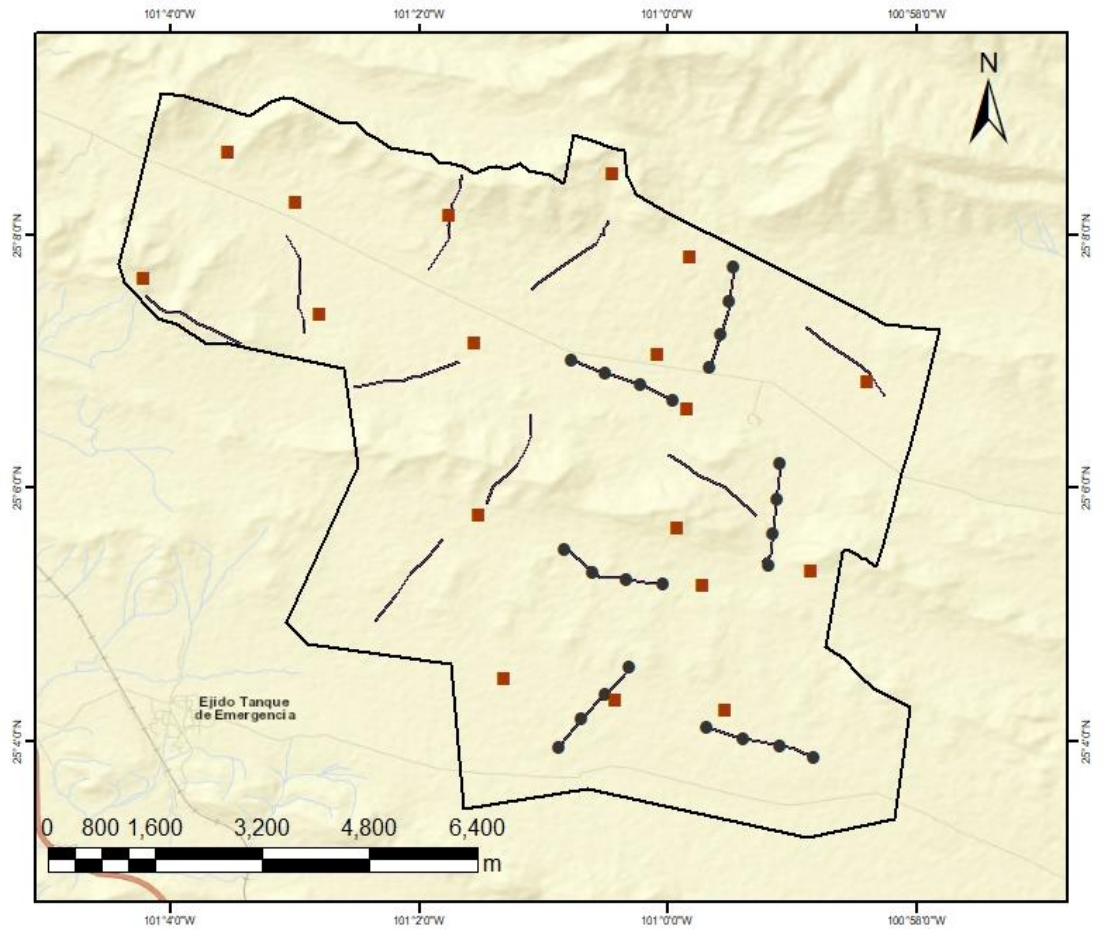


Figura 1 Localización del rancho experimental “Los Ángeles”.

Clima

De acuerdo con la clasificación climática Köppen el rancho Los Ángeles presenta la formula climática BSokw (e´), donde el termino BSo indica que es de los más secos de este grupo, con un cociente de precipitación/temperatura (P/T) mayor de 22.9 (la precipitación expresada en milímetros y la temperatura en grados Celsius). La letra k se refiere al régimen de temperatura donde el clima es templado con verano cálido, pero a su vez extremoso (e´), con oscilaciones anuales de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14°C. La letra w indica que se cuenta con dos temporadas de lluvia durante el año, la primera de mayo a octubre que representa el 86.7% de total anual y la segunda, de noviembre a abril, estas son las lluvias ligeras y roció que representa el 13.3% de la precipitación total (García, 1988; Orta, 1988; Vázquez, 2011).

Suelo

Se establecen tres posiciones topográficas generales: valle, pie de monte y partes altas. Zonas bajas y con poca pendiente forman al valle, con suelos de pradera Chernozem, de origen aluvial, profundidades que van de 2-25m. Poseen un horizonte superficial que va del color oscuro a café rojizo o rojizo y son ricos en materia orgánica (Domínguez, 2019).

En pie de monte se observan suelos muy uniformes, con una profundidad de 20-70cm, textura franco-arcillosa a franca, puede tener concreciones de caliche en los primeros 50 cm de profundidad, poseen humus oscuro, rico en materia orgánica superficial e incorporada en el suelo por lo que se considera más fértil que el litosol de las laderas (Domínguez, 2019).

En partes elevadas como laderas y parte aguas, son litosoles por someros, pedregosos, pobres de materia orgánica, con una clase textural media, no tienen horizontes desarrollados y sus propiedades derivan de la roca madre (Domínguez, 2019). Mientras que las laderas son Redzinas algunas veces asociados con litosoles y feozems cálcicos, de origen coluvial, en donde el agua

percolante se mueve lateralmente y no perpendicularmente haciéndolo susceptible a la erosión (Benítez, 2006).

Vegetación

La vegetación se define cómo, formaciones vegetales constituidas por las especies nativas de un área o conjunto de plantas que integran el paisaje (Encina-Domínguez *et al.*, 2018). Para el rancho “Los Ángeles” se han descrito las siguientes comunidades:

Zacatal

Comunidades dominadas por gramíneas, se desarrollan entre los 800 y 2500 msnm de altitud, desde los valles con suelos profundos hasta laderas poco inclinadas y mesetas, frecuentemente se mezclan con bosques de pino piñonero y comunidades del matorral desértico Chihuahuense (Villarreal y Valdés, 1992-1993). Algunas especies más representativas son: zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), zacate búfalo (*Bouteloua dactiloides*), zacate lobo (*Muhlenbergia phleoides*), zacate liendrilla morada (*Muhlenbergia rigida*), zacate navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*) (Vázquez *et al.*, 1989; Encina-Domínguez *et al.*, 2019).

Matorral desértico rosetófilo

Se presenta en altitudes que varían desde los 1 000 a 2 500 msnm, sobre lomeríos y laderas de montañas donde incide una mayor radiación solar o en las áreas más expuestas de los cañones. Se presentan en sitios con suelos someros, pedregosos y con buenas condiciones de drenaje. Predominan arbustos bajos con hojas agrupadas en forma de roseta, espinosos y perennifolios (Encina-Domínguez *et al.*, 2018). En este sitio abundan agaváceas: lechuguilla (*Agave lechuguilla*), guapilla (*Agave strata*), cortadillo (*Nolina cespitifera*), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), sotol (*Dasyilirion palmeri*) (Vázquez *et al.*, 1989).

Matorral esclerófilo

Situados sobre lomeríos de escasa altura se constituye por comunidades perennifolias, con arbustos y árboles de 1-3 m, son de hojas duras adaptadas a las condiciones de sequía. El RLA se distribuye en laderas de las sierras altas con pendientes considerables y exposición norte, predominan especies arbustivas del género *Quercus* (Vázquez *et al.*, 1989).

Matorral de Dasyllirion con pasto amacollado

Situado en lomeríos de escasa altura. Predominan especies como: sotol (*Dasyllirion palmeri*), encino (*Quercus intricata*), cortadillo (*Nolina cespitifera*), mientras que en el estrato herbáceo dominan especies del género: *Bouteloua*, *Muhlenbergia*, *Stipa*, *Aristada* (Vázquez *et al.*, 1989).

Izotal

Dominancia de plantas arborescentes del género *Yucca*, con alturas entre 8-10m, a menudo mezclados con elementos de matorral micrófilo, se distribuiré por encima de los 1 500 msnm, sobre suelos aluviales, profundos y arenosos de valles y laderas de sierras. (Encina-Domínguez *et al.*, 2018). El RLA se sitúa en laderas con pendientes moderadas, se asocia con algunas especies de ramoneo como canutillo (*Ephedra aspera*), ramoncillo (*Dalea bicolor*), y algunas gramíneas: navajita azul (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) (Vázquez *et al.*, 1989).

Bosque de pino piñonero

Situado en laderas con exposición norte y algunos noroeste debido a la influencia de los vientos fríos y húmedos provenientes de estas direcciones, la especie dominante es el pino piñonero (*Pinus cembroides*) alcanzando alturas de hasta 5m, intercalándose con otros arbóreos como: encino (*Quercus*

intricata), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), enebro (*Juniperus coahuilensis*), en el estrato arbustivo cuenta con: encinillo (*Quercus pringlei*), charrasquillo (*Quercus intricata*), lantrisco (*Rhus virens*). Su estrato herbáceo está dominado por gramíneas del género (*Muhlenbergia* y *Aristida*) (Vázquez *et al.*, 1989).

4.2 Trabajo de campo: Métodos de registro

Se realizaron seis muestreos mensuales de abril a septiembre del 2023, durante los primeros tres- cuatro días de cada mes, en un horario de 8:00 am- 1:00pm, se utilizaron métodos indirectos: búsqueda de rastros (sonidos, huellas, excretas, pelo, restos y señales de alimentación), trampas cámara, estaciones olfativas en transectos. Se aplicaron con métodos directos: avistamientos por medio de caminatas en transectos, y trampas vieyra.

Transectos

Se establecieron 14 transectos ubicados en el zacatal y en matorral, cada uno con una longitud de 1.5 km distribuidos en todo el polígono, con una distancia mayor a 2km (*Figura 2*), fueron georreferenciados con un geoposicionador modelo Garmin *GPSMAP 62* en busca de cualquier tipo de rastro: huella, excreta, madrigueras activas, echaderos marcas en las plantas y señales de alimentación; todas las evidencias se registraron mediante fotografías con una cámara fotográfica Canon EOS Rebel T3, usando como referencia de tamaño reglas de 10cm (*ver Figura 3*).



Figura 2 Búsqueda de rastros en transectos lineales



Figura 3 A: Geoposicionador; B: Cámara fotográfica; C: Regla

Trampas cámara:

Se utilizaron 18 trampas cámara Reconyx Hyperfire HC500 (*ver Figura 4*), nueve en matorral y nueve en zacatal, en matorral xerófilo se instalaron a una altura aproximada 30-40cm (Ancrenaz, 2012), en zonas de zacatal se instalaron las cámaras en postes de madera, fueron distribuidas en el polígono del rancho a una distancia de entre 1.5- 2km por cada estación. Se georreferenciaron con un geoposicionador modelo Garmin *GPSMAP 62* (figura 6), se mantuvieron activas durante un mes y posterior a este lapso, fueron desinstaladas (*Figura 5*). Una vez obtenidas las imágenes, las especies fueron identificadas por medio de guías especializada para la identificación de mamíferos de México, se registraron como independientes a las fotografías consecutivas de diferentes individuos y

fotografías consecutivas de la misma especie separadas por 24 horas (Maffei *et al.*, 2002; Monrroy *et al.*, 2011; Lira-Torres *et al.*, 2014; Charre-Medellín *et al.*, 2016).



Figura 4 Cámara trampa



Figura 5 Instalación de estaciones de fototrampeo; A) colocación de postes para instalar cámaras; B) limpieza de campo de visión e instalación; C) activación de cámaras.

Estaciones odoríferas:

Para el establecimiento de este método, se ubicaron sitios con las condiciones necesarias: espacios planos y abiertos, y zonas identificadas como pasos de fauna, con una separación de 500m entre cada estación, cuatro estaciones por transecto, se removieron piedras y vegetación en una

circunferencia de aproximadamente 1m de diámetro, se tamizó tierra con una tela tipo mosquitero (*Figura 6*), en el centro se colocó alimento húmedo para gato sabor salmón como atrayente (ver *Figura 7*), se activaron una vez al mes, se revisaron 24 horas posterior a la instalación, las estaciones fueron consideradas inactivas cuando su superficie era destruida por el viento. En temporada de lluvias no se instalaron, ya que las condiciones del suelo no fueron las necesarias para tamizar la tierra y tener impresiones de huella que nos permitieran identificar al individuo (Aranda, 2000; Chiriví, 2006).



Figura 6 Instalación de estaciones odoríferas; A: tamizado de tierra; B: colocación de cebo; C: impresión de huella.



Figura 7 A: Cebo; B: Tela para tamizar

Trampas Vieyra

Las trampas se realizaron siguiendo las recomendaciones de Vargas y Ceballos (2010), se utilizó tubo 50 con de tubo de PVC de 10cm de diámetro, en un extremo se colocó una reja y del otro una tapa metálica, la puerta se detiene con un dispositivo, que consta de un ganchillo unido a una platina a través de un hilo de pescar que corre a lo largo de la trampa y que se acciona cuando el

animal entra al tubo, cerrando la puerta. Fueron instaladas tres trampas, en distintas colonias activas de (*Cratogeomys*), se colocaron en un horario aproximado de 2:00pm-3:00pm inclinadas hacia la madriguera y cubiertas de tierra, se utilizó como cebo alimento húmedo para gato sabor salmón como cebo y plátano (Orjuela y Jiménez, 2004; González-Romero, 2011) (ver *Figura 8*).



Figura 8 Instalación de trampas Vieyra

4.3 Análisis de datos

Los datos obtenidos en campo se capturaron en una hoja de cálculo de Excel con información sobre la especie, para cuantificar la diversidad alfa se utilizaron estimadores de riqueza específica: Índice de Margalef que relaciona el número de especies de acuerdo con número total de individuos, se realizaron curvas de rarefacción en caso de tener muestras de tamaño desigual, y curvas de acumulación por tipo de vegetación y métodos empleados para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, ya que demuestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras (Álvarez *et al.*, 2006).

Se complementaron con estimadores no paramétricos: Jackknife de primer orden que considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras, Bootstrap que estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie (Álvarez *et al.*, 2006).

Se realizó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para la comparación de medias entre los tipos de vegetación y métodos de registro utilizados, los datos fueron analizados en el software PAST.3.18

En relación a la abundancia proporcional de diversidad alfa se utilizaron índices de dominancia: Simpson que demuestra la probabilidad de que dos individuos obtenidos al azar de una muestra correspondan a la misma especie, se complementó con el índice de equitatividad: Shannon-Wiener que asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies, teniendo en cuenta todas las especies muestreadas (Álvarez *et al.*, 2006). Ambas fueron procesadas mediante el software PAST.3.18

Diversidad beta

Para el análisis de recambio entre las especies en cada tipo de vegetación se utilizó disimilitud que expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias en dos comunidades, y análisis de complementariedad que considera el número de especies exclusivas de cada muestra y el número total de especies si se unen las dos muestras (Álvarez *et al.*, 2006).

Se estimó la riqueza de especies para cada comunidad vegetal muestreadas utilizando inter y extrapolaciones basadas en el estimador de cobertura de la muestra en el paquete iNEXT, este paquete proporciona funciones simples para calcular y graficar curvas de muestreo basadas en el tamaño de la muestra, cobertura y datos de abundancia e incidencia (Hernández-Hernández 2019).

V RESULTADOS

Se registraron 14 especies de mamíferos que corresponden a cuatro órdenes, 11 familias, 14 géneros, el orden mejor representado es el carnívora con seis especies que representan el 42.8 % del muestreo, seguido del orden Rodentia con cuatro especies (28%). (ver Cuadro 5 **Especies registradas, distribución y categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de la IUCN**).

Cuadro 5 Especies registradas, distribución y categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de la IUCN

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NO M-059	UICN	Distribución
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		LC	NA
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar		LC	NA
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote		LC	NA
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		LC	NA
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño		LC	NA
	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	A	LC	NA
	Ursidae	<i>Ursus americanus</i>	Oso negro americano	P	LC	NA
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince americano		LC	NA
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra		LC	NA
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del Desierto		LC	NA
Rodentia	Cricetidae	<i>Neotoma leucodon</i>	Rata magueyera		LC	NA
	Sciuridae	<i>Cynomys mexicanus</i>	Perrito llanero mexicano	P	EN*	EN
		<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	Ardilla de tierra punteada		LC	NA
	Geomyidae	<i>Cratogeomys castanops</i>	Tuza cara amarilla		LC	NA

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010); International Union for Conservation of Nature (2023) (A)= amenazada, (P)= En peligro de extinción, (LC)= Least concern, (EN*) = Endangered, (NA)= Nativa, (EN)= Endémica, (NOM)= Norma Oficial Mexicana

Riqueza y abundancia de especies por tipo de vegetación

Entre las dos comunidades vegetales estudiadas se registraron 629 individuos, el 26.2% le pertenecen al matorral y la especie con mayor número de registros fue el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 87 individuos, seguidos de coyote (*Canis latrans*) y conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) ambos con 20 registros. El 73.8% de los individuos pertenecen al zacatal, la especie con mayor número de registros fue el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) con 280 individuos, seguido de la ardilla de tierra punteada (*Xerospermophilus spilosoma*) con 34 registros. La comunidad vegetal con mayor número de especies fue el matorral con 12, el tlalcoyote (*Taxidea taxus*) y el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) se registraron solo en matorral y el oso negro americano (*Ursus americanus*) y el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) solo fueron registrados en el zacatal

Cuadro 6 Listado taxonómico de las especies registradas por tipo de vegetación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Matorral	Zacatal	Total general
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	87	31	118
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	9		9
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	20	26	46
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2		2
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño	4	1	5
	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	1		1
	Ursidae	<i>Ursus americanus</i>	Oso negro americano		4	4
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince americano	1	6	7
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	13	29	42
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del Desierto	20	28	48
Rodentia	Cricetidae	<i>Neotoma leucodon</i>	Rata magueyera	3	17	20
	Sciuridae	<i>Cynomys mexicanus</i>	Perrito llanero mexicano		280	280
		<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	Ardilla de tierra punteada	1	34	35
	Geomyidae	<i>Cratogeomys castanops</i>	Tuza cara amarilla	4	8	12
Total general				165	464	629

Curva de rango abundancia

Los taxones presentaron diferentes abundancias relativas en las dos condiciones de vegetación: en el matorral la especie dominante fue el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), mientras que para el zacatal fue el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*). La especie menos dominante en el matorral fue ardilla de tierra punteada (*Xerospermophilus spilosoma*) y el tlalcoyote (*Taxidea taxus*), para el caso del zacatal la especie menos dominante fue el zorrillo listado sureño (*Mephitis macroura*) (ver

Figura 9 Curva de rango abundancia

A) *Odocoileus virginianus*, B) *Canis latrans*, C) *Sylvilagus audubonii*, D) *Lepus californicus*, E) *Pecari tajacu*, F) *Mephitis macroura*, G) *Neotoma leucodon*, H) *Urocyon cinereoargenteus*, I) *Cratogeomys castanops*, J) *Lynx rufus*, K) *Taxidea taxus*, L) *Xerospermophilus spilosoma*, M) *Cynomys mexicanus*, N) *Ursus americanus*

).

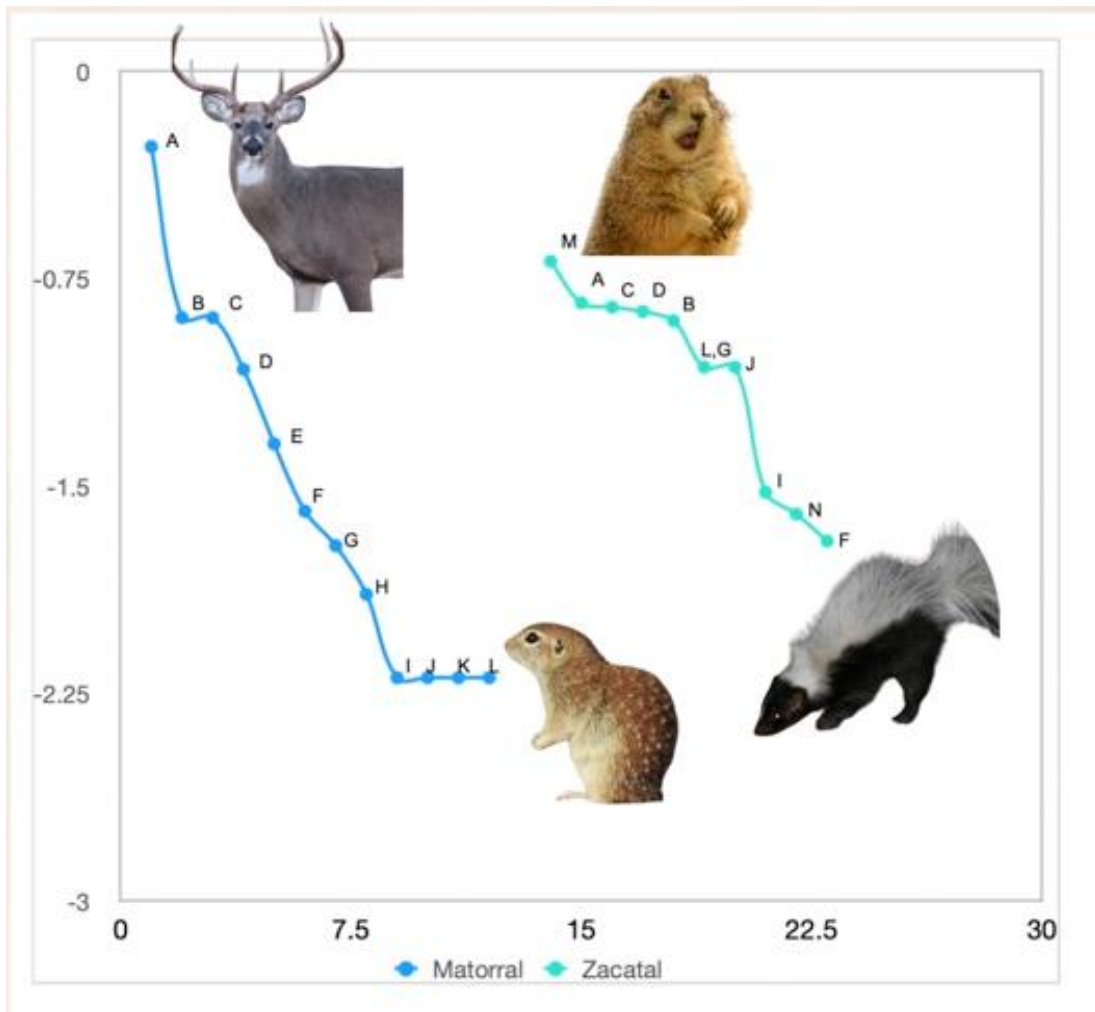


Figura 9 Curva de rango abundancia

A) *Odocoileus virginianus*, B) *Canis latrans*, C) *Sylvilagus audubonii*, D) *Lepus californicus*, E) *Pecari tajacu*, F) *Mephitis macroura*, G) *Neotoma leucodon*, H) *Urocyon cinereoargenteus*, I) *Cratogeomys castanops*, J) *Lynx rufus*, K) *Taxidea taxus*, L) *Xerospermophilus spilosoma*, M) *Cynomys mexicanus*, N) *Ursus americanus*

Análisis de diversidad Alfa (α).

De acuerdo a los índices de diversidad, el zacatal tiene una mejor equitatividad en cuanto a la composición de especies, en comparación al matorral con un valor más bajo de acuerdo al índice de Shannon. Para la dominancia de especies en cada comunidad vegetal, se tiene un valor del índice de Simpson de 0.867 para el zacatal el cual indica una alta dominancia de especies, aunque en el matorral el valor el más bajo (0.673) indica, de igual manera, cierta dominancia de algunas especies (**Cuadro 7**).

Cuadro 7 Valores de los índices analizados por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Simpson	Shannon	Margalef
Zacatal	0.867	2.132	1.887
Matorral	0.673	1.564	2.178

Curva de rarefacción

Para el zacatal la curva se acerca a la asíntota, estadísticamente significa que, aunque se incremente el número de unidades de muestreo, es decir, un aumento de esfuerzo de muestreo, no se incrementará el número de especies. A diferencia del matorral en donde la curva está más alejada de la asíntota, es posible incrementar el número de especies (

Figura 9 Curva de rango abundancia

A) *Odocoileus virginianus*, B) *Canis latrans*, C) *Sylvilagus audubonii*, D) *Lepus californicus*, E) *Pecari tajacu*, F) *Mephitis macroura*, G) *Neotoma leucodon*, H) *Urocyon cinereoargenteus*, I) *Cratogeomys castanops*, J) *Lynx rufus*, K) *Taxidea taxus*, L) *Xerospermophilus spilosoma*, M) *Cynomys mexicanus*, N) *Ursus americanus*

Figura 10).

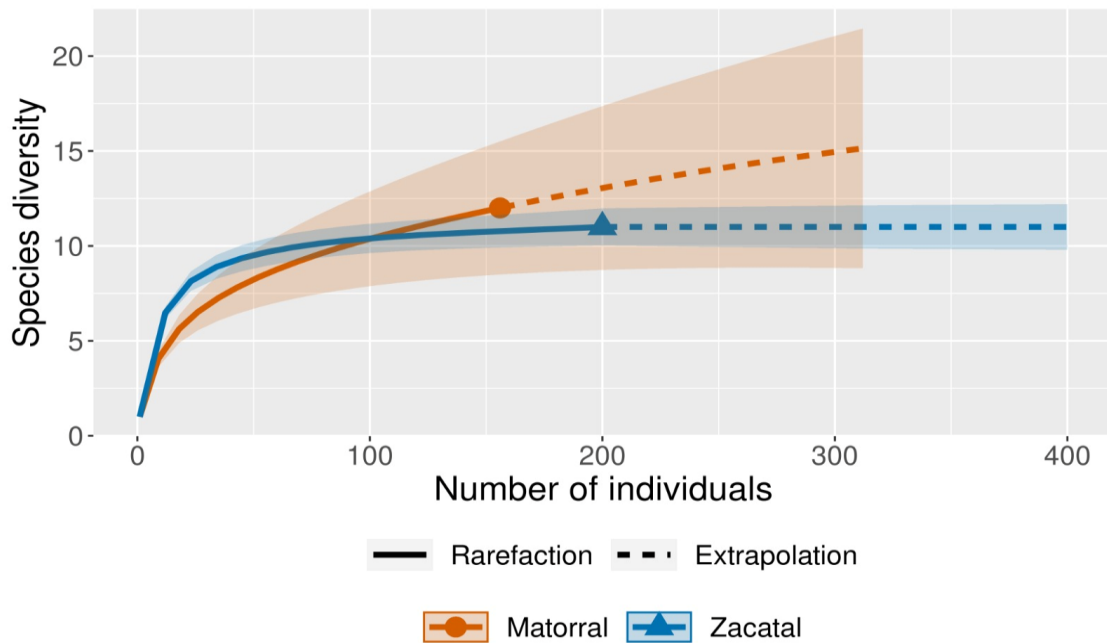


Figura 10 Curva de rarefacción y acumulación de especies por cada tipo de vegetación muestreado

Prueba Kruskal-Wallis por tipo de vegetación

Por medio de la prueba de Kruskal- Wallis en la comparación de medias por tipo de vegetación, no se registraron diferencias significativas con un valor de $P=0.30$ (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis por tipo de vegetación

Kruskal-Wallis test for equal medians					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between	3192.89	1	3192.89	1.113	0.3011
Within	74568.1	26	2868	Permutation	
Total:	77761	27	0.402		
omega2:	0.004029				
Levene's test p (same):		0.2127			
Levene's p (same):		0.3117			
Welch F test					

Registro de mamíferos por método de muestreo

En el matorral con el método de fototrampeo se registraron 58 individuos, la especie con mayor número de individuos fue el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 34, seguido del coyote (*Canis latrans*) con 11. Con

la búsqueda de rastros en transectos lineales, se contabilizaron 107 rastros, la especie con mayor número de registros fue: el venado de cola blanca (*O. virginianus*) con 53, seguido del conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con 14 registros.

Para el zacatal mediante fototrampeo se registraron a 79 individuos, la especie con mayor número de registros el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) con 33, seguido del conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con 10. Con estaciones odoríferas, se registraron 17 individuos, la especie que mayor se registró fue la rata magueyera (*Neotoma leucodon*) con nueve, seguido del conejo de desierto (*S. audubonii*), perrito llanero mexicano (*C. mexicanus*), ardilla de tierra punteada (*Xerospermophilus spilosoma*) con dos individuos respectivamente. Mientras que, con la búsqueda de rastros en transectos lineales, se contabilizaron 368 rastros, la especie con mayor abundancia fue el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) con 245, seguido de la ardilla de tierra punteada (*X. spilosoma*) con 29 (Cuadro 9).

Cuadro 9 Listado de especies por método de registro

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Matorral		Zacatal			Total general
				CT	TS	CT	ODO	TS	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	34	53	7	1	23	118
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar		9				9
	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	11	9	9	1	16	46
Carnivora		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		2				2
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño	4		1			5
	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	1					1
	Ursidae	<i>Ursus americanus</i>	Oso negro americano			2		2	4
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince americano	1		6			7
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	1	12	8		21	42
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del Desierto	6	14	10	2	16	48
	Cricetidae	<i>Neotoma leucodon</i>	Rata magueyera		3		9	8	20
Rodentia	Sciuridae	<i>Cynomys mexicanus</i>	Perrito llanero mexicano			33	2	245	280
		<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	Ardilla de tierra punteada		1	3	2	29	35

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Matorral		Zacatal			Total general
				CT	TS	CT	ODO	TS	
	Geomyidae	<i>Cratogeomys castanops</i>	Tuza cara amarilla		4			8	12
Total general				58	107	79	17	368	629

Simbología: (CT)= Cámara Trampa, (Ts)= Transecto, (ODO)= Estación odorífera

Kruskal-Wallis por tipo de método

Respecto al análisis de Kruskal-Wallis por medio de métodos de registro de obtuvo el valor de $P=0.07$, lo que indica que estadísticamente si existen diferencias significativas en la comparación de medias (ver Cuadro 10).

Cuadro 10. Datos de la prueba Kruskal-Wallis por método de registro empleado

Kruskal-Wallis test for equal medians					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between	8057.33	2	4028.67	2.812	0.07233
Within	55881.6	39	1432.86	Permutation	
Total:	63939	41	0.00744		
omega2:	0.07942				
Levene's test p (same):		0.01228			
Levene's p (same):		0.09069			
Welch F test					

Diversidad beta por tipo de vegetación y por método de registro

Entre zacatal y matorral presentan un índice bajo (menor al 50%), lo que indica que son similares y comparten la mayoría de las especies. Sin embargo, la estimación de la complementariedad entre los distintos métodos de registro, se registró alto porcentaje de recambio (más del 50%). En cuanto al recambio por medio de niveles taxonómicos superiores a género, ambas comunidades comparten los mismos órdenes y la mayoría de las familias (ver *Figura 11*).

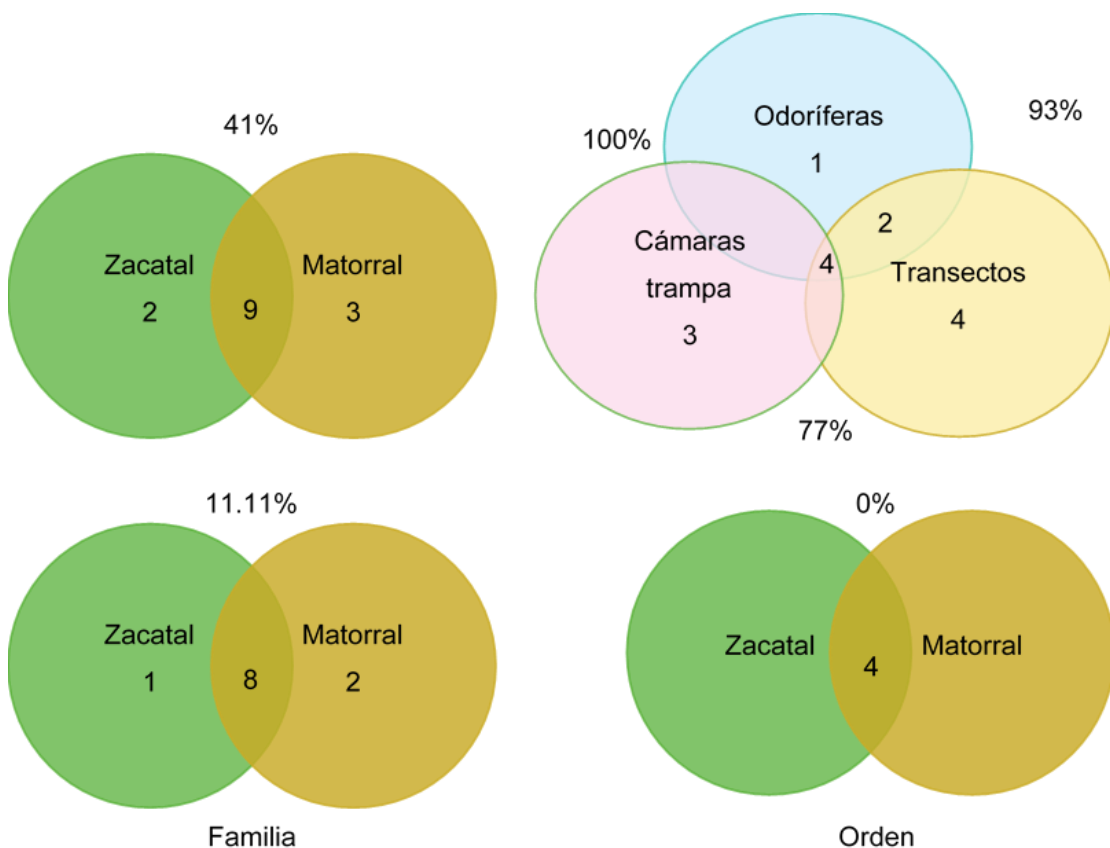


Figura 11 Complementariedad por comunidad vegetal y por método de registro

VI DISCUSIÓN

Riqueza y abundancia

La riqueza mastofaunística corresponde al 11.11% de la registrada para la entidad (Ramírez-Pulido *et al.*, 2018) y el 2.5% a nivel nacional (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2014), divididas en cuatro órdenes, 11 familias y 14 géneros. El orden mejor representado es el carnívora con seis especies (42.8 % del muestreo), estos resultados concuerdan con lo reportado por Cortes-Marcial y Briones-Salas (2014) en el Istmo de Tehuantepec, Charre-Medellín *et al.*, (2016) en Sierra Gorda, Querétaro, Ramírez (2018) en la Mixteca Poblana y Ochoa-Espinoza *et al.*, (2023) en el la reserva de El Cielo en Tamaulipas, donde el orden con mayor número de registro es el carnívora.

La comunidad vegetal con mayor riqueza fue el matorral con 12 especies, de las cuales nueve son compartidas entre ambas comunidades vegetales. De acuerdo a los estimadores de diversidad, la curva de rarefacción tiene un comportamiento asintótico, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente y que la probabilidad de agregar nuevas especies al listado es baja (Rosenstock *et al.*, 2002; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003; Pineda-López, 2019); sin embargo, no se descarta la adición de nuevos taxones.

La especie dominante en el zacatal fue perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*). Para el matorral la especie dominante fue el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), lo que concuerda con el tipo de hábitat donde se distribuyen para realizar sus actividades ecológicas esenciales (Scott-Morales y Estrada, 1999; Pando-Moreno *et al.*, 2013; Fullbright y Ortega- Santos, 2007 Gonzales-Saldivar *et al.*, 2014; CONAFOR, 2018; Scott-Morales y Cotera-Correa 2018; Gastelum-Mendoza *et al.*, 2023)

El orden que presentó la mayor riqueza fue el Carnívora. estos datos son similares a los reportados por Guevara-Carrizales *et al.*, (2016) en Baja California y Gómez Naranjo *et al.*, (2017) en Piedras Negras, Coahuila, en ecosistemas

similares al área de estudio, donde el orden más representado fue el Carnivora, junto con Rodentia, sin embargo la riqueza y abundancia de especies reportada para este estudio fue menor, a pesar de coincidir en las comunidades vegetales estudiadas. Esto puede deberse a que el tiempo en campo y los métodos de registro del presente estudios fueron distintos a los utilizados por los autores mencionados anteriormente.

De acuerdo con la prueba estadística Kruskal-Wallis, no existe diferencia significativa entre comunidades vegetales, pero si entre los diferentes métodos de muestreo aplicados, esto sugiere que los mamíferos del rancho “Los ángeles” se distribuyen en la mayor parte de su superficie. El estudio de Botello (2004) en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, registró resultados similares en cuanto a las diferencias significativas entre métodos utilizados y resalta la importancia de utilizar diferentes métodos de muestreo para realizar un inventario biológico que represente la mayoría de su riqueza, ya que hay especies con distintos hábitos, dieta y patrones de actividad, por lo tanto se deben incluir técnicas que involucren a cada uno de estos organismos (Ramírez-Albores *et al.*, 2014; Guevara-Carrizales *et al.*, 2016; Gómez-Naranjo *et al.*, 2017; Pineda-López, 2019; Ramírez *et al.*, 2020; Mezhua-Velázquez *et al.*, 2022).

La aplicación del método de fototrampeo presentó ventajas fundamentales en comparación a otros métodos, ya que incrementó la riqueza de especies con el registro de mamíferos que son de hábitos evasivos como el tlalcoyote (*T. taxus*), el gato montés (*L. rufus*) y el zorrillo listado sureño (*M. macroura*) (Charre-Medellín *et al.*, 2016; Desormeaux *et al.*, 2016). Además, este tipo de herramienta resiste las condiciones climáticas e incidencia de ganado doméstico y que son capaces de permanecer activas durante periodos prolongados de tiempo. Sin embargo, en el presente estudio el muestreo con trampas cámara complementado con el rastreo en transectos, fueron los métodos que aportaron el mayor número de especies, considerando importante la aplicación de diferentes técnicas para la obtención de listados completos de mamíferos (Zero *et al.*, 2013; Del Rio-García *et al.*, 2014; Ochoa-Espinoza *et al.*, 2023).

Con la aplicación de fototrampeo y búsqueda de rastros en transectos las especies con mayor número de registros son el *Odocoileus virginianus* y *Cynomys mexicanus*, sin embargo, con las estaciones odoríferas se registró baja incidencia del venado cola blanca, esto es debido a que el atrayente y la intervención humana en la activación de las estaciones ahuyenta a los cérvidos los cuales tienen comportamiento esquivo, mientras que en las trampas cámara al ser un método no invasivo aportó mayor abundancia de esta especie (Guano-Vasco, 2016; Castillo-Chávez, 2024). Caso contrario pasa con especies carnívoras o generalistas como *Canis latrans*, el cual es una especie que se adapta a las actividades humanas, y es común observarlos en áreas con actividades agropecuarias (Ripple et al., 2013; Newsome et al., 2017)

Las estaciones odoríferas tienen la menor cantidad de registros, lo que se debe a que el tipo de atrayente o cebo no funciona igual para todos los mamíferos (Tomahawk Live Tramp Company, 1992; Pacheco et al., 2003; Orjuela y Jiménez, 2004; González-Romero, 2011), también es importante mencionar que este método es propenso a fallar por factores climáticos como la lluvia o el viento (Aranda 2000: Chiviri 2006). No obstante, se registró a la rata magueyera (*Neotoma leucodon*), especie que con fototrampeo no se logró detectar, ya que el método tiene mayor efectividad en el registro de especies de talla mediana y grande (Ramírez, 2018; Ochoa-Espinoza et al., 2023)

En Coahuila están reportadas 20 especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2017), en el presente estudio se registraron tres especies protegidas, *Taxidea taxus* como Amenazado y *Ursus americanus* y *Cynomys mexicanus* En Peligro de Extinción, este último es endémico con distribución en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León y Coahuila, en áreas de con pastizales abiertos (Scott- Morales y Estrada, 1999; Scott- Morales y Cotera-Correa, 2018), sin embargo, su hábitat está en riesgo por la expansión de la agricultura, ganadería, la extracción excesiva de agua y al envenenamiento de colonias por ser considerada una plaga para la agricultura, se estima que hay una pérdida del 65% de su hábitat (CONAFOR, 2018).

VII CONCLUSIONES

La riqueza de especies de mamíferos terrestres del rancho Los Ángeles está distribuida entre las comunidades vegetales del área, exceptuando algunas especies con alta especificidad de hábitat, como lo es el perrito llanero mexicano (*C. mexicanus*) dominante en el zacatal semidesértico.

Comparando la riqueza de ambos tipos de vegetación muestreados, es el matorral rosetófilo el que aportó mayor número de especies. En la comparación entre abundancias fue el zacatal semidesértico donde se registró mayor número de individuos.

La aplicación del fototrampeo complementado con el rastreo en transectos, fueron los métodos que aportaron el mayor número de especies, por lo tanto la diversificación de métodos fue indispensable para la realización de un adecuado inventario biológico.

VIII LITERATURA CITADA

- Álvarez**, M. M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y Mendoza, H. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá. Colombia. 1 88- 1983 Pp
- Ancrenaz** M., Hearn, A. J., Ross, J., Sollmann, R., y Wilting, A. (2012). Handbook for wildlife monitoring using cameratraps. Sabah, Malaysia: BBEC Publications. Secretariat.
- Aranda**, M., (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. 212 p.
- Aranda**, M., Botello, F., y López-de Buen, L. (2012). Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. Revista mexicana de biodiversidad, 83(3), 778-784 Pp.
- Baev**, P. y Penev L. (1995). BIODIV: Program for calculating biological diversity parameters. Similarity, niche overlap, and cluster analysis. Version 5.1. Pensoft. Sofia- Moscú. 57 p.
- Benítez** M., J. V. (2006). Comportamiento e influencia del perrito llanero (*Cynomys mexicanus Merriam*). En un pastizal mediano abierto. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. Repositorio Institucional., 20 p.
- Bishop**, J. y N. Landell-Mills. (2003). Los servicios ambientales de los bosques: información general., En S. Pagiola, J. Bishop y N. Landell-Mills (ed.). La venta de los servicios ambientales forestales. Secretaría de Medio

Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional Forestal, México, 43-76 Pp.

Botello, L.F.J (2004), Comparación de cuatro metodologías para determinar la diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma De Mexico]. Repositorio Institucional 5-8:16-18 Pp.

Burneo, S., y Tirira, D. (1998). Técnicas para la conservación de mamíferos en museos científicos. Biología, sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador (D Tirira, ed.). Publicación especial., Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 127-143 Pp.

Burnham, K. P., Anderson D. R. y Laake. J. L. (1980). Estimation of density from line transect sampling of biological populations. Wildlife Monographs. 44 (2):1-202 Pp.

Castillo Chávez, M. A. (2024). Índices de abundancia relativa de hembras y crías de "*Odocoileus virginianus*" basados en fototrampeo en el Sector Sauce Grande del Coto de Caza el Angolo.

Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, y Medellín, R. A. (2002). Mamíferos de México. Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales, 377-413 Pp.

Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J., Medellín, R., Medrano-González, L., y Oliva, G. (2014). Diversity and conservation. Mammals of Mexico, 1, 44 Pp.

Challenger, A., Caballero, J., Zarate, S., y Elizondo, R. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro (No. 04; QH77. M6, C4.). Mexico City: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Charre-Medellín, J. F., Magaña-Cota, G., Monterrubio-Rico, T. C., Tafolla-Muñoz, R., Charre-Luna, J. L., y Botello, F. (2016). Mamíferos medianos

y grandes del municipio de Victoria, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México. *Acta Universitaria*, 26(2), 62-70 Pp.

Chávez, C., Torre A.D.L., Bárcenas H., Medellín R.A., Zarza H. y Ceballos G. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 15:33:36-41 Pp.

Chiriví A. (2006). Evaluación de técnicas de campo para el monitoreo de fauna cinegética en la cuenca del río Valle Chocó, Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, Colombia. 25-30 Pp.

Chao, A. (1984). Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265–270 Pp.

Chao, A. y S. Lee. (1992). Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal American Statistical Association*. 87: 210-217 Pp.

Colwell, R. K., y Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118 Pp.

Conafor, (2018) Perrito llanero mexicano, el ingeniero de la pradera <https://www.gob.mx/conafor/es/articulos/perrito-llanero-mexicano-el-ingeniero-de-la-pradera?idiom=es> 23 mayo 2024

Conner M.C., Labisky R.F. y Progulske D.R. (1983) Scent Station indices as measures of population abundant for bobcat's raccoons, gray foxes and opossums. *Wild. Soc. Bull.*, 146 Pp.

Cordero V. S., Botello, F., Martínez, J. J. F., Rodríguez, R. A. G., Guevara, L., Granados, G. G., y Moreno, Á. R. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 27 Pp.

- Cortés-Marcial, M., y Briones-Salas, M. (2014).** Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1433-1448 Pp.
- Crooks, R. K. (2002)** Relative Sensitivities of Mammalian Carnivores to Habitat Fragmentation. *Conservation Biology* 16 (2): 488-502 Pp.
- Cultid-Medina, C., y Escobar, F. (2019).** Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (qD). *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*, 175-202 Pp.
- Day, G. I., S. D. Schemnintz y R.D. Taber 1987** Captura y marcación de animales silvestres pp 63-94 en T.R. Rodríguez (Ed) *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre 4ta edición*. Wildlife Society, Inc. World Wildlife Found. Maryland. 63-94 Pp.
- De la Maza, M, M., y Bonacic S, C. (2013).** Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. *Manual.*, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente. 68 p.
- Delgadillo- Villalobos, J. A., (2011)** Técnicas de conservación y manejo de oso negro en México, DF, México 1a. Ed. *Temas sobre conservación de vertebrados silvestre en México- SEMARNAT*.
- Del Río-García, I. N. (2014).** Diversidad, distribución y abundancia de mamíferos en Santiago Comaltepec, Oaxaca, México. *Agro Productividad*, 7(5) Pp.
- Desormeaux, M. D., Kisio, E., Davidson, Z., Mwololo, M., y McDonald, S. E. (2016).** Usage of specialized fence-gaps in a black rhinoceros conservancy in Kenya. *African Journal of Wildlife Research*, 46(1), 22-32 Pp.

- Doan-Crider**, D.L., (1995), Population characteristics and home range Dynamics of the black Bear in northern Coahuila, Mexico. Tesis de maestría. Texas A&M University, Texas. EUA. 117 Pp.
- Domínguez**, A, A. A., y Zárata L. A., (2019). Evaluación de la infiltración final y la producción de sedimentos en cinco tipos de vegetación, bajo tres intensidades de lluvia, en la microcuenca " Los Ángeles" Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 93 p.
- Ehrlich**, P.R. y G. Ceballos. (1997). Población y medio ambiente: ¿Qué nos espera?. Revista Ciencias, 48:19-30 Pp.
- Emmons** L. H. y F. Feer 1990. Neotropical rainforest mammals. A field guide. University of Chicago Press, Chicago, USA. P 302.
- Encina-Domínguez**, J.A., J. Valdés-Reyna y J.A. Villarreal-Quintanilla. (2018). Tipos de vegetación y comunidades vegetales. En: La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado, vol. 11. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, 89-110 Pp.
- Encina-Domínguez**, J.A. y J.A. Meave. (2018). Los matorrales de sotol (*Dasyllirion cedrosanum*) del centro-sur del estado. En: La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado, vol. 11. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, 111-117 Pp.
- Espinosa**, S. E. (2015) Estudios para el monitoreo, conservación y manejo de los recursos naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Parque Nacional de Lagunas de Montebello. Chiapas. México. 16-18 Pp.
- Estrada-Portillo**, D. S., Rosas Rosas, O. C., Parra Inzunza, F., Guerrero Rodríguez, J. D. D., y Tarango Arámbula, L. A. (2018). Valor de uso, importancia cultural y percepciones sobre mamíferos silvestres medianos y grandes en la mixteca poblana. Acta zoológica mexicana, 34 p.

- Feldhamer, G.** (2003). *Mammalogy: adaptation, diversity, and ecology*. McGraw-Hill, San Francisco. 643 p
- Feinsinger, P.** (2004) *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad FAN*, Santa Cruz de la Sierra. Bolivia
- Fullbright, T. E. y Ortega-Santos, J.A.** (2007). *Ecología y Manejo de Venado Cola Blanca*. Texas A&M University Press. .
- Gallina, S., y Mandujano, S.** (2009). Investigaciones sobre ecología, conservación y manejo de ungulados silvestres en México. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 128-139 Pp.
- García, A., Valle, R., y Monrroy, R.** (2018). Aprovechamiento tradicional de mamíferos silvestres en Pitzotlán, Morelos, México. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 10(2), 111-123 Pp.
- García, E.** (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 4a. edición. Talleres de offset Larios. 217 pp.
- Garcia, P.** (2018) *Pertinencia de los mamíferos como indicadores de diversidad biológica en las evaluaciones ambientales*, Lima, Perú, 3-5 Pp.
- Gastelum-Mendoza, F.I., Cantú Ayala, C.M., Uvalle Saucedo, J.I., Lozano-Cavazos, E.A., Serna Lagunes, R., y González Saldívar, F.N.** (2020). Importancia del matorral desértico micrófilo para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus Mearns*, 1898) en Coahuila. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(62), 136-156.
- Gastelum Mendoza, F. I., González Saldívar, F. N., Cantú Ayala, C. M., Uvalle Saucedo, J. I., Guerrero Cárdenas, I., y Lozano Cavazos, E. A.** (2023). Forage diversity and selection in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus Texanus* MEARNES) in Coahuila, Mexico: Forage selection of white-tailed deer in Coahuila. *Agro Productividad*.

- Gómez-Naranjo**, M. V., León-Tapia, M. Á., y Hortelano-Moncada, Y. (2017). Mammals of the Tamaulipeco Thorny Scrubland, Northwestern Coahuila, Mexico. *Therya*, 8(1), 35-44 Pp.
- González-Romero**, A. (2011). Métodos de captura y contención de mamíferos. Manual de técnicas para el estudio de la fauna, 1, 117-126 Pp.
- González**, Trápaga R. Diversidad faunística del desierto chihuahuense. INECOL. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1113-diversidad-faunistica-del-desierto-chihuahuense> (14 de julio 2023)
- Gotelli**, N. J. y R. K. Colwell. 2011. Estimating species richness. In: Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment. Magurran, A. E. y B. J. McGill (Eds.). Oxford University Press: United States of America
- Grzimek**, B., N. Schlager y D. Olendorf. 2003. Grzimek's animal life encyclopedia. Thomson Gale. Detroit. 524 p
- Guano Vasco**, M. A. (2016). Programa de manejo sostenible para el venado de cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Tesis de licenciatura, Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Guevara-Carrizales**, A. A., Ruiz-Campos, G., Escobar-Flores, J., Martínez-Gallardo, R., Briones-Salas, M., Hortelano-Moncada, Y., y Sosa-Escalante, J. E. (2016). Mamíferos terrestres de las ecorregiones áridas del estado de Baja California. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología AC, Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, 63-90 Pp.

- Hernández-Hernández, J. C.** (2019) Inter/extrapolación de la diversidad: iNEXT. Pp. 115–127. *En:* S. Mandujano, L. A. Pérez-Solano (Eds.). Fototrampeo en R: organización y análisis de datos (Vol. 1). Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México.
- Hill, M. O. (1973) Diversity and evenness: a unifying notation and it
- Hernandez, M. H.; Goettsch, B.; Gomez H., C.; ARITA T. H.** (2008). Cactus species turnover and diversity along a latitudinal transect in the Chihuahuan Desert Region. *Biodivers Conserv* 17:703-720 Pp.
- Hoogesteijn, R.** (2003). Manual sobre problemas de depredación causados por jaguares y pumas en hatos ganaderos. Wildlife Conservation Society, New York, USA.
- Hurtado, J., y Soto, C.** (2017). Manual para el Monitoreo Participativo de Vertebrados Terrestres a través de Cámaras Trampa en Costa Rica. Proyecto MAPCOBIO-SINAC- JICA. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 62-72 Pp.
- INE/SEMARNAP.** (1999). Proyecto para la conservación y manejo del oso negro (*Ursus americanus*) en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Gobierno Federal., Ciudad de México, México.
- IUCN** (International Union for Conservation of Nature). (2023). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2023-1. <https://www.iucnredlist.org> (15 julio 2023)
- Jiménez-Valverde, A., y Hortal, J.** (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de aracnología*, (8), 151-161 Pp.
- Juanes Márquez, S., y Encina Domínguez, J. A.** (2021) Caracterización ecológica de un zacatal de *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga y

Barkworth, donde se aplicó corte y herbicida en el Rancho los Ángeles, Coahuila, México. 14 P.

Jurado-Guerra, P., Velázquez-Martínez, M., Sánchez-Gutiérrez, R. A., Álvarez-Holguín, A., Domínguez-Martínez, P. A., Gutiérrez-Luna, R., y Chávez-Ruiz, M. G. (2021). Los pastizales y matorrales de zonas áridas y semiáridas de México: Estatus actual, retos y perspectivas. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12, 261-285 Pp.

Kraker, C y Cobar A. J. (2011). Uso de rarefacción para comparación de la riqueza de especies: el caso de las aves de sotobosque en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Guatemala. *Naturaleza y Desarrollo* 9 (1): 62-70 Pp.

Krebs, C. J. (1989). *Ecological methodology*. Harper Collins Publ. 654 P.

Lande, R. (1996). Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76: 5-13 Pp.

Lee, S-M. y Chao A. (1994). Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. *Biometrics*, 50: 88-97.

Linhart, S.B. y F.F. Knowlton. (1975). Determining the relative abundance of coyotes by scent station lines. *Wildlife Society Bulletin*, 3:119-124 Pp.

Lira-Torres, I., y Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*, 28(3), 566-585 Pp.

Lira-Torres, I., Briones-Salas, M., y Sánchez-Rojas, G. (2014). Abundancia relativa, estructura poblacional, preferencia de hábitat y patrones de actividad del tapir centroamericano *Tapirus bairdii* (*Perissodactyla: Tapiridae*), en la Selva de Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1407-1419 Pp.

- McDonald, D.** y S. Norris (2001). The new encyclopedia of mammals. Oxford University Press, New York. 961 p.
- Maffei, L.,** Cuellar, E., y Noss, J. (2002). Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 11, 55-65 Pp.
- Magurran, A. E.** (1988). *Ecological diversity and its measurement*. First edition. New Jersey. Springer Science Business Media.
- Mandujano, S.,** Gallina, S., y Bullock, S. H. (1994). Frugivory and dispersal of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) in a tropical deciduous forest in Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 42(1-2), 107-114 Pp.
- Mandujano, S.,** Delfín Alfonso, C.A., y Gallina, S.A. (2010). Comparación de modelos de distribución geográfica de la subespecie de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en México: implicaciones biológicas y de manejo. *Therya*, 1(1), 41–68.
- Martin, E. R.,** Pine R. H. y DeBlase A. F. (2001). *A manual of mammalogy: with keys to families of the world*. Mc Graw Hill, Nueva York. 352 p.
- Martínez, A.,** y Ortega, C. (2014). Los servicios ambientales que generan los mamíferos silvestres. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 2(3).
- Márquez, R.,** y Goldstein, I. (2014). Manual para el reconocimiento y evaluación de eventos de depredación de ganado por carnívoros silvestres. *Wildlife Conservation Society Colombia*. Santiago de Cali .9- 11 Pp.
- Mao, C. X.,** R. K. Colwell, y J. Chang. (2005). Estimating the species accumulation curve using mixtures. *Biometrics* 61, 433-441.

- Mezhua-Velázquez**, M. J., Serna-Lagunes, R., Torres-Cantú, G. B., Pérez-Gracida, L. D., Salazar-Ortiz, J., y Mora-Collado, N. (2022). Diversidad de mamíferos medianos y grandes del Ejido Zomajapa, Zongolica, Veracruz, México: implicaciones de manejo. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 9(2) p.
- Miranda**, B. V., y González, G. J. C. (2010). Diseño y efectividad de la " Trampa Vieyra", para la captura de tuzas vivas. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 14(1), 64-67 Pp.
- Monsby**, H. S. (1987). Observaciones y registros. Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. Versión en español. The Wildlife Society. USA. 45-56 Pp.
- Monroy-Vilchis**, O., M.M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto, L. Soria-Díaz y V. Uríos. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical* 59(1): 373-383 Pp.
- Monroy-Vilchis**, O. y R. Rubio-Rodríguez. 2003. Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca. 115 Pp.
- Monsalve**, S., Mattar, S. y González, M. (2009). Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. *Revista MVZ Córdoba*, 14(2), 1762-1773 Pp.
- Morafka**, D. (1977). A biogeographical analysis of the Chihuahuan Desert through its herpetofauna. The Hague: Dr. W. Junk B. V. Publishers. 313 p.
- Moreno**, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. Manuales y tesis SEA. 24-50 Pp.

- Newsome, T. M., A. C. Greenville, D. Ćirović, C. R. Dickman, C. N. Johnson, M. Krofel, M. Letnic, W. J. Ripple, E. G. Ritchie, S. Stoyanov, y A. J. Wirsing.** (2017). Top predators constrain mesopredator distributions. *Nature communications* 8: 15469.
- Ochoa-Espinoza, J. M., Soria-Díaz, L., Astudillo-Sánchez, C. C., Treviño-Carreón, J., Barriga-Vallejo, C., y Maldonado-Camacho, E.** (2023). Diversidad y abundancia de mamíferos del bosque mesófilo de montaña del noreste de México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 39(1), 1–18 Pp.
- Orjuela, 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. Pontificia Universidad Javeriana*. 9:87-96.
- Orta, D. A.** (1988). Influencia del perrito de la pradera (*Cynomys mexicanus Merriam*) en la vegetación y suelo del pastizal mediano abierto en Coahuila. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 140 Pp.
- Pacheco, L. F., Guerra, J. F., y Ríos-Uzeda, B.** (2003). Eficiencia de atrayentes para carnívoros en bosques yungueños y praderas altoandinas en Bolivia. *Mastozoología neotropical*, 10(1), 167-176.
- Palmer, M. W.** (1990). The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 71: 1195- 1198 Pp.
- Paliza, E.** (2018). Pertinencia de los mamíferos como indicadores de diversidad biológica en las evaluaciones ambientales. (Trabajo Monográfico para Optar el Título Profesional de Biólogo). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pando-Moreno, M., Reyna, L., Scott, L., & Jurado, E.** (2013). Characterization of soil in colonies of mexican prairie dogs (*Cynomys mexicanus Merriam*,

1892) in northeastern Mexico. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4(17), 98-105 Pp.

Pecenko, Y. A. (1982) Principios y métodos del análisis cuantitativo en las investigaciones faunísticas. Ed. Ciancia ("Nauka"), 285 p.

Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 285–307 Pp.

Pérez-Solano, L. A., González, M., López-Tello, E., y Mandujano, S. (2018). Mamíferos medianos y grandes asociados al bosque tropical seco del centro de México. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 1232-1243 Pp.

Picado, M., (2019) La cacería cinegética: negocio para empresas, presión para comunidades. Periódico La jornada del campo, Sonora, México

Pineda-López, R. (2019) Estimadores de la riqueza de especies. En: Moreno CE (Ed) La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, 159-174 Pp.

Rabinowitz, A. (1997). *Wildlife field research and conservation training manual.*, Wildlife conservation society, New York USA. 281 Pp.

Ramírez-Albores, J. E., León-Paniagua, L., y Navarro-Sigüenza, A. G. (2014). Mamíferos silvestres del Parque Ecoturístico Piedra Canteada y alrededores, Tlaxcala, México; con notas sobre algunos registros notables para el área. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 48-61 Pp.

Ramírez, C. S. E., Álvarez, T. A. A., y Sarabia, M. S. (2020). Mamíferos silvestres medianos y grandes de las comunidades del Rincón y Peña de Lobos, municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México. *Revista de Zoología*, (31), 27-57 Pp.

- Ramírez C, G.** (2018). Comparación de métodos para determinar la diversidad de mamíferos carnívoros en tres UMA de la Mixteca Poblana y su uso por los pobladores. [Tesis de licenciatura, Benemérita UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA], 15:29-32 Pp.
- Ramírez, M. C. C.** (2005). Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. Anais do X Encontro de Geógrafos de América Latina, Universidad de São Paulo, 3388-3407 Pp.
- Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz y A. J. Contreras-Balderas.** (2018). Mamíferos. En: La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado, Vol. II. CONABIO / Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 411-417.
- Rau, J., D, Martínez y J, Low.** (1995). The Scent Station Tecnique: portable waterproof stations suitable for rainy areas. Programa Regional de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe. Heredia, Costa Rica.
- Retana-Guiascón, O. G., Aguilar-Nah, M. S., y Niño-Gómez, G.** (2011). Uso de la vida silvestre y alternativas de manejo integral: El caso de la comunidad maya de Pich, Campeche, México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 885-890 Pp.
- Ripple, W. J., Wirsing, A. J., Wilmers, C. C., y Letnic, M.** (2013). Widespread mesopredator effects after wolf extirpation. *Biological Conservation*, 160, 70-79 Pp.
- Rolland, R., Hamilton, P. K., Kraus, S. D., Davenport, B., Gillett, R. M., y S. K. Wasser.** (2006). Faecal sampling using detection dogs to study reproduction and health in North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*). *Journal of Cetacean Research and Management* 8: 121-125 Pp.

- Roughton, R. D., y Sweeny, M. W. (1982).** Refinements in scent-station methodology for assessing trends in carnivore populations. *The Journal of Wildlife Management*, 217-229 Pp.
- Rowe, T. (1988)** Definition, Diagnostic, and Origen of Mammalia. *Journal of Vertebrata Paleontology*, University of Texas, Austin Tx. Vol 8 No.3 241 Pp.
- Rumiz, D. I. (2010).** Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia, 2, 53-73 Pp.
- Sánchez-Hernández, C., C. B. Chávez Tapia y V. Sánchez Cordero Dávila. 1981.** Patrón de actividad diurna del “meteorito” *Microtus m. mexicanus*, Saussure, 1961 (Rodentia: Microtinae) en condiciones urbanas del valle de México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología* 51:605-614 Pp.
- Sargeant, G., D, Jonhson, y W, Berg. (1998).** Interpreting carnivore scent station survey. *Journal of Wildlife Management*, 62:1235-1245 Pp.
- Scott-Morales, L.M. y E.C. Estrada (1999).** Distribución y estado actual del perro de las praderas (*Cynomys mexicanus Merriam*) en el Altiplano Mexicano. Reporte final, No. PP09. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Monterrey.
- Scott-Morales, L.M. y M. Cotera-Correa. (2018).** El perrito llanero mexicano. En: La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado, vol. II. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 441-446.
- Sélem-Salas C., MacSwiney, M., Hernández., S., y Bautista, Z. F. (2011).** Aves y mamíferos. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales, 351-388 Pp.

- SEMARNAT**, (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- SEMARNAT** y CONANP, (2007). Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Oso negro americano (*Ursus americanus*). Editores: Fernando Ramón Gavito Pérez, Teresa Ruiz Olvera, Jonas Delgadillo Villalobos (1ra Ed.) México
- Silveira**, L., A.T. Jacomo y J.A. Diniz-Filho. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114(3): 351-355 Pp.
- Sinclair**, A. R. E. (2003). Mammal population regulation, keystone processes and ecosystem dynamics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358(1438), 1729-1740 Pp.
- Smith**, D. A., Ralls, K., Hurt, A., Adams, B., Parker, M., Davenport B., Smith M. C. y J. E. Maldonado. (2003). Detection and accuracy rates of dogs trained to find scats of san Joaquin kit foxes (*Vulpes macrotis mutica*). *Animal Conservation*, 6: 339-346 Pp.
- Smith**, E. P. Y Van Belle G. (1984). Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics*, 40: 119-129 Pp.
- Soto**, P. J. L. (2013). Contraste de hipótesis. Comparación de más de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: Prueba de Kruskal-Wallis. *Revista Enfermería del Trabajo*, 3(4), 166-171.
- Spellenberg**, I. F. (1991). *Monitoring ecological change*. Cambridge University Press, UK, 334 pp.

- Sutherland, W.J.** (1996). *Mammals Ecological Census Techniques. A handbook.* Cambridge University Press. Cambridge, U.K. 260-280 Pp.
- Sutton, A.** (2000). *El Desierto Chihuahuense, nuestro desierto.* Fondo Mundial para la Naturaleza. URL: <http://www.pronatura.org> 24 de septiembre 2023.
- Terborgh, J.** (1992). Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica*, 283-292 Pp.
- Terborgh, J., Estes, J. A., Paquet, P., Ralls, K., Boyd-Heger, D., Miller, B. J., y Noss, R. F.** (1999). The role of top carnivores in regulating terrestrial ecosystems. *Continental conservation: scientific foundations of regional reserve networks*, 39-64 Pp.
- Tomahawk Live Tramp Company** (1992). *Operating instructions.* Tomahawk Live Tramp Company. Wisconsin. 2 Pp.
- Trujillo-González, F., Mosquera-Guerra, F., y Franco, N.** (2019). Delfines de río: especies indicadoras del estado de salud de los ecosistemas acuáticos de la Amazonia y la Orinoquia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43(167), 199-211 Pp.
- UNEP.** (1992). *Convention on biological diversity.* UNEP - Environmental Law and Institutions Program Activity Centre, Nairobi.
- Vaughan, T., J. Ryan y N. Czaplewski,** (1999). *Mammalogy.* Saunders College Publishing. Philadelphia. 724 P.
- Vargas, M. B., y Ceballos G. G. J.** (2010). Diseño y efectividad de la " Trampa Vieyra", para la captura de tuzas vivas. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 14(1), 64-67 Pp.

- Vázquez**, A. R. 2011. Memoria del herradero 2011. Descripción del “Rancho los Ángeles”. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 1-6 Pp.
- Velarde**, E., Ávila-Flores, R., y R. A. Medellín. (2007). Endemic and introduced vertebrates in the diet of the barn owl (*Tyto alba*) on two islands in the Gulf of California, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 52: 284-290 Pp.
- Villa**, B., y F. A. Cervantes. (2003). *Los Mamíferos de México*. Grupo Editorial Iberoamericana. Ciudad de México, México.
- Villareal**, H., Alvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. (2004). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad (C. M. Villa (ed.)). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 185-193 Pp.
- Villarreal**, J. Á. y J. Valdés. (1992-1993.) Vegetación de Coahuila, México. *Revista de Manejo de Pastizales* 6(1,2): 9-18 Pp.
- Whittaker**, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213- 251 Pp.
- Wilson**, M. V. y Shmida A. (1984). Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*, 72: 1055-1064 Pp.
- Yeaton**, R. I. y Flores-Flores, J. L. (2006). Patterns of occurrence and abundance colony complexes of the Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*) in productive and unproductive Grasslands. *Ecology of the Mexican prairie dog*. *Acta Zool. Mex.* 22(3).
- Zero**, V. H., Sundaresan, S. R., O'Brien, T. G., y Kinnaird, M. F. (2013). Monitoring an endangered savannah ungulate, Grevy's zebra *Equus grevyi*: choosing a method for estimating population densities. *Oryx*, 47(3), 410-419 Pp.

IX ANEXOS

ANEXO 1: Comunidades vegetales muestreadas



Fotografía 1. Matorral xerófilo dominado por arbustos con hojas agrupadas en roseta *Yucca carnerosana*, *Dasylirion cedrosanum*



Fotografía 2: Zacatal semidesértico dominado por especies del género *Bouteloua* spp. con algunos arbustos esparcidos

ANEXO 2: Especies registradas por diferentes métodos



F

Fotografía 1. Fototrampeo Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)



Fotografía 2. Fototrampeo Tascaloyote (*Taxidea taxus*)



Fotografía 3. Fototrampeo lince (*Lynx rufus*)



Fotografía 4. Fototrampeo Coyote (*Canis latrans*)



Fotografía 7. Fototrampeo Liebre cola negra (*Lepus californicus*)



Fotografía 8. Fototrampeo Zorrillo listado norteño (*Mephitis macroura*)

Registro de excretas por medio del rastreo



Fotografía 13. Excreta de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*)



Fotografía 14. Excreta de liebre cola negra (*Lepus californicus*)



Fotografía 15. Excreta de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)



Fotografía 16. Excreta de coyote (*Canis latrans*)

Registro de huellas en estaciones odoríferas



Fotografía 17. Huellas de coyote (*Canis latrans*) y de rata magueyera (*Neotoma leucodon*)



Fotografía 17. Huellas de rata magueyera (*Neotoma leucodon*)



Fotografía 18. Huellas de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)