



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Mamíferos terrestres de la Sierra de Cardonal, Hidalgo.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

**SERGIO EINAR REVUELTAS HERNÁNDEZ**



DIRECTOR DE TESIS:

**Dr. EFRAÍN REYES ÁNGELES CERVANTES**

Proyecto PAPIIT IN 221614 CIUDAD DE MÉXICO, 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo es la culminación del esfuerzo de mis padres por apoyarme en todo momento, en las buenas y en las malas, tal vez más malas que buenas ja. Checo, Lupita, gracias por el la educación y el aprendizaje que me llevaron a seguir el camino que emprendí hace muchos años y que hoy en día aun parece largo pero adecuado.

Gaby, gracias por ser cómplice de todas las aventuras que vivimos de niños y que aún, pocas o muchas, seguimos compartiendo...recuerda que puedes contar conmigo para lo que sea, nunca le diría que no a mi hermanita.

Abue, gracias por tanto cariño que me has brindado durante todos estos años, además por hacer de nuestras discusiones mi hobbie preferido jaja, no ganarás!

A Efraín Ángeles por creer en mí, darme la oportunidad de colaborar en sus proyectos, transmitirme todas sus enseñanzas y ofrecerme su gran amistad.

A Beatriz Martínez que como lo hizo conmigo sigue ayudándonos como estudiantes e impulsándonos a crecer y seguir adelante.

A Cristóbal, Galindo, Nicté Ramírez, Alberto Méndez, y Urí García por sus valiosas contribuciones a este trabajo.

A Monse, Gabo, Sandy, Javi, y Adriana que fueron de gran ayuda en el transcurso de este trabajo en sus respectivos ámbitos.

A toda la pandilla con la que compartí tantos momentos tan únicos y diferentes desde el aula, lo deportivo, la fiesta, y hasta el activismo estudiantil y social...Pancho, Aly, Miguel, Aline, Fanny, Richie, Yako, Fer, Chucho, Eren Gaby, Nava, Ari, Borre, Gunz, Sandra, Penélope, Polo...disculpen si me falta algún nombre, pero son muchos cada quien sabe lo valioso que considero su amistad.

Mary, ya casi te quedas fuera jaja, pero no podía terminar sin darte las gracias por ayudarme a entender lo interesante y apasionante que es la biología.

*“Tengo ya dispuesto en mi testamento  
que me han de enterrar, frente de la prepa  
con una pelota y una banderola de UNIVERSIDAD”.*

# ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
RESUMEN .....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
MARCO TEÓRICO.....	7
ANTECEDENTES .....	7
Importancia de la mastofauna .....	7
Diversidad mastofaunística en México .....	9
Distribución de los bosques templados .....	10
Mastofauna en bosques templados.....	11
Distribución de los bosques semiáridos.....	12
Mastofauna en bosques semiáridos de <i>Pinus cembroides</i> .....	13
Distribución de matorral xerófito.....	13
Mastofauna de matorrales semiáridos .....	13
Estudios faunísticos para el estado de Hidalgo.....	14
Estudios faunísticos en la región de Cardonal .....	15
Áreas naturales protegidas (ANP) .....	16
Corredores Biológicos .....	18
Corredores biológicos en México.....	21
Métodos de muestreo de mamíferos .....	22
Justificación .....	25
Objetivo general.....	25
Objetivos particulares .....	26
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	27
MÉTODO.....	28
Ubicación de sitios de muestreo y transectos .....	28
Trabajo en campo.....	30
Trabajo en laboratorio .....	31
Zoogeografía. ....	31
Evaluación de la riqueza.....	32
Estatus de protección de especies .....	33
RESULTADOS .....	34

Riqueza de especies y suficiencia del muestreo .....	34
Riqueza de especies por tipo de vegetación .....	36
Abundancia de especies.....	37
Endemismos .....	38
Estatus de conservación.....	38
Heterogeneidad ambiental y Diversidad $\beta$ .....	39
DISCUSIÓN.....	40
Riqueza de especies .....	40
Variación de la riqueza de mamíferos entre las comunidades vegetales de Cardonal .....	41
Endemismos .....	45
Heterogeneidad ambiental y Diversidad $\beta$ .....	47
CONCLUSIONES .....	50
LITERATURA CITADA.....	51
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS CITADAS.....	68
ANEXOS .....	71
Anexo 1.....	71
Anexo II.....	74

## RESUMEN

Entre el valle del mezquital y los bosques templados de la Sierra de Cardonal, estado de Hidalgo, existen bosques-matorrales semiáridos de piñon y bosques de encinos, los cuales no cuentan con estudios mastofaunísticos. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la riqueza de la mastofauna terrestre en comunidades de acuerdo a un gradiente de humedad en la Sierra de Cardonal, Hidalgo y su posible función como corredor biológico entre dos ANP. Se ubicaron 5 sitios de trabajo, (1) pradera, (2) matorral semiárido, (3) bosque templado, (4) bosque-matorral semiárido y (5) bosque semiárido. Se colectaron muestras de huellas, excretas, pelos de guardia y organismo, los cuales fueron determinados utilizando manuales y claves respectivas en el museo de zoología de la Facultad de Ciencias-UNAM y en el laboratorio de ecología FES Zaragoza. Se utilizó ESTIMATES para estimar la riqueza. Se estimó la diversidad  $\beta$  con el índice de Jaccard. Se registraron seis órdenes, 13 familias, y 32 especies. Ocho especies son endémicas (*Cryptotis parva*, *Sorex veraecrucis*, *Sylvilagus cunicularius*, *Lepus callotis*, *Peromyscus difficilis*, *Peromyscus yucatanicus*, *Sigmodon leucotis* y *Neotomodon alstoni*), cuatro se encuentran en algún estatuto de conservación (*C. parva*, *L. wiedii*, *L. pardalis*, *Puma concolor* y *Lepus callotis*). Se registraron 11, 14, 21, 21, y 22 especies para las zonas 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente. La diversidad  $\beta$  mostro que la mayor heterogeneidad se presenta entre el matorral y los bosques templados. La mayor riqueza se concentró en los bosques semiáridos, templados, y en el bosque-matorral. La pradera mostro la menor riqueza lo que se atribuye a un incendio lo que disminuyo a más del 50% de las especies. La riqueza de mamíferos de la Sierra de Cardonal es similar a la de la Reserva de la Biósfera Barrancas de Metztitlán (34) y menor que las zonas húmedas de Tlanchinol (42). Ante el cambio climático, las zonas áridas y semiáridas aumentarán por lo que se infiere q la mastofauna se concentrará en los bosques semiáridos, templados cercanos, por lo que es importante conservar este gradiente de vegetación sobre todo porque las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT están distribuidas entre el matorral y el bosque semiárido.

## INTRODUCCIÓN

Los mamíferos constituyen un componente importante en los ecosistemas cuyo funcionamiento y dinámica depende de estos organismos. En la República Mexicana existe una amplia variedad de ellos, por lo que en ocasiones es difícil determinar la composición mastofaunística de algunas zonas, tal es el caso de bosques de *Pinus cembroides* que son de los más extensos en el país.

La ubicación de estos bosques entre las zonas áridas y templadas permite ubicarlos como bosques de transición. En la sierra de Cardonal Hidalgo se pueden encontrar los bosques de piñón-junípero que dividen a los matorrales xerófitos y bosques de pinos y encinares. La zona de estudio se localiza entre las áreas naturales protegidas Parque Nacional Los Mármoles y la Reserva de la Biósfera Barrancas de Meztitlán.

El presente trabajo tiene como objetivo medir la riqueza mastofaunística de la Sierra de Cardonal, registrar las especies que se encuentren en estatus de conservación y la diversidad  $\beta$  entre las diferentes comunidades vegetales presentes en este gradiente y a partir de esto evaluar la posible función de un corredor biológico que permita la conexión y conservación de las comunidades entre la Reserva de la Biósfera Barrancas de Meztitlán y el Parque Nacional Los Mármoles.

Las técnicas de muestreo que se utilizaron para esta investigación fueron métodos de indirectos a través de los cuales se obtuvo información de los mamíferos por medio de rastros, excretas, pelos de guardia y entrevistas con los pobladores del municipio. A partir de los datos recolectados se obtuvo la riqueza de mamíferos terrestres para cada tipo de vegetación. Se enlistaron las especies endémicas de la zona así como las que se encuentran sujetas a protección por parte de alguna de las instancias nacionales e internacionales. Se evaluó la diversidad  $\beta$  de mamíferos terrestres al comparar la similitud que existe entre las diferentes comunidades vegetales utilizando el índice de Jaccard, Como resultado se presenta un catálogo de los mamíferos que habitan en la zona bajo estudio. La respuesta a estas interrogantes servirán para diseñar estrategias, a nivel ejidal,

municipal, estatal y nacional que impliquen la conservación de la fauna silvestre así como para evaluar la propuesta de corredor biológico.

## **MARCO TEÓRICO**

El origen de los mamíferos ocurrió hace 220 MA durante el Cretácico, pero no fue hasta el Cretácico-Paleógeno cuando se abrieron nuevos nichos a colonizar por causa de una extinción masiva, que los mamíferos aprovecharon para comenzar su diversificación (Meredith *et al.*, 2011). Pertenecientes al Filo de los Cordados, Subfilo de los Vertebrados, la Clase Mammalia, se caracterizan por ser amniotas homeotermos, poseen glándulas mamarias, la mayoría de ellos son placentarios (Euterios), pero también existen los marsupiales (Metaterios) que una vez paridos terminan su desarrollo dentro del marsupio y por último los monotremas (Prototerios) quienes ponen huevos. El número de especies de mamíferos a nivel mundial oscila entre 5400 (Meredith *et al.*, 2011) y 5416 (Wilson y Reeder, 2005).

## **ANTECEDENTES**

### **Importancia de la mastofauna**

Tanto las plantas como los animales ofrecen una serie de servicios ambientales, que son fruto de las funciones ecológicas de cada organismo. Los mamíferos afectan la estructura, composición y dinámica de las comunidades por medio de sus actividades diarias como ocurre con el ramoneo, que estimula el crecimiento de los meristemos (Granados *et al.*, 2008), la dispersión de semillas y polinización de las flores. Otro ejemplo son las madrigueras favorecen la descompactación del suelo y que constituyen sitios de almacenamiento y dispersión de semillas (Johnsen, 1962; Griffin, 1962 y 1967), las madrigueras también son aprovechadas por una gran cantidad de especies de insectos, escarabajos y arácnidos (Anduaga



2007 y Durrell y Durrell 1992), reptiles, aves y otros mamíferos (Ceballos *et al.*, 2008).

Los mamíferos son excelentes controladores de poblaciones de animales que pudieran afectar la agricultura y la cubierta forestal (Van Driesch *et al.*, 2007); sin embargo, algunos mamíferos pueden llegar a convertirse en plaga cuando no tienen depredadores. Así mismo, son vectores importantes del hantavirus, la rabia y otras enfermedades (Flores-León, 2015) y (CFSHP y IICAB, 2010). (Centro para la Seguridad Alimenticia y Salud Pública, y el Instituto para la Cooperación Internacional en Biología Animal, por sus siglas en inglés)

Existen especies que fungen como parámetro para establecer la salud de un ecosistema. La ausencia o presencia de estas puede determinar el grado de contaminación, degradación, fragmentación, pérdida de hábitat y también la pérdida de otras especies que son clave en su cadena trófica, por lo tanto la salud de un ecosistema está en función de la diversidad de grupos de animales donde destacan los mamíferos entre otros grupos. La pérdida de especies trae como consecuencia la alteración del ecosistema. Un ejemplo de lo expuesto es la polinización de plantas en zonas subtropicales que depende en un 70% de murciélagos como *Leptonicteris yerbabuena* único polinizador de magueyes (Martínez-Coronel, *et al.*, 2014), cuya extinción ocasionaría fuertes pérdidas económicas en la región tequilera.

Algunas especies, por su carisma, pueden ser consideradas especies sombrilla de una comunidad. Así, al proteger a estas especies, automáticamente estamos protegiendo su hábitat y, en consecuencia, al resto de las especies con las que conviven en un ecosistema o conjunto de ellos (Roberge y Angelstam, 2004). En general, las especies más grandes de mamíferos, por sus hábitos alimenticios, requieren territorios más amplios. Esto sucede con el jaguar, considerado especie sombrilla, cuyo territorio es de 90km<sup>2</sup>, por lo que su protección implica la conservación de la flora y fauna que se encuentran dentro de su ámbito hogareño (Manterola *et al.*, 2011).

Los gremios tróficos de los mamíferos terrestres cumplen diversas funciones en los ecosistemas y, en México, están bien representados (Ceballos *et*

*al.*, 2002). Los herbívoros conforman el 51% de los mamíferos del país, con 245 especies, entre las que se encuentran roedores, lagomorfos, artiodáctilos, perisodáctilos y ungulados; éstos se caracterizan por ser dispersores de semillas. Le sigue las especies insectívoras que con 138, abarcan el 29% de las especies e incluye musarañas, topos, murciélagos, osos hormigueros y algunos roedores (Ceballos *et al.*, 2002). Los frugívoros están representados con 38 especies, aproximadamente el 8%, también dispersan semillas, como son las especies de monos, ardillas, agutíes, tepezcuintle, marsupiales y murciélagos. Los carnívoros con 27 especies (6% de la mastofauna) se encargan de controlar poblaciones de herbívoros e incluyen a cánidos, felinos, osos, mustélidos, mefítidos, procionidos y algunos murciélagos (Ceballos *et al.*, 2002) como los tres representantes de la Subfamilia *Vampyrinae*.

Los omnívoros con 15 especies (3%), funcionan como dispersores, controladores de poblaciones y como alimento de otros animales principalmente son tlacuaches, zorrillos, zorras y algunos roedores (Ceballos *et al.*, 2002).

El 2% de los mamíferos voladores con diez especies son nectarívoras y se encargan de realizar la polinización de las flores y por último tres especies de hematófagos es decir menos del 1% también son controladores de poblaciones al actuar como vectores de enfermedades (Ceballos *et al.*, 2002), además poseen una enzima en su saliva llamada *Desmoteplasa* que actúa como anticoagulante y es usada en el tratamiento de la trombosis (Castellanos y Leal, 2013).

## **Diversidad mastofaunística en México**

La lista total de mamíferos existentes en territorio mexicano varía según el autor y año de la publicación, esto es producto de las constantes modificaciones taxonómicas, de sinonimias, de la invención de nuevas herramientas genéticas o de la descripción de nuevas especies y la extinción de otras más.

En anteriores años, Ceballos y Oliva (2005) registraron 484 mamíferos terrestres en tanto que Ramírez-Pulido *et al.*, (2005) documentaron 475 mamíferos terrestres, sin embargo en estudios más recientes Ceballos y Arroyo-Cabrales,

(2012) reportaron 494 especies de mamíferos terrestres y 202 géneros en tanto que Ramírez-Pulido *et al.*, (2014), enlista una cifra similar con 496 especies de mamíferos terrestres compuestas de 168 géneros y 881 subespecies, por otra parte Sánchez-Cordero *et al.*, (2014), recopilaron un total de 522 especies de mamíferos terrestres en México, siendo esta la lista más amplia que se ha descrito hasta el momento. Tomando en cuenta lo anterior se puede decir que la riqueza de mamíferos terrestres oscila entre 494 y 522 especies.

Actualmente existe literatura reciente para la mayoría de los estados de la República Mexicana, Sánchez-Cordero (2014) enumera las 32 entidades de México donde destaca el estado de Oaxaca como la entidad con mayor diversidad mastofaunística con 199 especies, sin embargo Santos Moreno, (2014) reportó 222 especies de mamíferos. Sánchez-Cordero (2014) enlista al estado de Hidalgo en el lugar 23 con 97 especies, pero Mejenes-López *et al.*, (2010) registró 154 especies y Rojas-Martínez *et al.*, (2016) reporta 157, distribuidas en el estado de Hidalgo.

Los cambios entre las cifras de los autores puede deberse al método empleado por cada uno, la mayoría de los amplios listados a nivel estatal, nacional o internacional se hacen a partir de revisiones bibliográficas y muchos otros trabajos se realizan a partir de suposiciones de distribución potencial de las especies sin conocer su distribución real. Para evitar este tipo de sesgos es necesario realizar estudios más amplios sobre la mastofauna en campo a nivel municipal, estatal y regional.

### **Distribución de los bosques templados**

Los bosques de *Pinus*, *Abies*, *Quercus*, *Juniperus* y de *Alnus* son las comunidades vegetales que caracterizan las regiones montañosas de México, cubren el 21% del territorio. Los bosques de encinares, de pinos o los bosques mixtos de estas especies constituyen la mayor parte de cubierta vegetal en el clima templado subhúmedo seguido de los bosques de *Juniperus* y *Abies* (Rzedowski, 2006) y se distribuyen en 30 de las entidades federativas del país con excepción de Yucatán

y Quintana Roo (Montoya, 1966 y Rzedowski, 2006). Abarcan gran parte de la Sierra Madre Occidental, en los extremos norte y sur de Baja California Norte y Sur, el Eje Neovolcánico Transversal, de la Sierra Madre del Sur, en las Sierras del norte de Oaxaca y Chiapas así como también en la Sierra Madre Oriental pero en forma de manchones, en las formaciones rocosas del altiplano mexicano y Sierra de Tamaulipas.

En estos bosques, en general la precipitación media anual se encuentra entre los 600 y 1200 mm anuales. Respecto al clima la temperatura media anual va entre los 10° a 26° C, sin embargo en gran parte de las Sierras Madre Oriental y Occidental frecuentemente se presentan heladas por debajo de los 0° C y en algunas ocasiones han llegado a ocurrir nevadas (Rzedowski, 2006).

### **Mastofauna en bosques templados**

Los bosques templados son importantes proveedores de recursos alimenticios para los diferentes grupos faunísticos, además de brindar muchos sitios de refugio ante la presencia de depredadores (Reid *et al.*, 2004 y Celis-Diez, 2011). Estos ecosistemas ofrecen refugio para muchas especies provenientes de climas más fríos que buscan lugares cálidos en los cuales pasar el invierno y que son capaces de aprovechar los pocos recursos que quedan en esta época del año (Ball, 2008).

Los bosques templados son uno de los dos ecosistemas que junto con las selvas tropicales secas mantienen el mayor número de especies de mamíferos endémicos del país (Ceballos y Rodríguez, 1993 y Téllez-Girón *et al.*, 2007). En este sentido la conservación de estos bosques cobran gran relevancia para el mantenimiento de la mastofauna.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (2012), reporta en el plan de manejo del parque nacional Pico de Orizaba 41 especies repartidas en 32 géneros y 15 familias, cinco de estas especies son endémicas, cuatro están sujetas a protección especial y cuatro más se encuentran amenazadas. En el Parque Nacional Izta-Popo Zoquiapan la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT, (2013) presentan una lista de 48 especies, ocho órdenes y 15 familias, entre las cuales hay un endemismo y cuatro

especies en alguna categoría de riesgo. En el plan de manejo de la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca, se menciona que existen 56 especies de mamíferos para el ANP (CONANP, 2001). En otra latitud, al noroeste del país en la Reserva de la Biósfera Sierra de la Laguna, Baja California Sur, se reportan 25 especies en los bosques de encino, encino-pino, lugar donde se reporta la mayor presencia de *Puma concolor*. (CONANP, 2003).

Cervantes y colaboradores (1995) dataron 27 especies de mamíferos pertenecientes a 12 familias y 7 órdenes para la Unidad de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad —IngLuis Macías Arellano”, San Cayetano, Estado de México donde la vegetación predominante es conformada por los bosques de pino y de pino-encino. Con base en la información anterior, se puede inferir que la riqueza de mamíferos en zonas templadas oscila entre las 25 y 56 especies.

### **Distribución de los bosques semiáridos**

En México *Pinus cembroides* es la especie más común de los pinares en climas semiáridos, es la especie más representativa y mejor distribuida del grupo de los piñoneros y representan una transición entre pastizales, matorrales xerófilos y encinares arbustivos formando grandes ecotonos con estas comunidades vegetales (Rzedowski, 2006).

Esta especie ha colonizado todo el norte y centro del país, desde el extremo sur de Baja California, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León, (Eguiluz, 1982), San Luis Potosí (Rzedowski, 1966), hasta el noreste de Jalisco (McVaugh y Rzedowski, 1965), Guanajuato, Querétaro (McVaugh, 1952), Hidalgo, Puebla (Robert, 1973) y Veracruz (Ramos y Gonzales-Medrano, 1972), ocupa normalmente zonas de transición entre climas áridos de vegetación xerófila del altiplano mexicano y climas más húmedos con la vegetación boscosa de las vertientes internas de las Sierras Madre Oriental y Occidental en un intervalo de entre los 1350 y 3000 msnm y una precipitación media anual entre 350 y 700 mm, en su mayoría es un bosque bajo y abierto, algunos arbustos llegan a ser abundantes, *Agave*, *Yucca* y *Dasilirion* destacan también en la fisonomía del paisaje (Rzedowski, 2006).

## **Mastofauna en bosques semiáridos de *Pinus cembroides***

Son pocos los estudios que se han encontrado para este tipo de bosques, Tavizón, (1998) reporta la presencia de cuatro carnívoros mayores en bosques de *Pinus cembroides* en el noroeste de la Sierra del Carmen, Coahuila. En un estudio acerca de la diversidad de roedores en la Sierra de Urica, Durango se reporta 13 especies de roedores para el bosque de pino y siete especies para el bosque de pino-encino, ambos con presencia de *P. cembroides*, (Muñiz, 1997). Recientemente Cárdenas, (2015) registró 24 especies de mamíferos terrestres en bosques de piñón afectados y no afectados por incendio en el cerro —La Soledad” en el municipio de Cardonal, Hidalgo. Hernández-Vallecillo (2016) registró cuatro especies de roedores en estos mismos bosques.

## **Distribución de matorral xerófito**

Según Rzedowsky (2006), más del 40% del territorio nacional comprende zonas áridas y semiáridas, donde el matorral xerófito es el tipo de vegetación que predomina, y se presenta desde la península de Baja California, Sonora, el altiplano mexicano desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Guanajuato, Hidalgo y el Estado de México, Puebla y Oaxaca. Además en la Planicie Costera Nororiental, desde el este de Coahuila hasta el centro de Tamaulipas, penetrando hacia la Sierra Madre Oriental

El clima es extremo ya que la temperatura media anual oscila entre los 12° y 26°C. La precipitación media anual en general es inferior a 700 mm. Los meses promedio de secas generalmente varían entre 7 y 12 por año pero pueden llegar a pasar hasta 18 meses sin lluvia apreciable y en las zonas más secas pueden manifestarse varios años sin precipitaciones de importancia (Rzedowski, 2006).

## **Mastofauna de matorrales semiáridos**

En las zonas áridas y semiáridas de Baja California, Martínez-Gallardo (2011) dató 64 especies distribuidas en cinco órdenes, 14 familias y 40 géneros de las cuales

18 pertenecieron al orden Chiroptera, tres a Lagomorpha, 31 a Rodentia, 10 a Carnivora y dos a Soricomorpha, es decir 46 especies de mamíferos terrestres. La Reserva de la Biósfera del Pinacate alberga 44 especies de mamíferos (INE, 2007). En el (2014) se realizó un estudio justificativo para el establecimiento de la Reserva de la Biósfera —Desierto Semiárido de Zacatecas”, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) reporta 81 especies de siete órdenes: Artiodáctilos (cinco especies), Carnívoros (13 especies), Chiropteros (25 especies), Lagomorfos e Insectívoros (tres especies cada uno), Roedores (31 especies) y Didélfidos (una especie), en total 56 especies terrestres no voladoras. Además con nueve especies endémicas y 19 sujetos a protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En otro estudio que se realizó en un matorral xerófilo en la Región —LaCañada” ubicada en el Valle Tehuacán-Cuicatlán se identificaron 49 especies de mamíferos de las cuales 23 fueron mamíferos terrestres (Briones-Salas, 2000).

### **Estudios faunísticos para el estado de Hidalgo**

El estado de Hidalgo comprende el 1.1% del territorio nacional (Durán y Larios, 2001). En él, Sánchez-Cordero (2014) menciona la presencia de 97 especies de mamíferos, cuestión que lo coloca en el lugar 18 de la República Mexicana. Sin embargo, Mejenes-López *et al.*, (2010) reportaron un total de 154 especies de mamíferos y Rojas-Martínez (2016) enlistó 157 mamíferos, cifras que sitúan al estado en 5° lugar a nivel nacional, solo detrás de los estados de Chiapas, Oaxaca, Jalisco y Veracruz (Mejenes-López *et al.*, 2010) el orden más diverso es Chiroptera seguido de Rodentia.

Hernández-Flores (2006) registró 29 especies, agrupadas en siete órdenes, 14 familias y 22 géneros en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo. Incluye 12 nuevos registros que pertenecen a cuatro órdenes diferentes.

Cervantes y Ramírez-Vite (2002), reportan para el poblado de Tlanchinol 28 especies de mamíferos pequeños correspondientes a cuatro órdenes, ocho familias, y 20 géneros, de sus registros, el 70% son nuevos para el municipio.

En 2010, Servicios Forestales de Hidalgo, (SERFORH) recopila en la región del ANP de “Los Mármoles” 46 especies de mamíferos; 13 de ellas se encuentran en algún estatus de protección a la fauna silvestre.

Para la Reserva de la Biósfera Barrancas de Metztitlán se reportan 60 especies de mamíferos distribuidas en 16 familias, en este conteo destacan 22 especies de murciélagos, 19 de roedores y cinco especies de carnívoros (CONANP, 2003).

### **Estudios faunísticos en la región de Cardonal**

La mayoría de los estados cuentan con estudios mastofaunísticos, sin embargo a nivel municipal la información es muy escasa. Para Cardonal, Hidalgo, existe un trabajo de SERFORH (2010) enfocado en la Unidad de Manejo Forestal 1305 (UMAFOR) que incluye la parte norte del municipio. En este documento se menciona 46 especies de mamíferos para toda la UMAFOR e incluye un mapa de las especies en riesgo dentro del estado, sin embargo estos registros son insuficientes para el municipio.

Una manifestación de impacto ambiental (M.I.A.) del Proyecto de Cardonal-Arenalito-La Mesa-Cieneguillas-Los Lirios, ubicado en el tramo del km 15+000 al 32+000 en el estado de Hidalgo (Servicios de Ingeniería en Vía Terrestre, S.C., 2006). En esta se menciona la presencia de especies silvestres de mamíferos como el coyote, tejón, ardilla, tlacuache y onza. No se encontraron especies de fauna con algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-ECOL-1994, especies en veda según el calendario cinegético, especies indicadoras de calidad del ambiente o con estatus de protección especial según la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies de Flora y Fauna (CITES). Cabe mencionar que para el año en que se realizó este estudio ya existía una modificación a la NOM-059-ECOL-1994 que se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* en el año 2000 de nombre NOM-059-ECOL-2001.



ECOPROTEC AMBIENTAL (2006) M.I.A., en el proyecto *Obras complementarias para la línea de transmisión La Mesa–Querétaro*, tramo estado de Hidalgo y estado de Querétaro reportan en ambas regiones seis órdenes, siete familias, 12 géneros y 24 especies de mamíferos. Se a reporta a *Bassaricus astutus* (amenazada) como especie en algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

PROCOM (2010) declaró en el proyecto de —~~M~~modernización del camino Arenalito-La Mesa-Cardonal” que encortaron 14 especies de mamíferos, no existe ningún tipo de fauna que se considere en estatus especial de acuerdo a lo que menciona la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La empresa Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, (2012) documentó durante sus trabajos de campo la presencia de 10 especies de mamíferos. Menciona el estudio que observaron especies con estatus de conservación conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con base en la información expuesta es este apartado, se concluye que, para la región se han registrado entre 10 y 24 especies de mamíferos, pero la falta de estudios especializados en mastofauna permite suponer que existe una mayor riqueza de especies ya que las zonas semiáridas presentan una alta diversidad. Además hay que mencionar que los informes que realizan las MIA a menudo son poco confiables, debido, por una parte al pobre esfuerzo de muestreo y al corto tiempo que tienen las consultoras para hacer el trabajo, y por otra parte, a que en muchas ocasiones los trabajos obedecen a intereses privados que buscan obtener forzosamente la aprobación de la obra en cuestión en lugar de preocuparse realmente por la fauna que reside en aquellos lugares.

### **Áreas naturales protegidas (ANP)**

Son áreas naturales de conservación de gran importancia biológica donde los ecosistemas originales no han sufrido muchas modificaciones ocasionadas el hombre y que precisan ser preservadas y/o restauradas por su valor biológico-ecológico (CONANP, 2014).

Las ANP se crean mediante un decreto presidencial y se rigen por 1) la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEPA) y por su reglamento, así como por el programa de manejo respectivo de cada área y junto con los programas de ordenamiento ecológico. Dependiendo de la categoría en la que se encuentren, dichas áreas están sujetas a protección, conservación, restauración y desarrollo (CONANP, 2014). Existen también otras áreas de carácter ejidal o privado que son cedidas voluntariamente para la conservación. Aunque la LEGEPA decreta que son de carácter federal, éstas no requieren de un decreto presidencial para registrarse bajo este estatuto, debido a que son donadas por sus propietarios.

Las áreas naturales de protección se han establecido bajo tres criterios importantes meramente biológicos: A) la distribución de la riqueza de especies, B) el número de endemismos y C) el número de especies en peligro de extinción. Estos criterios han dejado fuera de consideración aspectos tanto políticos como sociales y culturales. Las ANP han centrado exclusivamente su interés en conservar el mayor número de “islas de protección” sin importar lo que pase con los “mares” que las rodean (Toledo, 2005). Es aquí donde los procesos de distribución, polinización, migración y dispersión, entre otros, no encajan con su modelo de protección. Además, los órganos de gobierno responsables de ellas no ofrecen programas eficientes de educación y de desarrollo ambiental, como se ha establecido en la legislación (Toledo, 2005) lo que ha ocasionado innumerables conflictos en muchas reservas en países como México, Indonesia y Kenia (Pretty y Pimbert, 1995).

En el estado de Hidalgo existen 35 áreas naturales protegidas con distinta categoría, de las cuales 27 de ellas son de competencia municipal, cuatro de competencia estatal y cuatro zonas federales, entre las que destacan el Parque Nacional “Los Mármoles” y la Reserva de la Biósfera “Barrancas de Metztlán” (INEGI, 2004).

Como exponen Halfter, (1996 y 2005), Miller *et al.*, (2001) y Rosenzweig, (2003) para que un ANP perdure con un buen nivel de conservación en el tiempo es necesario incluir aspectos políticos, sociales, económicos, culturales,

demográficos, físicos, geológicos, y biológicos, así como contar con el consenso y colaboración de los pueblos locales, respetando los derechos de propiedad de los habitantes originarios. Toledo (2005) propone un nuevo concepto de conservación al que llama bioregional, ésta se basa en una visión espacial, multidisciplinaria, multiescalar, y multicriterial, que va más allá de los aspectos biológicos, destacando el proyecto de los corredores biológicos. Este autor destaca el proyecto de establecer corredores biológicos como el Corredor Biológico Mesoamericano (CBMM).

### **Corredores Biológicos**

La migración de especies de flora y fauna se ha dado naturalmente a lo largo del tiempo geológico debido al calentamiento o enfriamiento del planeta. En épocas donde las variaciones climáticas han sido extremas, la continuidad de los ecosistemas ha desempeñado un papel importante en la distribución de las especies (CONABIO, 2016).

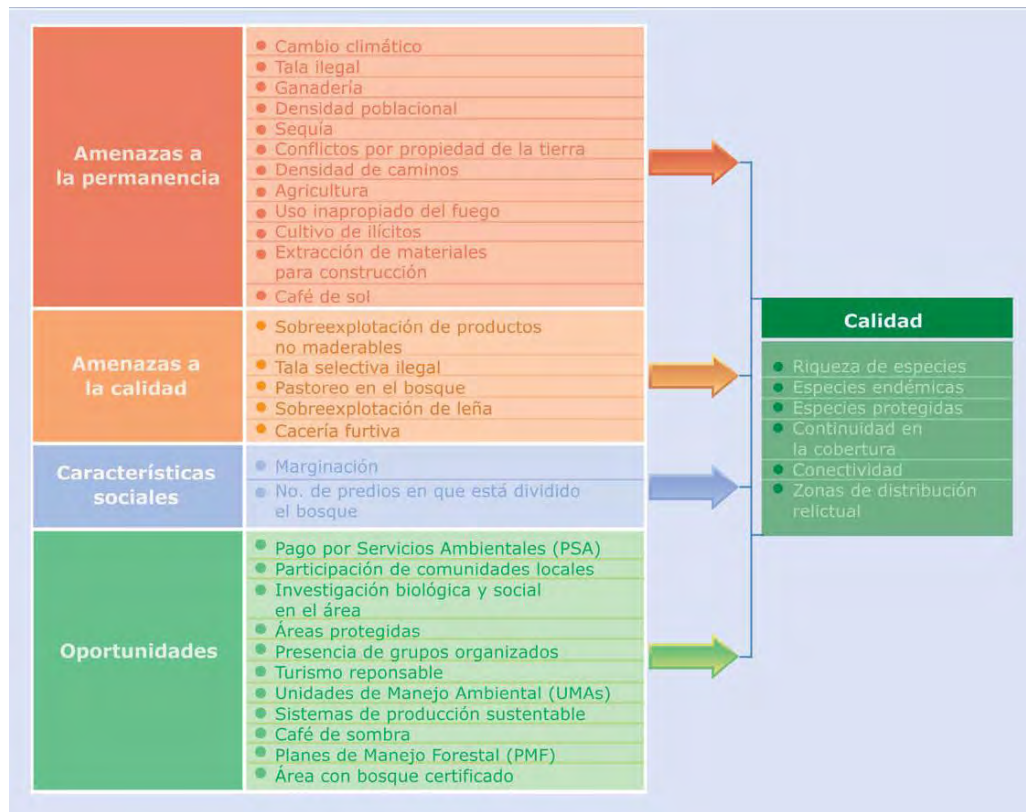
Sin embargo, los corredores biológicos se definen políticamente como grandes porciones geográficas generalmente delimitadas de carácter federal, privado, comunal o ejidal que brindan una conexión entre distintas ANP, paisajes, ecosistemas y hábitat originales o modificados que se encuentran aislados. La conectividad de estos núcleos permite la dispersión y migración de la flora y fauna silvestre además aseguran el mantenimiento de la diversidad biológica y de los procesos ecológicos y evolutivos (Miller *et ál.*, 2001, CCAD, 2002, Bennett, 2004 y García 2002).

En un principio, los corredores biológicos se consideraban una franja en línea recta que unía dos áreas naturales conservadas, sin embargo Bennett (1998) y Miller *et ál.*, (2001) modificaron este concepto a uno más integral, describen un corredor, no como una franja, sino como un mosaico de distintos tipos de vegetación y diferente uso de suelo con lo que se busca conectar diferentes tipos de bosque a través del paisaje. Además Toledo (2001) enfatiza en que un corredor para que pueda subsistir a lo largo del tiempo debe considerar cuestiones biológicas, ecológicas y geológicas (ecología del paisaje) como políticas,

económicas, sociales y culturales, es decir que un corredor biológico deberá brindar protección al paisaje, sin excluir la actividad humana. Para mantener un equilibrio entre las interacciones naturaleza-hombre se propone hacer uso de los recursos naturales en busca de elevar la economía local de una manera sustentable al promover nuevos métodos de producción amigables con el ambiente.

En México y centroamérica existe un corredor biológico que fue impulsado en primera instancia por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) y operó en México de 2002-2009, se concentró en fomentar las prácticas productivas sostenibles. En el periodo comprendido de 2009-2012 existieron seis reuniones con jefes de estado de los países mesoamericanos. Los ejes rectores de estas reuniones fueron: la conservación de bosques y su diversidad biológica con el fin de contrarrestar la fragmentación de ecosistemas y revertir el proceso destructivo creando un sistema de redes que conecten distintas ANP, para apoyar la adaptación ante el cambio climático además de fomentar la productividad y competitividad sostenible (CCAD, 2013).

En la planeación y establecimiento de un corredor biológico hay que considerar los principales procesos y factores que afectan en el deterioro, transformación y mantenimiento del mismo. Existen cinco criterios principales a considerar: calidad, amenazas a la permanencia, amenazas a la calidad, características sociales y oportunidades. Cada uno de estos criterios se subdivide a su vez en otros rubros (Figura 1).



**Figura 1. Criterios e indicadores considerados para la priorización del bosque mesófilo de montaña en México. Tomado de CONABIO, 2010.**

En el ordenamiento territorial en las zonas donde se planea hacer algún corredor biológico es indispensable contemplar cuatro áreas:

**Zonas núcleo:** Son Áreas Naturales Protegidas o por proteger ya sean terrestres, lacustres o marinas, su función es mantener tanto la diversidad como los servicios ecológicos para la gente que vive dentro de ellas, a sus alrededores y más allá (Miller *et al.*, 2001).

**Zonas de amortiguamiento:** Estas áreas son regiones geográficas que rodean las áreas protegidas con el propósito de crear un espacio físico entre las ANP y las comunidades humanas más cercanas normalmente ranchos o fincas que contiene áreas adyacentes a éstas y tierras silvestres. Estas zonas existen para absorber los impactos negativos intrazonas como el uso de plaguicidas o la afección que pudieran hacer los animales silvestres en los ranchos (Miller *et al.*, 2001).

**Zonas de corredor:** La finalidad de estas zonas es proporcionar senderos de tierra o agua que unan las zonas núcleo para permitir la dispersión de plantas y migración de animales, así como la adaptación del hábitat a las presiones ambientales y al cambio climático. Idealmente, en estas áreas deberá restaurarse el estado silvestre, sin embargo, algunas de ellas, ya están sujetas a asentamientos humanos, en cuyo se exhortará a los residentes a que adopten prácticas de manejo apropiadas como los cultivos mixtos e intercalados, que se recomiendan para tener un paisaje con una variedad de cultivos, parches de bosques y hábitats silvestres, a pesar de ello la realidad de los corredores se encuentran totalmente urbanizados y que constituyen barreras que impiden el movimiento de flora y fauna silvestres (Miller *et al.*, 2001).

**Zonas de usos múltiples:** Se aplica en amplias áreas territoriales que se extienden más allá de las tres zonas anteriores. Son tierras dedicadas a actividades agrícolas, de aprovechamiento forestal manejado y con asentamientos humanos. Se pueden establecer dentro de las zonas de amortiguamiento o de corredor. Las zonas de uso de suelo con asentamientos humanos que tienen una mejor conservación son los mosaicos de parches de bosques, humedales y tierras de cultivo. Es necesario dar incentivos a la gente que reside en estas zonas para que adopten prácticas de uso de suelo favorables para el medio ambiente mediante programas como el pago por servicios ambientales (Miller *et al.*, 2001).

## **Corredores biológicos en México**

En México existen actualmente cuatro corredores biológicos con los cuales se ha apostado por el rescate del aislamiento de diversas áreas naturales protegidas conectándolas entre sí con la estrategia de activar la economía local, los cuales son: 1) Corredor biológico Ajusco-Chichinautzin, que conecta el sur del Distrito Federal y el valle de Cuernavaca y representa una zona de amortiguamiento entre dos ANP: Parque Nacional —“Lagunas de Zempoala”, (ubicado en el Estado de México y Morelos) y el Parque Nacional —“El Tepozteco” (Contreras-Macbeath y Urbina, 1995; Contreras-Macbeath y Monroy, 2000). 2) El corredor biológico —“El Cielo” que comprende territorios que van de la Sierra del Abra Tanchipa, San Luis

Potosí a la Reserva de la Biosfera -El Cielo”, Tamaulipas. 3) Corredor transfronterizo Río Bravo que comprende el sur de E.U y el noreste Mexicano (INECC, 2007, El Siglo de Durango, 2011). 4) Corredor biológico mesoamericano (CBMM) el cual comprende todos los países de Centroamérica y seis estados del sureste de México y de la península de Yucatán el cual se enfoca principalmente en el ecoturismo, la producción de café, miel y cacao entre otros (Ramírez, 2003; Álvarez, 2013). Además existe un proyecto que busca el rescate de grandes extensiones del Bosque Mesófilo de Montaña, con la propuesta de crear un corredor biológico (CONABIO, 2010). El bosque mesófilo se extiende desde los estados del sureste mexicano y se trifurca: hacia el norte recorriendo la Sierra Madre Oriental hasta los estados de Nuevo León y Coahuila; otra de sus vertientes recorre los estados costeros del pacífico mexicano desde Chiapas pasando por Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Nayarit, Colima, Sinaloa y una parte de Sonora y por último la vertiente que comprende el centro del país en la Faja Volcánica Transmexicana (CONABIO, 2010).

Las recientes perspectivas ante el cambio climático a nivel mundial, hace indispensable la conectividad entre zonas áridas y húmedas, que permita la migración de especies en busca de refugios ante la variación climática. Esto se puede lograr con la creación de corredores biológicos entre las diferentes ANP.

## **Métodos de muestreo de mamíferos**

*Métodos directos.* Son procedimientos directos de observación, colecta, manejo o captura de fauna silvestre ya sean vivos o muertos. La captura se realiza manual o mecánicamente, con drogas administradas a distancia o por vía oral. Los progresos recientes del uso de tranquilizantes y anestésicos ha sido un factor importante para el éxito de diferentes programas de manejo de fauna silvestre (Arévalo, 2001) sin embargo pocas personas se han especializado para lograr un buen manejo de esta técnica lo cual no solo puede incidir en el fracaso de la captura, sino también en la lesión o muerte del animal. Cabe mencionar que la captura de estos animales en muchos países está penado por la ley, puesto que

conlleva métodos muy agresivos, invasivos y peligrosos tanto para la integridad física como psicológica de los organismos (Willson y Delahay, 2001).

Un ejemplo de ellos es Colombia, país en el que está prohibido el uso de algunos de los fármacos que hacen efecto con mayor rapidez así como rifles de alto calibre que sirven para disparar este tipo de drogas a larga distancia, esto provoca la necesidad de disparar a una menor distancia del objetivo, situación que aumenta el peligro del uso de esta técnica tanto para el animal como para la o las personas que utilizan los tranquilizantes (Moreno-Escobar, 2015). El uso de trampas de golpe como las Tomahawk, las Sherman y los ceptos son instrumentos muy utilizados. En el caso de los ceptos sobre todo por los cazadores. Estos métodos son muy efectivos para especies cuyo tamaño es menor al de la trampa, puesto que los de mayor talla no pueden ingresar en ella. (Ojasti, 2000). Otra limitación que tienen ambos sistemas es que la captura se dificulta debido a la conducta solitaria y nocturna-crepuscular de las especies o a que los animales presentan rangos hogareños relativamente amplios, haciendo más costosa su captura. También existen las cámara trampa, consiste en colocar las cámaras en árboles a una altura determinada dependiendo los organismos que queramos capturar, se colocan en veredas, madrigueras, cuerpos de agua, etc. (Gallina, 2016).

*Métodos indirectos.* Por otro lado existen técnicas de colecta por los cuales se obtienen los datos de un animal sin la necesidad de tener al ejemplar físicamente. Se basan fundamentalmente en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio al realizar sus actividades. Por su frecuencia son principalmente huellas, excretas y madrigueras y en menor medida encontramos también marcas en troncos, echaderos, rascaderos y comederos (Aranda, 2015). Otro método muy utilizado son las estaciones olfativas, se usan con el fin de captar huellas en un terreno con tierra cernida previamente con la intención de obtener la fácil impresión de alguna huella (González, 2011). La telemetría es un método que utiliza las ondas de radio para transmitir información acerca de un organismo que actúa como emisor a través de un transmisor (Hidalgo y Olivera,



2011). Recientemente se comenzaron a utilizar criterios genotípicos y revisiones taxonómicas que han recurrido al estudio de los pelos de guardia, aunque este último método ha sido poco estudiado (Monroy-Vilchis y Rubio, 2003).

Los pelos son categorizados como rastros orgánicos, que forman parte de un método indirecto en el estudio de los mamíferos silvestres (Aranda, 1981). El método de pelo de guardia consta en recuperar las muestras de mamíferos ya sea de madrigueras, echaderos o excretas. La principal fuente de obtención de pelo es en los restos de alimentación de carnívoros. Después de la extracción se aclara el pelo con el fin de observar y medir los patrones medulares ya que son caracteres necesarios para la correcta identificación hasta nivel de especie. Una ventaja importante es que se puede identificar un mamífero con una sola muestra de pelo (DeBlase y Martin, 1981).

Los métodos indirectos son sencillos y de bajo costo, son independientes de los horarios en que presentan una mayor actividad de los organismos (Sadler *et al.*, 2004), por lo que no interfieren con sus actividades ni provocan alteraciones en sus conductas. Sin embargo también tiene algunos inconvenientes, por ejemplo, la dificultad para obtener una buena impresión de las huellas en suelos duros y pedregosos o en suelos cubiertos por hojarasca todo el año, o el hecho de que, lluvia y los fuertes vientos que borran las huellas y lavan las excretas lo que dificulta la identificación de excretas cuando se tiene poco entrenamiento (Aranda, 2012 y Chiriví, 2006).

*Señuelos y métodos de atracción.* Sea cual sea la técnica de muestreo que se utilice es imprescindible usar uno o varios tipos de atrayentes para captar la atención del animal y tener una mejor eficiencia en el muestreo. Los cebos son indispensables para el uso de cualquier trampa ya sea en métodos directos o indirectos.

## **Justificación**

En la Sierra de Cardonal, Hidalgo aún prevalecen comunidades poco alteradas debido a lo accidentado de su topografía ya la escasez de caminos y carreteras, por lo que se está proponiendo como nueva área natural protegida, que incluso podría funcionar como corredor biológico, sin embargo se desconoce la riqueza mastofaunística y su potencial como corredor biológico. Ante tal situación este trabajo pretende contestar las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es la riqueza mastofaunística en la Sierra de Cardonal, Hidalgo?

¿Qué tipo de vegetación (Bosque semiárido, Pradera, Bosque templado, Matorral Semiárido, Bosque de pino-Matorral semiárido) presentará mayor riqueza de mamíferos terrestres?

¿Cuál será el grado de conservación y en que estatus se encuentra la mastofauna presente en Cardonal, Hidalgo?

¿Qué tipos de vegetación tendrán mayor similitud con respecto a las especies de mamíferos encontradas?

La Sierra de Cardonal ¿puede funcionar como corredor biológico entre el parque nacional “Los Mármoles” y la reserva de la biósfera —Barrancas de Metztitlán”?

Para responder a estas interrogantes se tienen los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar la riqueza de la mastofauna terrestre de la Sierra de Cardonal, Hidalgo y su posible función de corredor biológico entre dos ANP.

## **Objetivos particulares**

-Estimar la riqueza de la mastofauna en los diferentes tipos de vegetación presentes dentro de la Sierra de Cardonal: Bosque templado (BT), Bosque semiárido (BSA), Pradera (PRA), Bosque-matorral semiárido (B-MSA) y Matorral semiárido (MSA).

-Enlistar las especies endémicas que se encuentren descritas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

-Determinar las especies de mamíferos de la Sierra de Cardonal que se encuentren en algún estatus de conservación nacional e internacional (NOM-059-SEMARNAT 2010, CITES y UICN).

-Evaluar la heterogeneidad ambiental de la Sierra de Cardonal a través de la diversidad  $\beta$  e índice de similitud de mamíferos entre las diferentes comunidades vegetales muestreadas dentro de la Sierra de Cardonal.

-Evaluar la contribución de la Sierra de Cardonal, a la heterogeneidad ambiental con la Reserva de la Biósfera de la Barranca de Metztitlán y el Parque Nacional Los Mármoles.

## DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

**Ubicación.** El Municipio de Cardonal es uno de los 84 municipios que integran el estado mexicano de Hidalgo. Se encuentra situado en el centro de la entidad en la llamada zona otomí entre los paralelos 20° 37' 11'' y 20° 37' 56'' de latitud norte; los meridianos 99° 05' 44'' y 99° 07' 28'' de longitud oeste; altitud entre 900 y 2 900 m. Colinda al norte con los municipios de Nicolás Flores y Tlahuiltepa; al éste con los municipios de Tlahuiltepa, Eloxochitlán, Metztitlán y Santiago de Anaya; al sur con los municipios de Santiago de Anaya e Ixmiquilpan; al oeste con los municipios de Ixmiquilpan y Nicolás Flores (INEGI, 2009). Figura 1. La Sierra de Cardonal se ubica al norte del municipio, a 1.7 km al Oeste de San Miguel Tlacintla, a 6.7 km del Defay y a 2.6 km al sur-sureste del Bocua (Figura 2).

**Clima.** Presenta un clima C (Aw1) Templado subhúmedo con lluvias en verano (meses de mayo - octubre), con un rango de temperatura que varía entre los 12-24 °C. La precipitación promedio anual es mayor en las zonas elevadas y menor en las más bajas, la zona de mayor precipitación es una franja central que se bifurca hacia al noroeste y noreste en donde el promedio va de 700 a 800 mm (García, 2004).

**Orografía.** El territorio de Cardonal es montañoso y accidentado. El 96% del municipio de Cardonal se extiende en la Sierra Madre Oriental, y el 4% del territorio restante se reparte entre la Faja Volcánica Transmexicana, (INEGI, 2009).

**Edafología.** El suelo que predomina en Cardonal es el Leptosol con un 67.75% de extensión en el municipio seguidos por Phaeozem (12.5%), Kastañozem (8.5%), vertisol (5%), calcisol (4%) y cambisol (2%) (INEGI, 2009).

**Tipos de vegetación.** Esta Sierra se encuentra conformada por bosques de pino piñonero, encinares, juníperos y mixtos, también se presentan los matorrales xerófilos, inermes, así como de praderas naturales e inducidas.

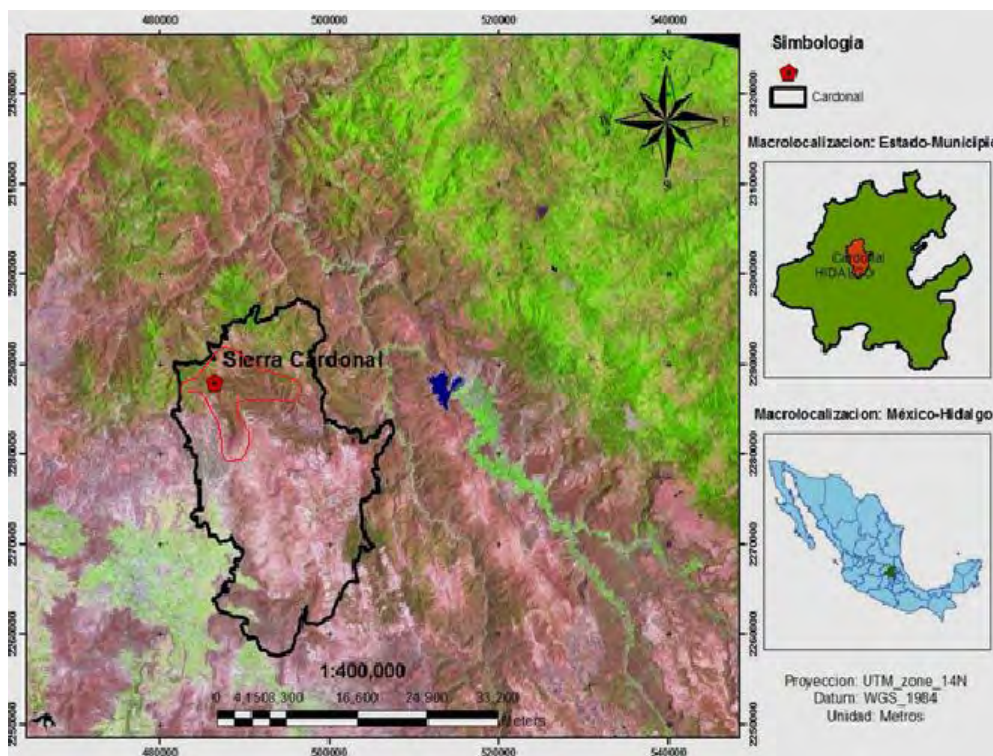


Figura 2. Localización de la zona de estudio (ROJO) Sierra de Cardonal, Hidalgo.

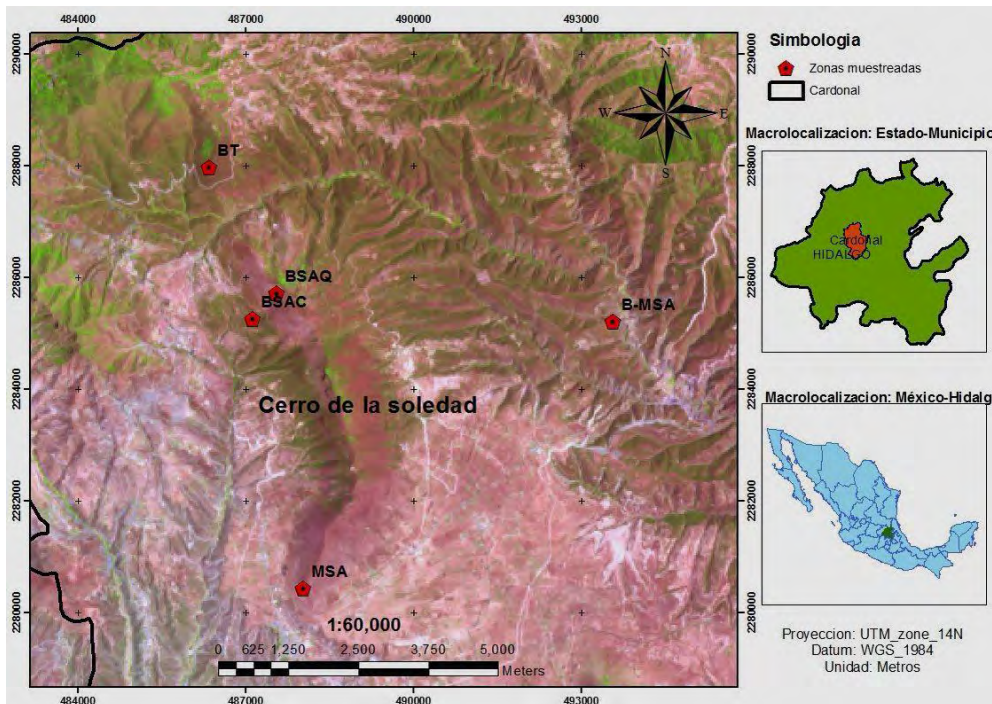
**Hidrografía.** Todo el territorio de Cardonal pertenece a la Cuenca del río Moctezuma y a la Región hidrológica Pánuco, siendo todas sus corrientes tributarias primeramente del río Tula y luego del río Moctezuma, los principales ríos del municipio son el río Chicavasco, el río Quetzalapa y el río Carrizal (INEGI, 2009).

## MÉTODO

### Ubicación de sitios de muestreo y transectos

La primer localidad es un Matorral semiárido (MSA) predominado por *Flouencia resinosa* solo hasta los 2300 m de altitud después se pueden encontrar especies como *Sargentia gregii* y *Quercus microphyla* entre otras. La segunda se encuentra al norte del municipio donde la vegetación se vuelve más húmeda, ahí predominan los bosques templados de pino y encino (BT). En la tercera localidad, existe un ecotono entre las zonas áridas y templadas, aquí *Pinus cembroides* es la especie que generalmente predomina en estos bosques semiáridos de transición (BSA),

acompañado de *Juniperus fláccida* que actúa en este caso como especie subdominante. La cuarta localidad fue parte del bosque de *Pinus cembroides* y en 2011, aproximadamente 230 ha de este bosque sufrieron un incendio severo y actualmente es una pradera (PRA). (Ángeles-Cervantes, 1984 y Pompa-Castillo, 2015). Por último, al este de la Sierra encontramos un arroyo donde confluyen encinares y el matorral semiárido (B-MSA). (Figura 3).



**Figura 3. Ubicación de los diferentes tipos de vegetación en la Sierra de Cardonal, Hidalgo.**

Se recorrieron 40 transectos durante 10 meses, desglosados en salidas mensuales en las culés se realizaron cuatro transectos en tres días respectivamente, en distintas cañadas y en las zonas rivereñas. Los transectos recorridos fueron en promedio de 0.53 km lineales. Tomamos en consideración, además, 2 metros hacia cada lado del recorrido, que es la distancia que cubre nuestro campo visual sin romper el transecto lineal. Puesto que cada transecto fue recorrido por tres personas estimamos que, en total, el campo visual asciende a 12 metros. El producto de los elementos mencionados ( $12\text{m} \times 0.53 \text{ km} \times 40$ ) dando un total de 25,44 ha.

En este trabajo se excluyó al Orden Chiroptera, tampoco se tomó en cuenta a las especies de mamíferos domésticos con poblaciones salvajes como perros, gatos, cabras, burros ni especies exóticas de ratas (*Mus musculus*, *Rattus norvegicus* y *R. rattus*).

Se tomaron en cuenta dos listados, uno de mamíferos terrestres y el segundo de roedores que existen para el cerro —LaSoledad” realizados por Cárdenas (2015) y Hernández-Vallecillo (2016).

## **Trabajo en campo**

Durante el trayecto se ubicaron madrigueras en distintos estratos (suelo, formaciones rocosas, troncos huecos etc.), y con cinta adhesiva se palparon las —paredes”, —pisos” y —techo” con el objetivo de extraer todas las muestras de pelo posible (Vallejo, 2013), cada cinta adhesiva se guardó en una bolsa de papel cera para su posterior identificación en el laboratorio.

Se colectaron las excretas que se encontraron a lo largo del camino, y, al mismo tiempo, se revisó a los alrededores del sitio donde se hallaron con el fin de encontrar huellas que pudieran corroborar a quien pertenecía el vestigio. Las heces midieron con cinta métrica o con algún objeto que funcionara como un parámetro de la dimensión y se registró la forma, color, tamaño y el contenido estomacal. Para su traslado se guardaron en una bolsa de papel y posteriormente se dejaron secar al sol para evitar la formación de hongos, se identificaron con el método de identificación de excretas mediante el *Manual de rastreo de mamíferos silvestres en México*” (Aranda, 2015).

Las huellas encontradas fueron discriminadas de acuerdo a su nitidez, se tomaron las huellas mejor plasmadas y se midieron a lo largo y ancho para su identificación (Aranda, 2015), posteriormente se vertió una mezcla de yeso dental con agua para poder obtener una impresión idéntica de la huella en cuestión. Por último se entrevistó a los pobladores para conocer los animales que se encuentran presentes en esta región, se les mostraron fotografías de diferentes animales y ellos señalaron las especies que conocían.

## **Trabajo en laboratorio**

Las excretas se enjuagaron en frascos con detergente líquido para eliminar la mayor cantidad de parásitos posible durante un periodo de 24-72 hrs, transcurrido el tiempo se observaron al microscopio estereoscópico y se disgregaron para recuperar los pelos de guardia en el caso de las excretas de carnívoros.

Las cintas colectadas se remojaron en agua con detergente líquido por un lapso 24-72 horas para romper el efecto adherente de la cinta adhesiva, de cortar la grasa y hacer más sencilla la manipulación de los pelos encontrados.

Los pelos de guardia obtenidos tanto de madrigueras como de excretas se sumergieron en xilol absoluto durante diferentes lapsos de tiempo, de 24-48 hr (Monroy-Vilchis, 2003; Vallejo, 2013) para la mayoría de los pelos más delgados y pequeños, que generalmente pertenecen a pequeños mamíferos y hasta una semana para los pelos más largos y gruesos que pertenecen a mamíferos de talla grande y a algunos roedores y tlacuaches.

Una vez aclarados, se tomaron medidas tanto de largo y ancho y se caracterizó el patrón de tonalidades de la médula, una vez concluido este proceso se procedió a montarlos en portaobjetos y se observaron al microscopio con ocular micrométrico para su identificación por el método propuesto por Arita, (1987) y modificado por Monroy-Vilchis y Rubio (2003) además se usaron otros catálogos de pelo de guardia realizados por Arita, (1987), Monroy-Vilchis y Rubio (2003), Baca-Ibarra y Sánchez-Cordero (2004) *et al.*, Juárez *et al.*, (2007), Pech-Canché (2009), Ruiz-Serrano, (2014), Márquez-Caballero, (2014) y Valdez-Coronel (2014).

## **Zoogeografía.**

La zoogeografía de las especies se estableció de acuerdo con el criterio que establecieron Álvarez y Lachica (1974) y la nomenclatura se basó en la propuesta por Ceballos y Arrollo-Cabrales, (2012). Las especies mexicanas abarca más del 50% de su distribución con otros países de Norteamérica se clasificaron como (NA), con el mismo juicio, las especies cuya rango abarca más del 50% con Centro y Suramérica se catalogaron como (SA), las que tienen una distribución



más amplia tanto hacia Norteamérica como con Suramérica se denominaron (AM), las especies que se distribuyen en Mesoamérica, es decir las que comparte México con Centroamérica se les llamó (MA) y de igual forma se clasificaron las especies endémicas de México como (MX). Se consideran especies compartidas cuando su distribución cubrió porcentajes similares para ambas regiones. Clasificación geográfica tomada de Hall (1981), Ceballos y Oliva (2005) y Ceballos y Arrollo-Cabrales, (2012).

### **Evaluación de la riqueza.**

Se realizó una base de datos de presencia-ausencia en Excel con la información que se obtuvo en la identificación de organismos y se usó el programa EstimateSWin910 para evaluar la eficiencia de muestreo así como obtener la riqueza máxima esperada con los índices de Jackknife 1, Bootstrap y Chao 1 (Badii *et al.*, 2008 y Gonzáles-Orjea *et al.*, 2010). Con estos índices comparó el resultado obtenido con otros estudios nacionales e internacionales. También se elaboraron gráficas de acumulación de especies y variación de la riqueza según los tipos de vegetación.

En este caso se utilizó el índice de similitud de Jaccard (*ij*) para medir la diversidad  $\beta$  y, de esta forma, determinar el grado de heterogeneidad ambiental, en función del espacio. Cuando el (*ij*) da resultados cercanos a 0.66 las áreas evaluadas se consideraron de gran similitud y por lo tanto de una diversidad  $\beta$  baja. Cuando los resultados del (*ij*) son menores a 0.3 se consideraron como una diversidad  $\beta$  alta (Murguía, 1998, Moreno, 2001; Halffter y Moreno, 2005; Koleff y Sobreón *et al.*, 2005).

Formula:

$$\text{Índice de Jaccard} = \frac{C}{(a + b - c)}$$

Dónde:

a=número de especies presentes en el sitio A.

b=número de especies presentes en el sitio B.

c=número de especies presentes en el sitio A y B.

Primero se comparó la similitud de mamíferos terrestres entre los diferentes tipos de vegetación dentro de la Sierra de Cardonal y posteriormente se comparó la similitud de dicha Sierra y las ANP Parque Nacional “Los Mármoles” (SERFORH, 2010) y La Reserva de la Biósfera “Barrancas de Metztitlán” (CONANP, 2003).

### **Estatus de protección de especies**

Para conocer qué especies están bajo alguna categoría de protección y endemismos se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta norma se enfoca en categorizar a las especies y subespecies que sufren algún decremento o extinción local. También se examinó la información de la CITES (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies de Flora y Fauna) por sus siglas en inglés, los criterios de esta convención se concentran en las especies que son más afectadas por el comercio ilegal clasificando a las especies en tres apéndices: Incluye a las especies en peligro de extinción por lo que se prohíbe el comercio internacional de especímenes, excepto cuando la importación se realiza con fines no comerciales como para la investigación científica. El apéndice II incluye a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían estarlo a menos de que se controle estrictamente su comercio. Por último, el apéndice III reglamenta el comercio a especies cuya explotación legal o ilegal, es insostenible. Por lo cual se necesita la cooperación de otros países para evitarla. Por último se investigó la información de la UICN (Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza), organización que contrario de la CITES y de la NOM-059, brinda mayor atención a las especies con decrementos poblacionales a nivel global y no local. La diferencia de criterios que usan estos organismos dan una complementariedad importante en la suma de esfuerzos para la conservación y protección de especies de flora y fauna silvestre.

## RESULTADOS

### Riqueza de especies y suficiencia del muestreo

Las siguientes cifras no deben ser consideradas como una suma del total de individuos que se registran en este trabajo ya que la mayoría de las especies fueron identificadas con más de una técnica. Además se obtuvieron 115 pelos de guardia que se encontraron en 34 madrigueras, seis echaderos y 79 excretas las cuales se utilizaron para identificar 18 especies mediante pelo de guardia. Mediante huellas, se determinaron nueve especies, 10 mediante excretas, cuatro especies de organismos atropellados y dos por medio de cráneos. Además se integran tres especies de los listados de Cárdenas, (2015) y Hernández-Vallecillo, (2016) que no se encontraron en este trabajo.

En total, fueron 32 especies que correspondieron a siete órdenes, 13 familias y 27 géneros. Cuadro 1. El orden mejor representado fue Rodentia (38%) con 12 especies, seguida por Carnivora (34%) con 11 especies (Figura 4).

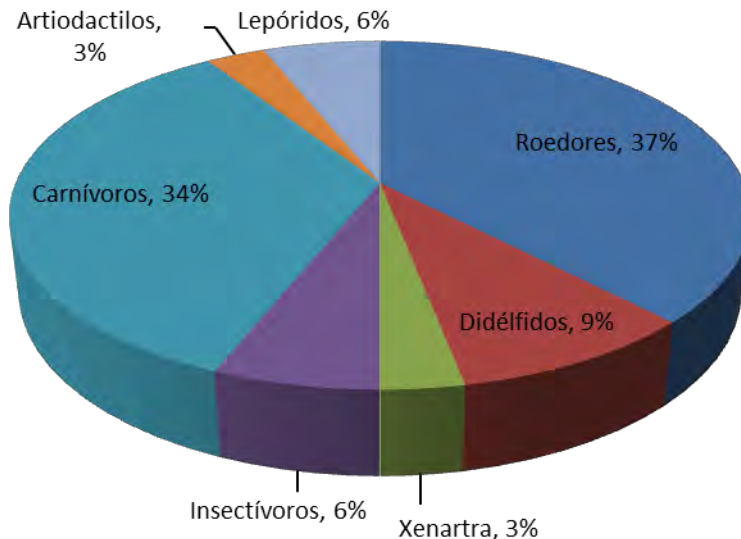


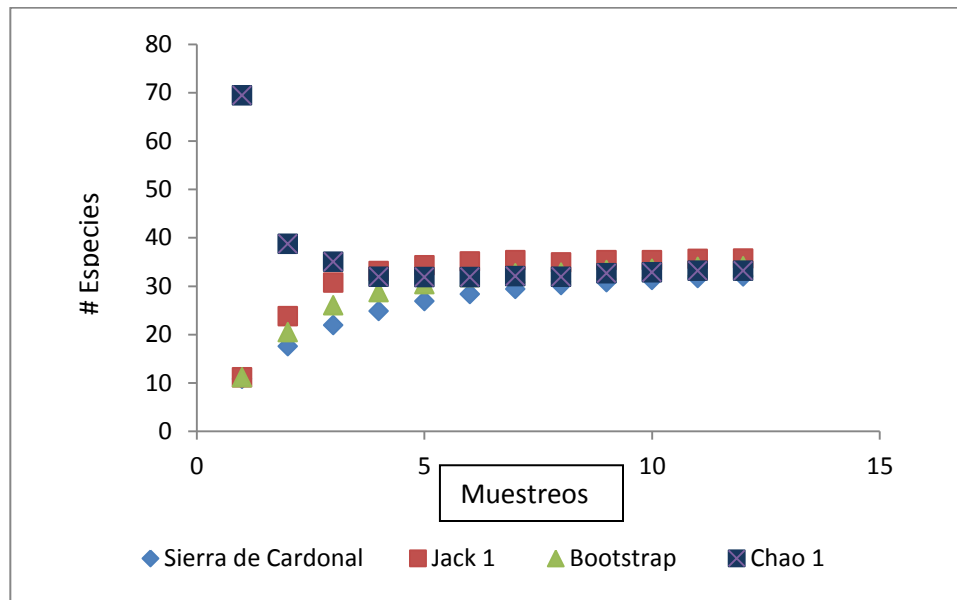
Figura 4. Órdenes mejor representados en la Sierra de Cardonal, Hidalgo.

**Cuadro 1. Mamíferos localizados en la Sierra de Cardonal, Hidalgo**

Clase	Orden	Familia	Género	Especies
Mammalia	Didelphmorphismia	Didelphida	<i>Didelphis</i>	1
			<i>Philander</i>	1
			<i>Marmosa</i>	1
	Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasypus</i>	1
	Insectívora	Soricidae	<i>Cryptotis</i>	1
			<i>Sorex</i>	1
	Carnívora	Canidae	<i>Urocyon</i>	1
			<i>Canis</i>	1
		Felidae	<i>Leopardus</i>	2
			<i>Lynx</i>	1
			<i>Puma</i>	1
		Mephitidae	<i>Mephitis</i>	1
			<i>Conepatus</i>	1
		Procionidae	<i>Procyon</i>	1
			<i>Bassariscus</i>	1
		Mustelidae	<i>Mustela</i>	1
	Artiodáctila	Cervidae	<i>Odocoileus</i>	1
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus</i>	1
			<i>Sylvilagus</i>	1
	Rodentia	Heteromidae	<i>Dipodomys</i>	1
			<i>Lyomys</i>	1
		Muridae	<i>Oryzomis</i>	2
			<i>Peromyscus</i>	3
<i>Neotoma</i>			1	
<i>Sigmodon</i>			1	
<i>Neotomodon</i>			1	
Sciuridae		<i>Otospermophilus</i>	1	
		<i>Sciurus</i>	1	

La riqueza máxima estimada, según los índices Bootstrap, Jackknife 1 y Chao1, fue de 34 a 36 especies, que en comparación con la riqueza de 32 especies obtenida en el presente trabajo, nos indica que la eficiencia de muestreo fue de 88% y 94% respectivamente (Figura 5). De acuerdo con los estimadores

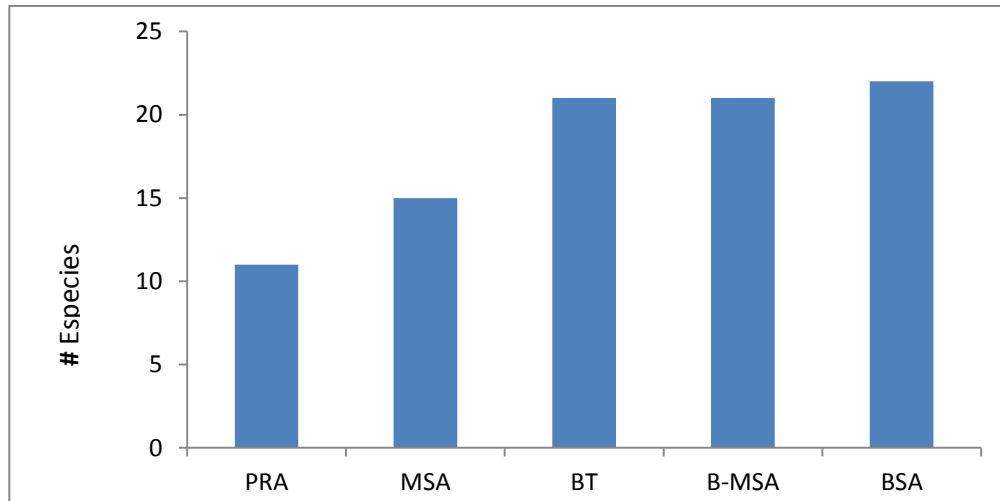
utilizados podemos decir que faltan entre 2 y 4 especies por encontrar que pudieran pertenecer a las familias Soricidae o Heteromidae.



**Figura 5. Curva de acumulación de especies de mamíferos terrestres con los estimadores estadísticos Jackknife 1, Bootstrap y Chao 1 para la Sierra de Cardonal, estado de Hidalgo.**

### Riqueza de especies por tipo de vegetación

Los tipos de vegetación con mayor riqueza de especies fueron: Bosque semiárido (BSA) con 22 especies, el bosque-matorral semiárido (B-MSA) con 21 especies y el bosque templado (BT) con la misma cantidad de especies. Los tipos de vegetación con menor diversidad fueron el matorral semiárido (MSA) con 15 especies y pradera (PRA) con 11 especies (Figura 6).



**Figura 6. Riqueza de Mamíferos terrestres en diferentes comunidades vegetales, de la sierra de Cardonal, estado de Hidalgo.**

### Abundancia de especies

Las especies más abundantes fueron: a) *Bassariscus astutus* presente en 83% de los muestreos, y b) *Lynx rufus* con presencia en el 67% de los sitios. Las especies menos abundantes o con un solo registro fueron: a) *Philander opossum* encontrado en el BT, b) *Otospermophilus variegatus* del cual se obtuvieron huellas en la orilla del arroyo de B-MSA, y c) *Peromyscus yucatanicus* y *Sigmodon leucotis* muestreados en BSA.

Es interesante notar que se encontraron huellas y excretas de *Puma concolor* y *Odocoileus virginianus*, en las zonas más degradadas (B-MSA y PRA).

La comunidad vegetal que registró las 11 especies de carnívoros fue el bosque templado, seguido por B-MSA con 9 especies. Las especies *Leopardus pardalis* y *Mephitis macroura* únicamente se encontraron en el bosque templado.

La riqueza de roedores en general se mantuvo entre cuatro y seis especies por comunidad vegetal, sin embargo en la zona perturbada por un incendio solo se encontraron dos especies de ratones: *Peromyscus difficilis* y *Lyomis irroratus*.

## Endemismos

Se registraron ocho especies exclusivas de México, además nueve especies que se distribuyen en México y en Norteamérica. Solo hubo dos especies únicas de Mesoamérica, tres especies distribuidas desde México hasta Sudamérica y 10 especies endémicas de América. (Anexo 1).

## Estatus de conservación

De las 32 especies identificadas, cuatro de ellas están en algún tipo de categoría de riesgo y conservación. Se enlistan dos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Leopardus wiedii* y *Leopardus pardalis* en Peligro de Extinción. Bajo los criterios que se maneja en el libro rojo de la UICN solo catalogan como casi amenazadas (NT) a *Lepus callotis* y *L. wiedii*. La CITES menciona en el apéndice I a *Puma concolor*, *L. wiedii* y *L. pardali*. Según la NOM-059 ocho especies son endémicas de México *Bassariscus astutus*, *Cryptotis parva*, *Sorex veraecrucis*, *L. callotis*, *Sylvilagus cunicularius*, *Neotoma mexicana* y *Sigmodon leucotis* (Cuadro 2)

**Cuadro 2. Estatus de conservación de los mamíferos terrestres de la Sierra de Cardonal, estado de Hidalgo.** CITES= Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres de Fauna y Flora, Apéndice I= Especies en Peligro de cuya comercialización se prohíbe, Apéndice III= Figuran las especies incluidas a petición de algún país que ya reglamenta el comercio de esta; NOM-059= Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010, A= Amenazada, PE= Peligro de Extinción; IUCN= Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; LC= Preocupación Menor, NT= Casi Amenazada.

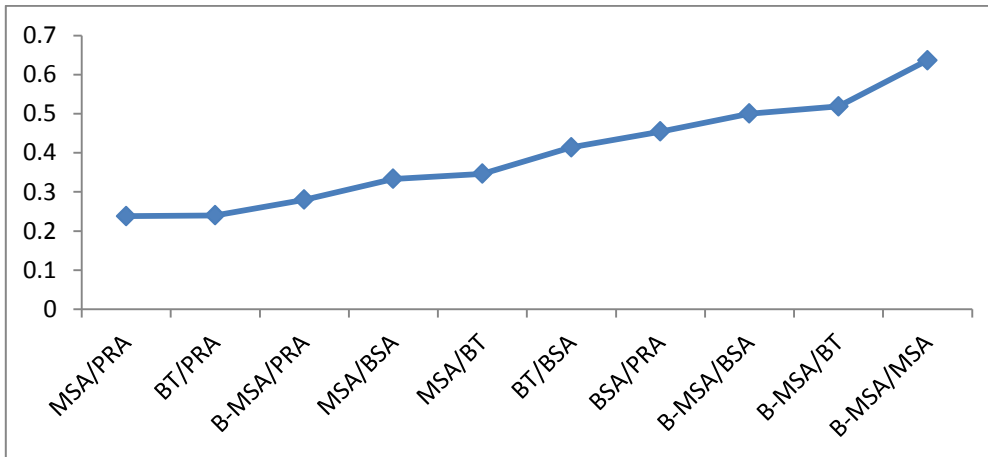
Especie	Nombre común	NOM-			
		059	UICN	CITES	Endemismo
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	PE	LC	I	*
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	PE	NT	I	*
<i>Puma concolor</i>	Puma	*		I	*
<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda	*	NT	*	MX

## Heterogeneidad ambiental y Diversidad $\beta$

La heterogeneidad ambiental en esta Sierra de Cardonal fue alta entre el matorral semiárido (MSA) y pradera (PRA) con un valor de 0.23, seguido entre el Bosque templado (BT) y la Pradera (PRA) con 0.24. La menor heterogeneidad se presentó entre el bosque-matorral semiárido (B-MSA) y el matorral semiárido (MSA) con un  $ij=0.63$  un valor de 63% (Cuadro 3 y Figura 7).

**Cuadro 3. Resultados del índice de Jaccard de acuerdo con la comparación de diferentes comunidades vegetales.**

<u>Heterogeneidad ambiental</u>	
MSA/PRA	0.23809524
BT/PRA	0.24
B-MSA/PRA	0.28
MSA/BSA	0.33333333
MSA/BT	0.34615385
BT/BSA	0.4137931
BSA/PRA	0.45454545
B-MSA/BSA	0.5
B-MSA/BT	0.51851852
B-MSA/MSA	0.63636364



**Figura 7. Resultados del análisis de similitud de mamíferos entre tipos de vegetación en la Sierra de Cardonal, Hidalgo.**



La sierra de Cardonal incrementa la heterogeneidad ambiental tanto con el Parque Nacional —Los Mármoles” ( $ij= 0.307$ ) como con la Reserva de la Biósfera —Barrancas de Metztitlán (  $ij= 0.32$ )

## DISCUSIÓN

### Riqueza de especies

El número de mamíferos registrados en la Sierra de Cardonal, representa el 20.77%, con respecto a lo que registró Mejenez-López (2010) y Rojas-Martínez (2016) para el estado de Hidalgo, y el 5.87% de la riqueza de especies en relación con el territorio nacional (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012).

La riqueza máxima de mamíferos terrestres de la Sierra de Cardonal es similar a la del Parque Nacional —Los Mármoles”, Hidalgo que cuenta con 36 especies (Randel-Badillo, 2008 y SERFORH, 2010) y también con la Reserva de la Biósfera de la Barranca de Metztitlán con 34 especies de mamíferos terrestres (CONABIO, 2003) (Cuadro 4).

La efectividad del muestreo (89%) indica que faltan entre dos y cuatro especies las cuales muy probablemente son roedores (*Heteromidae*) o musarañas (*Soricidae*).

La importancia de la Sierra de Cardonal es que su riqueza mastofaunística terrestre es mayor que la del Parque Nacional —El Chico” con 23 especies (Hernández-Flores, 2006), que Tlanchinol, Hidalgo con 16 especies (Cervantes y Ramírez-Vite, 2002), de igual manera que Ruiz-Serrano (2014) quien registró 28 especies en el Parque Nacional Pico de Orizaba. La riqueza de mamíferos terrestres fue similar a lo registrado por Mirón-Rivera, (2014) en el Parque Nacional Cofre de Perote y en el Parque Nacional Iztaccíhuat- Popocatepetl, ambas registran 38 especies (CONANP, 2013).

**Cuadro 4. Comparación de la extensión y riqueza de mamíferos terrestres de la Sierra de Cardona (verde) con las Áreas Naturales Protegidas cercanas.**

Área Natural Protegida	Superficie	Riqueza de mamíferos terrestres	NOM-059/UICN/CITES
Reserva de la Biosfera de la <b>Sierra Gorda</b> (SEMARNAT, 1999)	383 567 ha	83	27
Reserva de la Biosfera <b>Barranca de Metztitlán</b> (CONANP, 2003)	96 042 ha	34	4
<b>Sierra de Cardonal</b>	37 000 ha	<b>32</b>	4
Parque Nacional <b>Los Mármoles</b> (Randell-Badillo, 2008; SERFORH, 2010)	23 000 ha	36	10

A nivel nacional para zonas semiáridas, la riqueza de Cardonal es menor que la registrada en la Reserva de la Biósfera —Desierto Semiárido de Zacatecas” con 55 especies (CONANP, 2014) y con la Reserva de la Biosfera de la Sierra gorda 83 especies de mamíferos terrestres (SEMARNAT 1999), probablemente debido a la mayor extensión de estas.

### **Variación de la riqueza de mamíferos entre las comunidades vegetales de Cardonal**

El tipo de vegetación con mayor riqueza de especies es el bosque semiárido de piñón-junípero, lo que puede explicarse debido a que las principales especies vegetales presentan semillas que carecen de métodos de dispersión directa. Al respecto Johnsen, (1962), Griffin (1962 y 1976) y Albert et al., (1994) mencionan que las semillas de estos géneros sólo se pueden dispersar con la ayuda de aves y mamíferos. Además los conos del junípero permanecen brillantes y visibles en el árbol durante gran parte del año por lo que representa una alta disponibilidad alimenticia continua para la fauna (Balda, 1987). Especies como *Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus*, *Otospermophilus variegatus*, *Procyon lotor*, *Mustela frenata* y *Canis latrans* se alimentan de estos frutos (Bekoff, 1977; Chapman y Felhamer, 1982 y Voight y Berg, 1987). Además, los piñoneros empiezan a tener semillas maduras desde Octubre hasta Diciembre. La estrategia

de las aves de enterrarlas y de los roedores almacenarlas, permiten que esté disponible como alimento durante el invierno y primavera, es decir que perdura seis meses antes de empezar la época de lluvias. Estas semillas alimentan principalmente a los roedores *Peromyscus difficilis* y *Heteromys irroratus* (Peralta-Juárez, 2015; Santiago-Marcial, 2009 y Vines *et al.*, 1960). La densidad de roedores en estos bosques es de 41 organismos  $\cdot\text{ha}^{-1}$  (Hernández-Vallecillo, 2016), lo que explica la presencia de los felinos registrados en la zona.

El bosque-matorral semiárido presentó una riqueza similar a la del bosque templado con 21 especies de mamíferos terrestres cada uno y un  $ij=0.518$  en cuanto a similitud de especies, entre ambos sitios suman 28 especies del total registrado. El bosque-matorral presenta los índices de similitud más altos con los demás ecosistemas observados. Su riqueza y similitud se puede atribuir a la presencia de un arroyo, esto permite la concentración de especies de lugares distantes en esa zona en busca del recurso agua. Se observaron 16 huellas a la orilla del río, y se identificaron dos especies de lepóridos. *Sylvilagus cunicularius* y *Lepus callotis*. Éstos consumen principalmente brotes, y troncos de arbustos, bulbos, semillas y gramíneas (Escalante y Sánchez-Cordero *et al.*, 2007), además son una de las principales presas de felinos y otros carnívoros como el coyote (CONABIO, 2014 y AMCEL, 2003).

En el bosque templado de encinares, se encontró el mayor número de madrigueras con un 62% de ocupación, y también registró una riqueza de 21 especies de mamíferos terrestres. En esta región se inventarió el mayor número de especies de roedores al igual el BSA. Fue el único tipo de vegetación en la que se registró la presencia de *Sorex veraecrucis*. Los insectívoros *Cryptotis parva* y *Sorex veraecrucis* aprovechan las oquedades de los troncos, musgo y hojarasca para cazar sus presas (Whitaker, 1974 y Ramírez-Pulido *et al.*, 2004). En este tipo de vegetación se presentan las tres especies de Didélfidos: *M. mexicana* y *P. opossum* únicamente presentaron registros en este bosque debido al carácter omnívoro y al grado de humedad existente en esta zona, por otro lado *D. virginiana* se encontró en todos los sitios de muestreo.

En el contexto nacional, en varios de los bosques templados de México se ha registrado una riqueza que varía entre 9 y 37 especies, y la de la sierra de Cardonal se ubica en este intervalo según lo mencionado por varios autores Hernández-Flores *et al.*, (2006), Ruiz-Soberanes *et al.*, (2010), Ruiz Serrano (2014), Sánchez-Jasso *et al.*, (2013), Torres (2013), Navarro-Frías *et al.*, (2007) y Monroy-Vilchis *et al.*, (2011). En un bosque templado en Huasca, Hidalgo se registraron nueve especies registradas (Morales-García, 2007). En otro estudio que se realizó en el parque ecológico Piedra Canteada y sus alrededores, ubicados en el estado de Tlaxcala se registraron 36 especies de mamíferos terrestres (Ramírez-Alborez, *et al.*, 2014). Además un censo de vertebrados terrestres en un bosque reforestado se registraron 12 especies de mamíferos terrestres, (Sánchez-Jasso *et al.*, 2013). A nivel regional, Gámez y colaboradores, (2012) registraron 150 especies en los bosques de pino-encino, en la Faja Volcánica transmexicana.

El matorral semiárido tuvo una riqueza de 14 especies de mamíferos y el 55% de los vestigios encontrados ahí fueron de Lepóridos. La abundancia de Lepóridos, además de los restos de *D. novemcinctus* encontrados en una excreta, pueden explicar la presencia de carnívoros mayores tales como *L. rufus*, *C. latrans* y *P. concolor*, ya que constituyen parte importantes de su alimentación (Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2010). La abundancia de Leporidos se explica porque no necesitan el recurso hídrico directamente, ellos lo toman de las plantas en las que basan su alimentación como los brotes de herbáceas, gramíneas y en los arbustos de los troncos y en ocasiones escalan para comer los brotes (Escalante y Sánchez-Cordero *et al.*, 2007). Además consume principalmente herbáceas y de las partes verdes de las familias *Malvaceae*, *Amarantacea*, *Mimosaceae*, *Graminea*, *Cactaceae* y *Verbenaceae* así como frutos de *Cactaceae*, *Mimosaceae* y *Portulaceae* (Ojasti, 1993). Al respecto Pompa-Castillo (2015) señala que las familias *Mimosaceae* y *Cactaceae* están representadas por *Mimosa aculeaticarpa*, *Mimosa depauperata*, *Cillindropuntia cholla*, *Opuntia heliabravoana*, *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocereus cinerascens*, *Mammillaria compressa*, *Mammillaria*

*sempreviv* y *Opuntia heliabravoana*, componentes florísticos principales de este matorral.

En general el bajo número de especies encontradas en el Matorral semiárido puede atribuirse a la abundancia de gravas y rocas pequeñas, que limitan la construcción de madrigueras y porque hay de una mayor homogeneidad del hábitat dominado por *Flouorencia resinosa*, una planta no preferida por herbívoros. La riqueza de estos matorrales es baja en la Sierra de Cardonal. Estos matorrales son pobres cuando se compara con el municipio de Hermosillo, Sonora que registra 40 especies de mamíferos terrestres y con la Reserva de la Biósfera Desierto semiárido de Zacatecas en que se registran 55 especies de mamíferos terrestres (CONANP, 2014). En contraste con los estudios antes mencionados se identificaron siete mamíferos terrestres en arroyos estacionales y cañadas con agua superficial en un hábitat semiárido en Baja California Sur, México.

La pradera (PRA) registró la menor riqueza de mamíferos terrestres, posiblemente por el daño post incendio en 2011. La mayoría de las especies que se encontraron en el PRA son de hábitos generalistas. Conforme lo reportado por Peralta-Juárez (2008) aun cuando los hábitos alimenticios de *Peromyscus difficilis* son generalistas (Pulido-Flores *et al.* 2013), los picos de reproducción a lo largo del año son más elevados en época de lluvias debido al rebrote de plantas y a la alta disponibilidad de alimento. Además la especie posee una gran variedad de dietas dependiendo del sexo y la diferencia de edades. En este sentido, las poblaciones de *P. difficilis* parecen ser beneficiadas gracias al arribo post-incendio de 42 especies de plantas nuevas en relación al bosque semiárido (Pompa-Castillo, 2015) las cuales brindan alimento durante las diferentes estaciones con lo cual aseguran una permanencia prolongada (Hernández-Vallecillo, 2016). Con respecto a *Heteromys irroratus* Mason, (2005) menciona que el ámbito hogareño de este ratón es más extenso en zonas perturbadas por lo que su dieta se vuelve más generalista a diferencia de las poblaciones que se encuentran en lugares menos perturbados. Estos animales son herbívoros-granívoros, aunque su preferencia por las semillas guarda una proporción de 3-1 (Mason, 2005). Sólo tres familias (*Fabaceae*, *Convolvulaceae* y *Crassulaceae*) de la dieta de *H.*

*irroratus* (Mason, 2005) coinciden con lo reportado por Pompa-Castillo (2015) sobre la Sierra de Cardonal, sin embargo como ya se mencionó anteriormente las semillas de junípero y de piñón ofrecen un recurso alimenticio que permanece disponible a lo largo del año (Balda, 1980 y Evans, 1988). En este caso, este ratón cuenta con unas estructuras llamadas abazones en las que puede transportar semillas hasta su madriguera con el fin de tener una reserva en caso de escasez incluso transportar semillas que no entran en su dieta (Mason, 2005, Santiago, 2009 y Pulido-Flores 2013). El disturbio ocasionado por el incendio transformo el bosque a una pradera, donde las herbáceas altas proporcionan alimento al armadillo, así como a un nuevo organismo que es el venado, lo que explica la presencia del puma, coyote y otros felinos.

En general se puede notar que la riqueza de mamíferos terrestres es mayor en el bosque semiárido, bosque templado y bosque-matorral semiárido en el matorral semiárido lo que se atribuye a que el estrato arbóreo al ser ecológicamente dominante producen una mayor cantidad de semillas y, por lo tanto, genera una mayor disponibilidad de alimento durante todo el año. En contraste con el arbusto *Flourenzia resinosa*, que es dominante en el matorral xerófilo y que no es alimento forrajero para la fauna herbívora debido a su característica resinosa.

Es evidente que los incendios en los bosques semiáridos ocasionan una alta heterogeneidad ambiental que no es favorable para los mamíferos en general ya que su abundancia se ve disminuida (Hernández-Vallecillo, 2016), pero si para el venado y el puma.

## **Endemismos**

La Sierra de Cardonal, presenta ocho especies endémicas que constituyen el 42.1% de las 19 especies endémicas que reportan en Hidalgo (Mejenez-López *et.al.*, 2010 y Rojas-Martínez 2016) y solo el 4.76% para México (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012).

En esta Sierra el Bosque templado al igual que el bosque semiárido son los ecosistemas con mayor riqueza y mayor número de endemismos con cinco respectivamente compartiendo tres de ellos entre ambos sitios. Chávez *et al.* (2009) coinciden en que para el estado de México, también la mayor diversidad se concentra en los bosques templados. En este estudio se documentó la presencia de las siguientes especies endémicas:

- *Sylvilagus cunicularius* se encontró en todos los sitios incluyendo el bosque semiárido dañado por incendio. Esto puede explicarse por su tipo de alimentación ya que principalmente consume brotes, y troncos de arbustos, bulbos, semillas y gramíneas. Otra razón constituye el hecho de que no es necesario contar con un cuerpo de agua para la supervivencia de la especie debido a que sus requerimientos hídricos los toman directo de la planta (Escalante y Sánchez-Cordero *et al.*, 2007, Farías-González, 2011 y CONABIO, 2014). De este modo puede sobrevivir en climas semiáridos como el BSA, PRA, MSA y B-MSA.
- *Cryptotis parva* estuvo presente en casi todos los ecosistemas con excepción de MSA. La abundancia de grava y las rocas desprendidas en que aflora en este matorral es posiblemente la causa de la ausencia de musarañas dado que no se encontró madriguera alguna.
- *Sorex veraecrucis* fue registrado únicamente en el BT. Aunque las musarañas pueden vivir en zonas áridas, la mayoría de las especies del género *Sorex* se encuentran distribuidas en bosques de pino-encino, porque aprovechan las oquedades de los árboles, los musgos y la hojarasca para buscar alimento (Whitaker, 1974 y Ramírez-Pulido *et al.*, 2004).
- *Leopardus wiedii* y *Leopardus pardalis*: el primero se registró en el BT, B-MSA y BSA mientras que el segundo solo se documentó en el BSA. Ambas especies se encuentran sujetas a protección especial

(NOM-059- SEMARNAT-2010) y aparecen citadas en el apéndice I de la CITES. Para la UICN *L. pardalis* está en la categoría LC, mientras que *L. wiedii* está categorizado como NT.

- *Lepus callotis* tuvo presencia en B-MSA y en el MSA. Sólo es mencionado como NT en la lista roja de la UICN.
- *Puma concolor* también es mencionado en el Apéndice I de la CITES y se encontró en el PRA, BT y B-MSA.

El conjunto de estas especies representa el 10% de las especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en comparación con el estado de Hidalgo.

## **Heterogeneidad ambiental y Diversidad $\beta$**

La mastofauna terrestre de Sierra de Cardonal y el Parque Nacional “Los Mármoles” mostraron baja de similitud con  $ij=0.307$ , e indica una alta heterogeneidad ambiental. Solo comparten 16 especies, y el Parque Nacional muestra una mayor riqueza de especies de lagomorfos y roedores así como dos carnívoros mayores, *Ursus americanus* y *Panthera onca*.

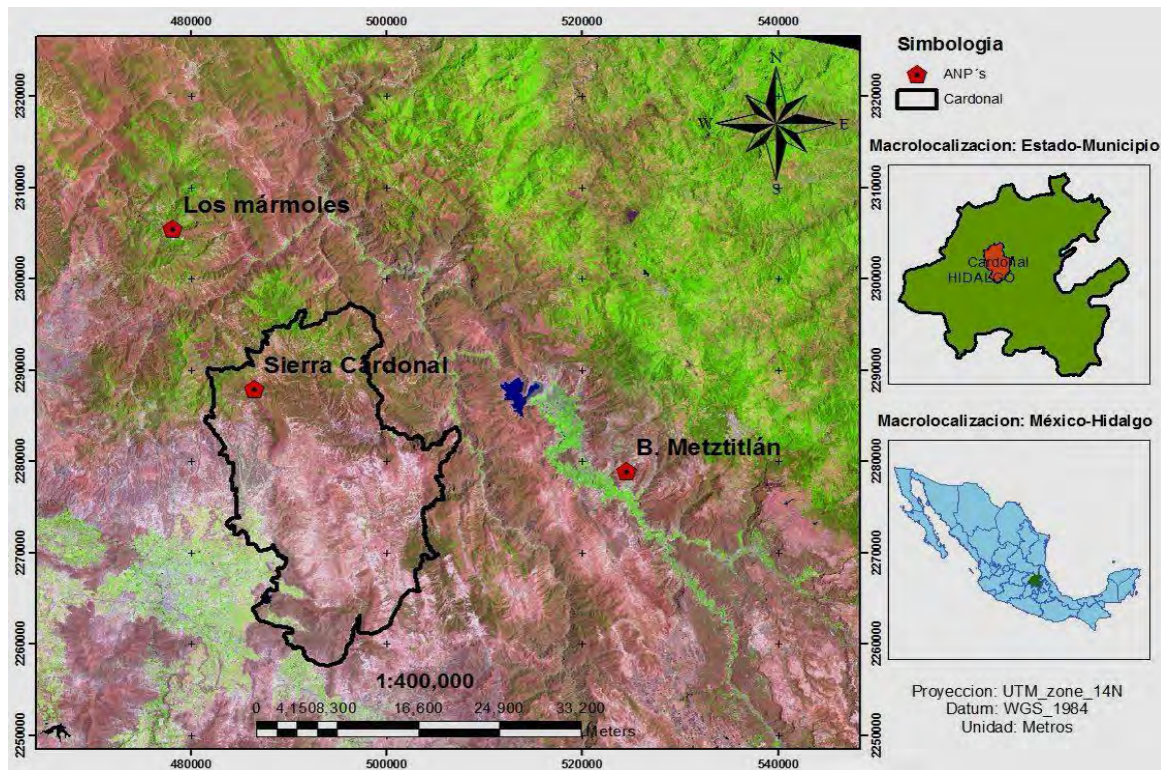
La Sierra de Cardonal y la Reserva de la Biósfera “Barrancas de Metztitlán” también mostraron una baja similitud ( $ij= 0.32$ ) estas dos zonas también comparten 16 especies de mamíferos terrestres. Las Barrancas de Metztitlán presentan una mayor riqueza de lepóridos y roedores, sin embargo no tienen ningún representante del orden Insectivora y solo uno del orden Didelphimorphia.

El índice de Jaccard es inversamente proporcional a la diversidad  $\beta$ , gracias a esto podemos decir para ambos casos que la heterogeneidad ambiental proporcionada por la Sierra de Cardonal es alta al compararla con estas dos áreas naturales protegidas de la región norte del estado de Hidalgo.

Con base en lo anterior podemos decir que la Sierra de Cardonal presenta una riqueza alta al igual que una alta diversidad  $\beta$  y puede servir como corredor biológico además de ampliar la riqueza de especies de toda la región comprendida por estas ANP.



La Sierra de Cardonal cuenta con numerosas montañas y cañadas que se ubican: al noroeste de la Barranca de Metztitlán y al sureste de Los Mármoles marcando una franja imaginaria entre las tres áreas. (Figura 8).

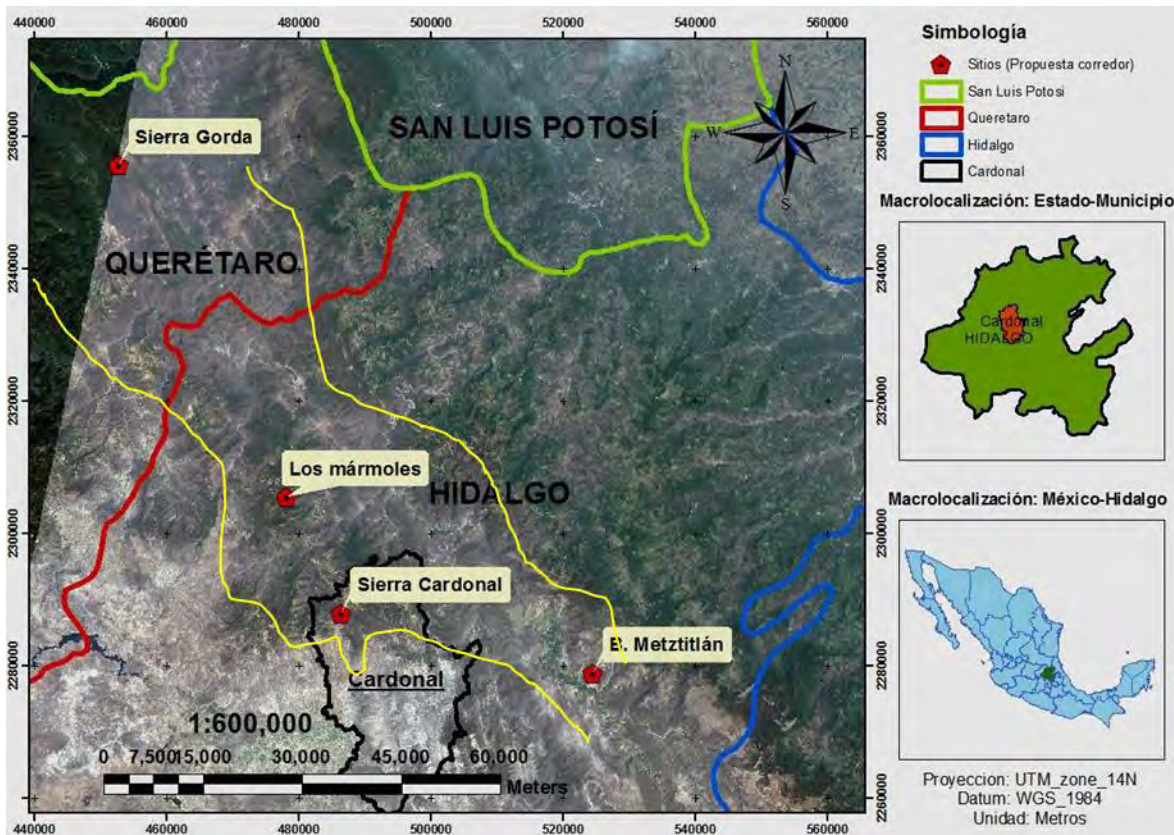


**Figura 8. Conexión entre la Sierra de Cardonal entre las ANP Parque Nacional Los Mármoles y la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán.**

Al comparar la diversidad de mamíferos de Cardonal con las áreas naturales protegidas de la “Barranca de Metztitlán” y de “Los Mármoles” identificamos la importancia de esta región hidalguense al encontrar 17 de las 19 especies consignadas bajo algún estatuto de protección a la fauna silvestre en el estado de Hidalgo (Rojas-Martínez *et al.*, 2016). Del mismo modo, entre El Parque Nacional “Los Mármoles” y La Reserva de la Biósfera “Sierra Gorda” existe un corredor biológico (SERFORH, 2010) (Figura 9).

El corredor entre la “Sierra Gorda” y “Los Mármoles” podría extenderse si la Sierra de Cardonal fuera declarada como área natural protegida. Esto permitiría crear una conexión hasta la Reserva de la “Biósfera Barranca de Metztitlán”, en este conjunto sumarían un total de 28 especies de mamíferos terrestres en algún

estatus de conservación, lo que equivale al 12% de las especies con algún rango de amenaza a nivel nacional (Ceballos *et al.*, 2012). Además, la parte del corredor Bosque Mesófilo de Montaña que corre por la Sierra Madre Oriental, podría extenderse un 20% a lo ancho, hacia las zonas semiáridas del oeste ubicadas en los estados de Hidalgo y Querétaro, con lo cual se proveería un paso a las especies con afinidad neártica y Neotropical.



**Figura 9.** Propuesta del corredor biológico (amarillo) entre la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda- Parque nacional Los Mármoles- Sierra de Cardonal y Reserva de la Biósfera de la Barranca de Metztitlán.

Por las razones expuestas, es necesaria la conservación de la Sierra de Cardonal ya que tiene un papel importante en la alimentación, distribución, desplazamiento y flujo génico de la mastofauna del centro del país.

## CONCLUSIONES

1. Se obtuvo un registro de 32 especies de mamíferos terrestres en la Sierra de Cardonal, Hidalgo.
2. La mayor riqueza de mamíferos terrestres se registró en el Bosque semiárido (BSA) que cuentan con 22 especies y le siguieron el Bosque templado BT y Bosque-matorral semiárido B-MSA con 21 especies por sitio.
3. En esta Sierra se registraron cuatro especies de mamíferos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES ó UICN: *Leopardus wiedii*, *Leopardus pardalis*, *Puma concolor* y *Lepus callotis*.
4. Ocho especies son endémicas (*Cryptotis parva*, *Sorex veraecrucis*, *Sylvilagus cunicularius*, *Lepus callotis*, *Peromyscus difficilis*, *Peromyscus yucatanicus*, *Sigmodon leucotis* y *Neotomodon alstoni*)
5. Las zonas con mayor similitud faunística fueron el Bosque-matorral semiárido (B-MSA) y el Matorral semiárido (MSA).
6. Debido a la riqueza de especies de flora y fauna, a la alta diversidad  $\beta$  de mamíferos terrestres y a la posición geográfica de la Sierra de Cardonal, esta Sierra debe ser considerada para formar parte de un corredor biológico entre la Reserva de la Biósfera —Barrancas de Metztitlán” y el Parque nacional —Los Mármoles”, que inclusive podría expandirse para conectar las —Barrancas de Metztitlán” con la Sierra Gorda, Querétaro.

## LITERATURA CITADA

- AGUILAR-LÓPEZ, M., A. ROJAS-MARTÍNEZ, C. CORNEJO-LATORRE, C. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, V. D. VITE-SILVA, Y J. RAMOS-FRÍAS. (2015). Registros notables de mamíferos del estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* 31:3: 403-411.
- ALCORN, J.B. (1994). —Noble savage or noble state?: northern myths and southern realities in biodiversity conservation”. *Etnocológica* 3: 7-19
- ALBERT, S. K., L. NELSON, L. CH. ALBERT. (1994). —Deer, small mammal, and songbird use of thinned piñon-juniper plots: preliminary results”. *Piñon-Juniper Symposium* Agosto 8-12. Flagstaff, Arizona. 50-63 p.
- ÁLVAREZ, T., Y F. DE LACHICA. (1974). Zoogeografía de los vertebrados de México en: el escenario geográfico, recursos naturales. Instituto Nacional de Antropología e Historia 217-302
- ÁLVAREZ ICAZA, P. (2013). —Corredor Biológico Mesoamericano En México”. Conabio. *Biodiversitas*, 110:1-5
- ÁLVAREZ VILLANUEVA, R. C., G. GONZÁLEZ, M. A. ARMELLA Y L. YÁÑEZ. (2003). Historia. Biología y conservación de un símbolo olvidado de México: El lobo gris mexicano. *Contactos* 48: 49-56.
- ÁNGELES-CERVANTES, E. (1984). Producción de semillas en un piñonar en el estado de Hidalgo, México”. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 60p.
- ANDUAGA, S., (2007). —Nuevos registros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en detritus de madrigueras de *Neotoma albigula* Hartley (Rodentia: Muridae)”. *Acta Zoológica Mexicana* 143-144.
- ARANDA, J. M. (1981). Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto de Investigaciones Sobre los Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz.
- ARANDA, J. M. (2015). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Primera reimpresión. CONABIO. México.
- ARÉVALO, E. J. (2001) *Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación*. Asociación Conservacionista de Monteverde. Costa Rica. Pp-18.
- ARITA, H. (1987). Identificación de pelos de guardia de mamíferos del Valle de México. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- ARITA, H. Y G. CEBALLOS. (1997). —Los Mamíferos de México: Distribución y estado de Conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2:33-71.
- BACA-IBARRA, I. y I. SÁNCHEZ-CORDERO. (2004). —Catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del estado de Oaxaca, México” *Anales del Instituto de Biología*. 75:001.



- BADII, M. H., J. LANDEROS., Y E. CERNA. (2008). —“Patrones de asociación de especies y sustentabilidad”. *International Journal of Good Conscience*. 3:1.
- BALDA, RUSSELL P., N. MASTERS. (1980). Avian communities in the pinyon-juniper woodland: a descriptive analysis. En: DEGRAAF M., M. RICHARD. technical coordinator. *Management of western forests and grasslands for nongame birds: Workshop proceedings*; 1980 February 11-14; Salt Lake City, UT. Gen. Tech. Rep. INT-86. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station: 146-169.
- BALL, J. (2008). *Animales migratorios*. Pleasantville, NY: Weekly Reader Publications 24p.
- BEKOFF M. (1977). —“El coyote *Canis latrans* Say. 1822 Mammalian Species”. 79:1-9.
- BADII, M.H., J. CASTILLO, A. WONG & J. LANDEROS. (2006) —“Precisión de los índices estadísticas: Técnicas de Jackknife & Bootstrap”. Universidad Autónoma de Nuevo León, Impreso en México. *InnOvaciOnes de NegOciOs* 4(1): 63-78,
- BEJER P. Y R. NOSS. (1998). *Do Habitat Corridors Provide Connectivity Conservation Biology*. 12(6): 1241-1252.
- BENNETT A. 1998. *Enlazando el paisaje: el papel de los corredores biológicos y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. Gland, suiza. IUCN 276p
- BENNETT, A. F. (2004). *Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. Unión Mundial para la Naturaleza. Costa Rica.
- BOEGE, E. (2005). La diversidad de los pueblos indígenas de México: Hacia la conservación *in situ* de la biodiversidad y agro-biodiversidad. SEMARNAT, México
- BRIONES-SALAS, M. (2000). —“Lista anotada de los mamíferos de la región de la Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México”. *Acta Zoológica Mexicana* 81:83-103
- CANET-DESANTI, L. (2005). Ficha Técnica para el Diseño y Oficialización del Corredor Biológico Alexander Skutch. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical. 163 P.
- CANET-DESANTI, L. (2007). *Herramientas para el diseño, gestión y monitoreo de corredores biológicos en Costa Rica*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 217 P.
- CÁRDENAS-CRUZ, K., E. REVUELTAS, E. POMPA-CASTILLO, R., AVIÑA-HERNÁNDEZ., J. PÁEZ-REYES, R. RIVERA-REYES, Y E. ÁNGELES-CERVANTES. (2014). —“Efectos de los incendios forestales sobre la dispersión de mastofauna silvestre”. Contribución del XII Congreso de

- Nacional de Mastozoología celebrando los 30 años de la AMMAC. Puebla de Zaragoza, México.
- CASTELLANOS, M. R. Y J. S. LEAL. (2013). *La persona, la enfermedad y los cuidados. Enfermedades neurológicas más frecuentes: conocimiento y actuación. Parte II*. Sociedad Española de Enfermería Neurológica (SEDENE). Tratado de enfermería neurológica (3.ª Edición) y Elsevier, España, S.L.2013, Pp. 43–53.
- CASTILLO-GÁMEZ, R.A., J.P. GALLO-REYNOSO, J. EGIDO-VILLARREAL Y W. CAIRE. (2010). Mamíferos. En: MOLINA-FREANERY F.E., T.R. VAN DEVENDER, eds. *Diversidad biológica de Sonora*. UNAM, MÉXICO, PP. 421-436.
- CCAD-PNUD/GEF. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2002). Proyecto Para La Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. 01.
- CCAD. (2013) Plan Director Cbm-2020 Gestión Territorial Sostenible En El Corredor Biológico Mesoamericano. México. 14pp.
- CEBALLOS, G. y D. NAVARRO. (1991). Diversity and conservation of Mexican mammals. Pp. 167-198. En: M. A. Mares y D. J. Schmidly, Eds). *Latin American Mammalogy: History, Biodiversity, and Conservation*. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.
- CEBALLOS, G. Y P. RODRÍGUEZ. (1993). Diversidad y conservación de los mamíferos de México: 11. Patrones de endemidad. Pp. 87-108. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R. A. MEDELLÍN, Y G. CEBALLOS, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. 1: 1-464.
- CEBALLOS, G, J. ARROYO, C., Y R. A. MEDELLÍN. (2002). Mamíferos de México. Pp. 377-413 En: (G. CEBALLOS Y J. A. SIMONETTI, editores). *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- CEBALLOS, G., J. ARROYO-CABRALES, Y R. A. MEDELLÍN. (2002). —Mamíferos de México. En: *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*”. (ed. G. Ceballos y J. A. Simonetti) pp. 377-413. México, D. F.: CONABIO-UNAM.
- CEBALLOS G. Y G. OLIVA, eds. (2005). *Los Mamíferos Silvestres De México*. CONABIO – UNAM – FONDO DE CULTURA ECONÓMICA, MÉXICO D.F.
- CEBALLOS, G. Y J. ARROYO-CABRALES. (2012). —List actualizada de los mamíferos de México” *Revista Mexicana de Mastozoología* 2;1. Pp 27-80.
- CELIS-DIEZ JL., S. IPPI, A. CHARRIER Y C. GARÍN, (2011). *Fauna de los bosques templados de Chile. Guía de campo de los vertebrados terrestres*. Ed., Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.

- CERVANTES, F. A., MATAMOROS-TREJO, G. Y MARTÍNEZ-MATEOS, I. (1995) —Mamíferos silvestres de la unidad de evaluación y monitoreo de la biodiversidad —Ing Luis Macías Arellano”, San Cayetano, Estado de México. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 66(2): 233-239.
- CERVANTES, A., S. RAMÍREZ Y N. RAMÍREZ-VITE. (2002) —Mamíferos pequeños de los alrededores del poblado de Tlalchinol.”. *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, 66(2):233-239.
- CERVANTES, F., V. S. RAMÍREZ, V. RAMÍREZ Y C. BALLESTEROS. (2004). —New records of mammals from Hidalgo and Guerrero, Mexico”. *The Southwestern Naturalist* 49:122-124.
- CFSPH Y IICAB, (2010). —Hantavirus: Fiebre Hemorrágica con Síndrome Renal (FHSR), Síndrome Pulmonar por Hantavirus (SPH), Nefrosonefritis Hemorrágica, Fiebre Hemorrágica Epidémica, Fiebre Hemorrágica Coreana, Nefropatía Epidémica (NE)” College of Veterinary Medicine. Iowa, US. Pp-9.
- CHALLENGER, A., Y J. SOBERÓN. 2008. *Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, PP. 87-108
- CHAPMAN, J. A. Y G. A. FELHAMER (Editors), (1982). *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Economics*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. Pp 91.
- CHÁVEZ-ANDRADE, M., J. LUÉVANO-ESPARZA, G. E. QUINTERO-DÍAZ, H. V. BÁRCENAS, Y G. CEBALLOS. (2015). —Mamíferos de Aguascalientes”. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 5:2.
- CHÁVEZ, C. y G. CEBALLOS. (1998). —Diversidad y estado de conservación de los mamíferos del Estado de México”. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 3:113-134.
- CHÁVEZ, C., G. CEBALLOS, R. LIST, I. SALAZAR, y L. ESPINOZA, (2009). Mamíferos. En: G. CEBALLOS y R. LIST, ed., *Biodiversidad biológica del Estado de México*, 1ra ed. Toluca de Lerdo, Estado de México: Secretaría del Medio Ambiente, pp.147-150.
- CHIA, E. K., M. BASSETT, W. STEVE, J. LEONARD, J. GREG, E. G. HOLLAND, M. RITCHIEA, F. CLARKE, Y F. BENNETTA. (2016) —Effects of the fire regime on mammal occurrence after wildfire: Site effects vs. landscape context in fire-prone forests”. *Forest Ecology and Management* 363: 130-139.
- CHIRIVÍ HENRIQUEZ, 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 Facultad de Ciencias Carrera de Biología Bogotá, D. C.

- CITES. (2008). Annotated CITES Appendices and Reservations. UNEP-World Conservation Monitoring Centre, Geneva, Switzerland.
- COED. (2003). *Indicadores Ambientales del Estado de Hidalgo*. Consejo Estatal de Ecología. México. 35 pp.
- CONANP, (2001). *Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca*. 1ra. Ed D.F., México. Pp. 25-33.
- CONANP. (2003). *Programa de manejo para la Reserva de la Biósfera Barrancas de Metztitlán*. 1ra ed. CONANP, México pp 202.
- CONANP. (2003). *Programa de manejo para la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna*. 1era ed. CONANP, México. Pp12-60.
- CONABIO. (2010). *El bosque mesófilo de montaña en México: Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 197 pp. México D.F., México.
- CONANP. (2012). *Programa de manejo del Parque Nacional Pico de Orizaba*. 1era. Ed. CONANP. Universidad Veracruzana. Veracruz, México: Pp 30.
- CONANP. (2014). *Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida de competencia de la Federación con la categoría de Reserva de la Biosfera "Desierto Semiárido de Zacatecas*. 303 pp
- COOKE, S.J., S.G. HINCH, M. WIKELSKI, R.D. ANDREWS, L.J. KUCHEL, T.G. WOLCOTT Y P.J. BUTTLER. (2004). —"Bioclimetry: a mechanistic approach to ecology". *Trends in Ecology and Evolution* 19: 334–343.
- CONABIO. (2003). —"Corredor Biológico Mesoamericano". *Biodiversitas* 4:1-3
- CONABIO. (2007). —"Comercio sustentable. Por un consumo responsable y comprometido con el medio ambiente. Catálogo de productos y servicios". Corredor Biológico Mesoamericano México. Programa de Recursos Biológicos Colectivos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- CONTRERAS-MACBEATH, T. Y F. URBINA. (1995). —"Historia Natural del área de protección de flora y fauna silvestre, Corredor Biológico Chichinautzin". SEP/FOMES, Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM. 35 pp
- CONTRERAS-MACBEATH T. R. Y MONROY. (2000). Diagnóstico Social y Diseño de la Estrategia Operativa para el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin y de los Parques Nacionales El Tepozteco y Lagunas de Zempoala. En: Reporte Técnico para el —"Global Environmental Facility" del Banco Mundial. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 85 pp.
- CORONEL, H. (2004). —"Inventario de la Mastofauna Terrestre: El caso del Rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo". Tesis de Licenciatura. UAEH, Hidalgo. 90 pp.



- CUAUTLE GARCÍA, L. M. (2007) —Diversidad de roedores en la Reserva de la Biósfera Sierra de Michilía en relación con la heterogeneidad ambiental a nivel macrohábitat y microhábitat”. Tesis de Maestría. Instituto de ecología. Xalapa, Veracruz.
- DeBLASE, A.F. y R.E. MARTIN. (1981). *A manual of Mammalogy*. 2° ed. W. C. Brown Co. Debuge, Iowa. EUA. 12:463 pp.
- DELFIN-ALFONSO, C. A., Y A. H. HERNÁNDEZ-HUERTA, (2007). —Gestión de microcuencas como estrategia de planificación del desarrollo de las comunidades rurales en las reservas de la biosfera: El caso de —La Michilía”, Durango, México. En: HALFFTER, G., GUEVARA, S. Y MELIC, A. (Editores). *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica*. m3m: Monografías Tercer Milenio 6: 79–87.
- DURÁN, A y A. LARIOS. (2001). Ordenamiento Ecológico Territorial de Hidalgo. INEGI.
- EAST, R. (1981). —Species-Area curves and populations of larger mammals in African savanna reserves”. *Biological Conservation* 21:111-126.
- DURRELL, D. Y L. DURRELL. (1992). *Guía del Naturalista*. Tursen Hermann Blume ediciones. 1ª Ed. Madrid. 323 p.
- ECOPROTEC AMBIENTAL (2006). Obras complementarias para la línea de transmisión las Mesas–Querétaro potencia maniobras; tramo estado de Hidalgo y estado de Querétaro. SCT. Hidalgo, México.
- EGUILUZ, T. (1982). —Clima y distribución del género *Pinus* en México”. *Revista Ciencia Forestal*, 38 (7): 30-44.
- ESCALANTE, T., G. RODRÍGUEZ, N. GÁMEZ, L. LEÓN-PANIAGUA, O. BARRERA Y V. SÁNCHEZ-CORDERO. (2007). —Biogeografía y conservación de los mamíferos”. En: LUNA, I., J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA (2007). *Biodiversidad de la faja volcánica transmexicana*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza e Instituto de Biología.
- ESPINOSA, D., S. OCEGUEDA *et al.* (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 33-65.
- EVANS, R. A. (1998). Management of pinyon-juniper woodlands. Gen. Tech. Rep. INT-249. Ogden, UT: US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. 34 p.
- FA, J. E. Y L. M. MORALES. (1993). —Patterns of mammalian diversity in Mexico. Pp. 319-361. En: P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, editors). *Biological Diversity of Mexico. Origins and distribution* (T. Oxford University Press, New York.
- FARÍAS-GONZÁLEZ V. (2011). Conceptos ecológicos y técnicas para la conservación de conejos y liebres. En: SÁNCHEZ, O.; P. ZAMORANO: H.

- MOYA, INE-SEMARNAT *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres de México*, pp. 229-248.
- FELDHAMER, G. A., L. C. DRICKAMER, S. H. VESSEY, Y J. F. MERRITT. (1999). — *Mammalogy: Adaptation, Diversity, and Ecology*. WCB/McGraw-Hill, Dubuque, Iowa, 563 pp.
- FELDHAMER, G. A., L. C. DRICKAMER, VESSEY, S. H., MERRITT, J. F., Y C. KRAJEWSKI, (2015). *Mammalogy: Adaptation, Diversity and Ecology*. 4th ed. John Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.
- FERNÁNDEZ J. A., F. A. CERVANTES Y M. C. CORONA-VARGAS. (2015). Mamíferos del Estado de Tlaxcala, México. Pp. 446-470. En: BRIONES-SALAS, M., Y. HORTELANO-MONCADA, G. MAGAÑA-COTA, G. SÁNCHEZ-ROJAS, Y J. E. SOSA-ESCALANTE, eds. *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Distrito Federal, México.
- FLORES-VILLELA O. Y P. GEREZ, (1994). — *Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados, vegetación y uso de suelo*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Biótico-Conservación Internacional, Xalapa, Veracruz, México. 320pp.
- FLORES M., G., J. L. JIMÉNEZ, X. S., MADRIGAL, F. MONCAYO Y F. TAKAKI (1971). *Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana*. SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRÁULICOS. MÉXICO, D. F. 59 PP.
- GALLINA, S. Y C. LÓPEZ-GONZÁLEZ (editor). (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Universidad Autónoma de Querétaro- INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A. C. QUERÉTARO, MÉXICO. I:377 pp.
- GALLINA, S., A.GONZÁLEZ -ROMERO y R. H. MANSON. (2008). Mamíferos medianos y pequeños. En: MANSON R. H., V. HERNÁNDEZ-ORTIZ, S.GALLINA Y K. MEHLTRETER. *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. INECOL e INE-SEMARNAT, MÉXICO, 348 P.
- GÁMEZ, N., T. ESCALANTE, G. RODRÍGUEZ, M. LINAJE, Y J. MORRONE, (2012). — *Caracterización biogeográfica de la Faja Volcánica Transmexicana y análisis de los patrones de distribución de su mastofauna*. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 83(1), 258-272.
- GAONA, S., S. GONZÁLEZ-CHRISTEN, Y R. LÓPEZ-WILCHIS. (2003). — *Síntesis del conocimiento de los mamíferos silvestres del Estado de Veracruz, México*. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 1:91–124.
- GARCÍA R. (2002). *Biología de la Conservación: conceptos y prácticas*. Heredia, Costa Rica. INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD (INBIO). 166 P.

- GARCÍA E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen*. Instituto de Geografía, UNAM, 6:98.
- GARTON, E. O., M. J. WISDOM, F. A. LEBAN Y B. K. JOHNSON. (2001). Experimental design for radiotelemetry studies. Pp: 15–42. EN: MILLSPAUGH, J.J. Y J.M. MARZLUFFE (EDS.). *Radio tracking and animal populations*. Academic Press, SAN DIEGO, CALIFORNIA.
- GOLDMAN, E. A. Y R. T. MOORE. (1946). —Biot provinces of Mexico”. *Journal of Mammalogy*, 26:347-360.
- GONZÁLEZ, A Y M. SOSA. (2003). —Análisis de la vegetación del área de protección de flora y fauna Cañón de Santa Elena (desierto chihuahuense, México) utilizando Modelos Digitales de Elevación” *ECOSISTEMAS*, XII:2.
- GONZÁLEZ–ORJEA, J. A., A. DE LA FUENTE–DÍAZ–ORDAZ, L. HERNÁNDEZ–SANTÍN, D. BUZO–FRANCO, Y C. BONACHE–REGIDOR, (2010). —Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México”. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33.1: 31–45.
- GONZÁLEZ ROMERO, A., (2011). Métodos de estimación, captura y contención de mamíferos En: GALLINA, S. Y C. LÓPEZ-GONZÁLEZ (editor). 2011. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. Pp. 124-131.
- GONZÁLEZ ROMERO, A., (2011) Cinco métodos sencillos para estimar el tamaño de las poblaciones de fauna silvestre. En: Gallina, S. y C. López-González (editor). 2011. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. Pp. 151-164.
- GONZÁLEZ ELIZONDO, M. S., Y C. CORTÉS ORTIZ. (1993). —Vegetación de la Reserva de la Biósfera —LaMichilia, Durango, México”. *Acta Botánica Mexicana*, 22:1 - 104
- GRIFFIN, J. R., (1962). —One morphology in *Pinus sabiniana*” *Journal of the Arnold Arboretum*. 45: 260—273.
- GRIFFIN, J. y R. Stone (1967). —Mab Cypress in northern California: A geographic review”. *Madroño*. 19:19-27.
- GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, C. E. (2008). La comunidad de carnívoros en dos tipos de vegetación semiárida en Cadereyta, Qro. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana. Pp.-119.
- HALFFTER, G. (1996). Biodiversity conservation and protected areas in tropical countries. En: di CASTRI, F. Y T. YOUNE´S (eds). *Biodiversity, Science and Development*. International Union of Biological Science and CAB International. Pp 212-222.

- HALFTER, G. (2005) —“Towards a culture of biodiversity conservation”. *Acta Zoológica Mexicana* 21(2):133-135.
- HALFFTER, G., Y C. E. MORENO. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma, EN HALFFTER, G., J. SOBERÓN, P. KOLEFF Y A. MELIC (EDS.), *Sobre diversidad biológica: El Significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías tercer milenio, sociedad entomológica Aragonesa, Zaragoza, pp. 5-18.
- HALL, E.R. (1981). *The Mammals Of North America*. The Ronald Press Co. Nueva York., 1: 546-579, 2: 601-1181.
- HERNÁNDEZ VALLECILLO, G., (2016). Riqueza y densidad de roedores en condiciones postincendio en un bosque de piñón-junípero”. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- HERNÁNDEZ-FLORES, S. (2006). Lista Anotada y Distribución de los Mamíferos del Parque Nacional el Chico Hidalgo, México. Tesis de licenciatura Instituto de ciencias básicas e ingeniería, UAEH, Hidalgo. México.
- HIDALGO-MIHAT, G. Y D. L. OLIVERA-GÓMEZ. (2011). Radio telemetría de Vida Silvestre. En: *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp.
- HOBBS, R. (1993). —“Can Revegetation Assist in the Conservation of Biodiversity in Agricultural Areas?” *Pacific Conservation Biology*. 1: 389-391.
- HILDEBRAND, M. (1995). *Analysis of Vertebrates structure*. 4th ed. John Wiley & Sons INC. New York.
- INEGI, (2009) Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Cardonal, Hidalgo. Clave geoestadística 13015.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, (2000). *Proyecto para la recuperación del lobo mexicano (Canis lupus bayeli)*. SEMARNAT Primera Ed. México.
- IÑIGUEZ, L. I., Y E. SANTANA C. (1993). Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos del occidente de México. Pp. 66-86 En: R. A. Medellín y G. Ceballos, eds. *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicación Especial número 1, México, Distrito Federal.
- JOHNSON, T. N., JR. (1962). —“One seeded juniper invasion of northern Arizona”. *Ecological Monographs* 32:187-207.
- JUÁREZ, D., C. ESTRADA, M. BUSTAMANTE, Y. QUINTANA, J. MOREIRA Y J. E. LÓPEZ. (2007). *Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos medianos y mayores de Guatemala*. 88pp.
- KENWARD, R.E. (2001). Historical and practical perspectives. Pp. 3–12. EN: MILLSPAUGH, J.J. Y J.M. MARZLUFF (EDS.). *Radio tracking and animal populations*. Academic Press, San Diego, California.

- KEVIN J. GASTON Y J. I. SPICER, (2004). *Biodiversity: an introduction* Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- KOLEFF, P., J. SOBERÓN *et al.*, (2008). *Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies, en capital natural de México, vol. I: conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, PP. 323-364.
- KOWALSKI, K. (1981). *Mamíferos: Manual de Teriología*. Blume, Madrid 532 p.
- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Última reforma publicada DOF 04-06-2012
- LEOPOLD, A. S. (1965). *Los mamíferos de México*. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales. México.
- 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* (n.s.), 28(3): 566-585.
- LIRA, TORRES. I., L. A., MORA, M. E. CAMACHO Y R. E. GALINDO. (2005). —Mastofauna del Cerro de la Tuza, Oaxaca". *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:6–20.
- LÓPEZ-WILCHIS, R. y J. LÓPEZ. (1999). *Los mamíferos de México Depositados en Colecciones de Estados Unidos y Canadá*. Vol. 2 UAM. Unidad Iztapalapa. McGraw-Hill, New York. 563 p.
- MAFFI, L. (ed). (2001). *On Biocultural Diversity: linking language, knowledge and the environment*. Smithsonian Institution Press. 578 pp.
- MANTEROLA, C., D. AMOR-CONDE, F. COLCHERO, A. RIVERA, E. HUERTA, A. SOLER, Y E. PALLARES. (2011). -El jaguar como elemento estratégico para la conservación". CONABIO. *Corredor Biológico Mesoamericano* 8.
- MASON-ROMO, D. (2005). Efectos de la perturbación del hábitat y la estacionalidad climática en la Dieta del ratón espinoso mexicano *Liomys irroratus* (Gray, 1868) en una selva seca del sur del estado de Morelos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 133 p.
- MARTELLA, M. B., E. TRUMPER, L. M. BELLIS, D. RENISON, P.F. GIORDANO, G. BAZZANO, R. M. GLEISER. (2012). —Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres". *Reduca (Biología)*. 5(1): 1-31.
- MARTÍNEZ GALLARDO, R. (2011). Inventario de los mamíferos pequeños y medianos de las zonas áridas y semiáridas de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Informe final. SNIB-CONABIO, proyecto No. GT026. México, D.F.
- MÁRQUEZ-CABALLERO, G. (2014). Alimentación de *Panthera onca* (Jaguar) y *Puma concolor* (Puma) en la Reserva Ecológica —EEdén, Quintana Roo, México. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana.

- MCVAUGH, R. (1952). *A trip to a botanically little known area in Queretaro*. Asa Gray Bull. 1: 169-174.
- MCVAUGH, R. Y J. RZEDOWSKI. 1965. Synopsis of the genus *Bursera* L. in western México, with notes on the material of *Bursera* collected by Sessé & Mociño. Kew Bull. 18: 317-382.
- MEDELLÍN, R. D. AZUARA, L. MAFFEI, H. ZARZA, H. BÁRCENAS, E. CRUZ, R. LEGARIA, I. LIRA, G. RAMOS-FERNÁNDEZ, Y S. ÁVILA, (2006). Censos y Monitoreo, pp. 25-35. EN: CHÁVEZ C. Y G. CEBALLOS (EDS.). *El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. CONABIO-ALIANZA WWF TELCEL-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO. D. F.
- MEJENES-LÓPEZ, S., M. HERNÁNDEZ-BAUTISTA, J. BARRAGAN, Y J. PACHECO. (2010). —Los mamíferos de Hidalgo, México”. *THERYA*, 1: (3)161-188 pp.
- MEREDITH, R. W., J. E. JANEK, J. GATESY, O. A. RYDER, C. A. FISHER, E. C. TEELING, A. Y. GOODBLA, E. EIZIRIK, T. L. SIMÃO, T. STADLER, D. L. RABOSKY, R.L. HONEYCUTT, J.J. FLYNN, C. M. INGRAM, C. STEINER, T. L. WILLIAMS, T. J. ROBINSON, A. BURK-HERRICK, M. WESTERMAN, N. A. AYOUB, M. S. SPRINGER, y W. J. MURPHY. (2011). “Impacts of the Cretaceous Terrestrial Revolution and KPg Extinction on Mammal Diversification”. *SCIENCE* 334:521-524.
- MILLER, K., E. CHANG, Y N. JOHNSON. (2001). *En Busca de un Enfoque Común para el Corredor Biológico Mesoamericano*. EE.UU. World Resources Institute. 49 p.
- MILLS, J., J. CHILDS, T. KZIASEK., Y C. J. PERTERS, (1998). *Métodos para Trampeo y Muestreo de Pequeños Mamíferos para Estudios Viroológicos*. Centro Nacional de Enfermedades Infecciosas CDC. EEUU. OPS/OMS Instituto Nacional de Enfermedades, Chile.
- MIRANDA, F. Y E. HERNÁNDEZ (1963). *Fisiografía y vegetación. Las zonas áridas del centro y noreste de México*. Ed. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D. F. pp. 1-27.
- MIRÓN-RIVERA, J., R. J. AVIÑA-HERNÁNDEZ, D. L. MORENO-CRUZ, J. C. PÁEZ-REYES, A. VALLEJO-FERNÁNDEZ Y E. R. ÁNGELES CERVANTES. (2014). Mastofauna de la vertiente occidental del parque nacional cofre de Perote, Veracruz. XII Congreso Nacional De Mastozoología. Celebrando los 30 años de la AMMAC. Puebla, México.
- 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, Edo. de México, México.

- MONROY-VILCHIS, O., C. GARCÍA-MORALES, R. RUBIO-RODRÍGUEZ, A. HERNÁNDEZ-SAINT J. MARTIN, P. CASTRO-MEDINA, U. AGUILERA-REYES Y A. ORTIZ-GARCÍA. (2005). —Variación intraespecífica e individual de los pelos de mamíferos del estado de México: implicaciones en la identificación interespecífica”. *Ciencia Ergo Sum* 12:264-270.
- MONROY-VILCHIS, O., ZARCO-GONZÁLEZ, M. M., RODRÍGUEZ-SOTO, C., SORIA-DÍAZ, L., Y URIOS, V. (2011). —Estotrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad”. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 373-383.
- MONROY-VILCHIS O, M. ZARCO-GONZÁLEZ J. RAMÍREZ-PULIDO Y U. AGUILERA-REYES (2011). —Diversidad de mamíferos de la Reserva Natural Sierra Nanchititla, México”. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 237-248.
- MONTOYA M., J. M. (1966). —Mapas fitogeográficos sobre *Quercus oleoides*” *Cham. y Schl.* Turrialba 16: 57-66.
- MOORE, J.E., A.B. MCEUEN, R.K. SWIHART, T.A. CONTRERAS, Y M.A. STEELE, (2007). —Determinants of seed removal distance by scatter-hoarding rodents in deciduous forests”. *Ecology* 88, 529–2540.
- MORALES-GARCÍA, J. J. (2007). Ensamblaje de mamíferos terrestres en un bosque templado en áreas bajo diferente manejo forestal en Huasca de Ocampo, Hidalgo México. Tesis de Licenciatura. Instituto de ciencias básicas e ingeniería. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. México.
- MORENO-ESCOBAR, W. F. (2015). —Captura y contención de animales salvajes en cautiverio. Curso de bioseguridad y manejo de fauna silvestre. Instituto de Biología Tropical. Iquitos, Perú.
- MORENO, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, 1: 84. Zaragoza
- MURGUÍA, M. (1998). —Programa para calcular índices de similitud de a partir de matrices de presencia-ausencia”. *Asociación de Biólogos Amigos de la Computación*, A. C. México, D.F.
- MUÑOZ MARTÍNEZ, R. (1997). Relación roedor-vegetación en el sureste de Durango. En: ARROYO-CABRALES, J. Y O. J. POLACO, *Homenaje al profesor Ticúl Álvarez*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.
- NAVARRO-FRÍAS J., N. GONZÁLEZ RUÍZ Y S. T. ÁLVAREZ CASTAÑEDA. (2007). —Los mamíferos silvestres de Milpa Alta, Distrito Federal: Lista actualizada y consideraciones para su conservación”. *Acta Zoológica Mexicana* 23(3): 103-124
- NORMA OFICIAL MEXICANA. (2010). NOM–059–SEMARNAT–2010, Protección ambiental–Especies nativas de México de flora y fauna silvestres–Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o

- cambio—Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010. México, D.F. 93 pp.
- NOWAK, R. M. (1999). *Walker's Mammals of the world* 6a ed. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.
- OJASTI, J. (1993). *Utilización de la fauna silvestre en América Latina. Situación y perspectivas para un manejo sostenible*. Roma: FAO.
- OJASTI, J. (2000). *Manejo de fauna silvestre Neotropical*. Smithsonian Institution Biodiversity Program. Washington, USA. 5:304 pp.
- PECH-CANCHÉ, J. M., J. E. SOSA-ESCALANTE, y M. KOYOC CRUZ, (2009). —Guía para la identificación de pelos de guardia de mamíferos no voladores del estado de Yucatán, México” *Revista Mexicana de Mastozoología* 13:7-33.
- PERALTA-JUÁREZ, C. M. (2008). —Lista de *Peromyscus difficilis* (Rodentia:Muridae) en un bosque templado en el Parque Nacional Desierto de los Leones. D. F. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana
- PÉREZ-IRINEO, G. (2008) —Diversidad de Carnívoros terrestres en una selva mediana en el Distrito de Tuxtepec.” Tesis de Maestría en ciencias de la conservación. IPN, Oaxaca, México.
- PÉREZ-IRINEO G. Y A. SANTOS-MORENO. 2010. —Diversidad de una comunidad de mamíferos carnívoros en una selva mediana del noreste de Oaxaca, México”. *Acta Zoológica* 26 (3): 721-736.
- PINTO DE SÁ ALVES, L.C. Y ANDRIOLO, A. (2005). —Camera traps used on the mastofaunal survey of Araras Biological Reserve”, IEF-RJ. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2: 231-246
- PRETTY, J. N. y M. P. PIMBERT. (1995). —Beyond conservation ideology and the wilderness myth. *Natural Resources Forum*. 19(1):5-14.
- PRIETO-MATRÍNEZ, J. J. (2000). —Estimación del número de especies en un ecosistema de tamaño desconocido”. *Anales de Biología* Universidad de Murcia 23:(12)147-258.
- PROCOM. (2010). Manifestación de impacto ambiental modalidad regional del proyecto: Modernización del camino arenalito - la mesa – cardonal, km 0+000 AL Km 8+000, ubicado en el municipio de Cardonal, estado de Hidalgo. SCT. Hidalgo, México.
- POMPA-CASTILLO E., 2015, Efecto de los incendios sobre la diversidad florística en el Bosque de pino piñonero en Cardonal, Hidalgo. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México. D.F.
- PULIDO-FLORES, G., S. MONKS, Y J. FALCÓN-ORDAZ, (2013). Helminthos parásitos de algunos roedores (Mammalia: Rodentia) en San Miguel de Allende, Tepeapulco, Hidalgo, México. En: Pulido-Flores G. y S. Monk, eds.,



- Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas, Volumen II (Lincoln, NE: Zea Books, 2013).
- RAMESH, T., R. KALLE, Y C. T. DOWNS. (2016). "Predictors of mammal species richness in KwaZulu-Natal, South Africa". *Science direct. Ecological Indicators*. 385-393.
- RAMÍREZ, G. 2003. "El Corredor Biológico Mesoamericano en México". *Biodiversitas* 47:1-3
- RAMÍREZ-ALBORES, J. E., L. LEÓN-PANIAGUA Y A.G. NAVARRO-SIGÜENZA. (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
- RAMÍREZ-PULIDO, J., A. CASTILLO-MORALES, A.SALAME-MÉNDZ, Y A. CASTRO-CAMPILLO, (2004). "Características morfológicas y morfométricas de cinco especies de *Cryptotis* (Mammalia: Soricomorpha)". *Acta Zoológica Mexicana*, (20(2), pp.9-37.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., J. ARROYO-CABRALES Y A. CASTRO-CAMPILLO. (2005). "Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México". *Acta Zoológica Mexicana* 21:21-82
- RAMÍREZ-PULIDO, J., GONZÁLEZ-RUIZ, N., GARDNER, A. L., Y ARROYO-CABRALES, J. (2014). "List of Recent Land Mammals of México". *Special Publications: Museum of Texas Tech University* Number 63.
- RAMOS, C. H. Y F. GONZÁLEZ-MEDRANO. (1972). "La vegetación de la zona árida veracruzana". *Anales del Instituto de Biología, UNAM*. 43: 77-99.
- RANDELL BADILLO, J. (2008). Ordenamiento ecológico territorial regional en los municipios donde se ubica el Parque Nacional Los Mármoles. Consejo Estatal de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DQ006. México D. F.
- REID, S., I. A. DÍAZ, J. J., ARMESTO, Y M. F WILLSON. (2004). "Importance of native bamboo for understory birds in Chilean temperate forests". *The Auk*, 121(2), 515-525.
- RETANA, O. G., Y C. LORENZO. (2002). "Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación". *Acta Zoológica Mexicana* 85:25-49.
- ROBERGE J. M. y P. ANGELSTAM. (2004). Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology*. 18: 76-85.
- ROJAS-MARTÍNEZ, A., M. AGUILAR LÓPEZ Y C. CORNEJO LATORRE (2016). Diversidad de mamíferos del estado de Hidalgo. Contribución en el XIII Congreso de Mastozoología "Conocimiento y aplicación científica de la Mastozoología en México" Tuxtla, Chiapas, México.

- ROBERT, M. F. (1973). Contribution a l'étude des forêts de *Pinus cembroides* dans l'est du Mexique. Tesis. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier.
- ROMERO-R., F. (2005). Diversidad biológica, remanentes de vegetación natural y conservación de la cañada de Encinillas en Polotitlán, Estado de México. Tesis de Maestría, Facultad De Ciencias, UNAM, México D.F.
- RODRÍGUEZ, P. & H. T. ARITA. (2005). La diversidad beta como un elemento integrador de distintos patrones macroecológicos. Pp. 41-52 En: (G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff & A. Melic, eds.). *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías del Tercer Milenio, SEA, Zaragoza, España.
- ROJAS-MENDOZA, P. (1965). Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 75 pp.
- ROSENZEWEIG, M. L. (2003). —Reconciliation ecology and the future of species diversity. *Oryx* 37: 194-205.
- RUDRAN, R., T.H. KUNZ, C. SOUTHWELL, P. JARMAN Y A. SMITH. (1996). Observational techniques for non-volant mammals. Pag. 81-104. En: WILLSON, D. E., F.R. COLE, J.D. NICHOLS, R. RUDRAN Y M. S. FOSTER (eds). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press. USA. 409 pp.
- RUIZ-SERRANO, V. (2014). Índices de abundancia relativa de mamíferos en la parte occidental del Parque Nacional Pico de Orizaba, Puebla. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp.119.
- RUIZ-SOBERANES J. A. Y G. GÓMEZ-ÁLVAREZ. (2010). —Estudio mastofaunístico del Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México”. *THERYA*. 1(2): 97-110.
- RZEDOWSKI, J. 1966. —Vegetación del estado de San Luis Potosí”. *Acta científica potosina*. 5: 5-291.
- RZEDOWSKI, J. (2006). *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- SADLER, L. M. J., C. C. WEBBON, P. J. BAKER Y S: HARRIS. (2004). —Methods of monitoring red foxes *Vulpes velox* and badgers males: are field sing the answer?” *Mammal review*, 34: 75-98.
- SÁNCHEZ-CORDERO, V., F. BOTELLO, J. FLORES-MARTÍNEZ, R. GÓMEZ-RODRÍGUEZ, L. GUEVARA, G. GUTIÉRREZ-GRANADOS, A. RODRÍGUEZ-MORENO, (2014). —Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México” *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85.
- SÁNCHEZ-JASSO J. M., X. AGUILAR-MIGUEL, J. P. MEDINA-CASTRO Y G. SIERRA DOMÍNGUEZ. (2013). —Riqueza específica de vertebrados en un

- bosque reforestado del Parque Nacional Nevado de Toluca, México". *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 360-373.
- SANTIAGO-MARCIAL, A. E. (2009). —Área de actividad y movimiento de *Lyomis irroratus* (Gray, 1868) en una selva baja en el ejido Tepezcuintle, Tuxtepec, Oaxaca". Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca. IPN.
- SANTOS-MORENO, A. (2014). —Los mamíferos del estado de Oaxaca". *Revista Mexicana de Mastozoología*. 4:2.
- SÁNCHEZ, O. Y G. LÓPEZ. (1988) —Análisis teóricos de algunos índices de similitud aplicados a la Biogeografía". *Folia Entomológica Mexicana*. 75:119-145.
- SANTOS, A., A. L. TRUJANO, J. CALDERÓN, y M. BRIONES. (2000). —Topos y musarañas: animales misteriosos y poco conocidos". CONABIO. *Biodiversitas* 32:11-15
- SEMARNAT. (2013). *Programa de Manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl* Primera edición. D. F., México. Pp 40-43.
- SERVICIOS FORESTALES DE HIDALGO S. C. (2010). Estudio Regional Forestal de la Unidad de Manejo Forestal 1305 —Jacala-Tlahuiltepa". ASOCIACIÓN DE SILVICULTORES DE LA REGIÓN TLAHUILTEPA-JACALA A.C. Hidalgo, México.
- SERVICIOS DE INGENIERÍA EN VÍA TERRESTRE. (2006). —Estudio y Proyecto del Cardonal-Arenalito-La Mesa- Cieneguillas-Los Lirios del Km 15+000 al Km 32+000, en el estado de Hidalgo" SCT. Hidalgo, México
- SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN SINAC. (2008). *Guía práctica para el diseño, oficialización y consolidación de corredores biológicos en Costa Rica*. San José, C.R.
- SHUPP, E., J. GÓMEZ, J. JIMÉNEZ, Y M. FUENTES. (1997). —Dispersal of *Juniperus occidentalis* (western juniper) seeds by frugivorous mammals on Juniper Mountain, Southeastern Oregon". *Great Basin Naturalist*. 57(1): 74-78
- SILVEIRA, L., A. JÁCOMOA, Y J. DINIZ-FILHOA. (2003). —Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation". *Biological Conservation*", 114: 351-355.
- SRBEK-ARAUJO, A. C., Y A. GARCÍA. (2005). —Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil". *Journal of Tropical Ecology*. 21:121–125.
- STORK, N. Y M. SAMWAYS. (1995). *Inventing and monitoring*. In *Global Biodiversity Assessment*. (e.d. Heywood, V. y Watson, R.). Great Britain; UNEP. Pp 457-517.
- STOVES, J. L. (1957). —Fibre microscopy: Its technique and application". *National Trade Press*. Inglaterra.

- TAVIZÓN GARCÍA, J. P. (1998). —Estudio del nicho alimenticio de los mamíferos depredadores del Orden Carnivora en la Sierra del Carmen, noroeste de Coahuila, México”. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de nuevo León, México.
- TELLEZ-GIRON, G., MENDOZA-DURÁN, A. Y CEBALLOS, G. (2007) —Registros notables de mamíferos del oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 97-100.
- TOLEDO, V. M. (1998). —La diversidad biológica de México”. *Ciencia y Desarrollo*, 81:17-30.
- TOLEDO, V. M. (2001). —Biodiversity and indigenous peoples. En: S. LEVIN *et al.*, (eds.). *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press. Pp. 1,181-197.
- TOLEDO, V. M. (2001). —El otro zapatismo: Luchas indígenas de inspiración ecológica en México. *Ecología Política* (Barcelona) 18:11-22.
- TOLEDO, V. M. (2005). —Repensar la conservación: ¿Áreas naturales protegidas o estrategia bioregional? Instituto Nacional de Ecología. *Gaceta ecológica* 77:67-83
- TORRES A., A. VELÁZQUEZ Y J. LOBATO (2013). —Riqueza, diversidad y patrones de distribución espacial de los mamíferos”. *DOCE*. PP. 277-299.
- TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. DE R.L. DE C.V. (2012). Gasoducto Tamazunchale–El Sauz. Agencia Internacional de Energía (AIE) Manifestación de impacto ambiental modalidad regional. SEMARNAT, México.
- VALDEZ-CORONEL, C. M. 2014. Catálogo de los pelos de guardia dorsal de los mamíferos terrestres en el municipio de Hermosillo, Sonora, México. Tesis de licenciatura. Universidad de Sonora.
- VALLEJO FERNÁNDEZ, A. (2013). La conservación del jaguar en áreas naturales protegidas por certificación voluntaria (ANPCV) y centros ecoturísticos de autogestión comunitaria (CEAGC). Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM, México.
- VAN DRIESCH, R.G., M.S. HOODLE, Y T.D. CENTER. (2007). *Control Biológico: Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. Traducido por RUIZ-CANCINO, E.R., CORONADA, BLANCA, J., Y ALVAREZ J. M. Editado por Forest Health Technology Enterprises Team. 765 p.
- VÁZQUEZ, J., V. FARÍAS, L. RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, A. BAUTISTA, G. PALACIOS-ROQUE, Y M. MARTÍNEZ-GÓMEZ, (2013). —Ámbito hogareño del conejo mexicano (*Sylvilagus cunicularius*) en un bosque templado del centro de México”. *Therya*, 4(3), pp.581-595.
- VILLA RAMÍREZ, B. (1976) —Biología de los Murciélagos Hematófagos”. *Ciencia Veterinaria* 1.UNAM.
- VINES, ROBERT A. (1960). *Trees, shrubs, and woody vines of the Southwest*. Austin, TX: University of Texas Press. 1104 p.

- VOIGHT, D. Y W. BERG. (1987). Coyote. Pp 345-357 En: M. Novak, J. Baker, M. Obbard y B. Malloch, eds. Wild furbearer management and conservation in North America. Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto, Canada, pp. 108.
- WALKER, S., A. NOVARO, Y J. NICHOLS, (2000). —Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos”. *Mastozoología Neotropical*, 7: 73-80
- WILLSON, G. J. Y R. J. DELAHAY. (2001). —A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation”. *Wildlife Research*. 28:151-164.
- DON E. Y D. M. REEDER, (editors). (2005). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed). Johns Hopkins University Press, 2,142 pp.
- WHITAKER, JR., J. O. (1974). —*Grypotis parva*”. *Mammalian species* 43 pp. 1-8.
- YAXAL-NA Consultoría en Recursos Naturales y Desarrollo Social S.C. (2010). Estudio para la identificación de especies de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional Palenque, Palenque, Chiapas, México. Proyecto CONANP/DRFSIPS/AD-ES-003/2010
- ZANONI, THOMAS A. y P. ADAMS, ROBERT (1976). —The genus *Juniperus* in México and Guatemala: numerical and chemosystematic analysis”. *Biochemical Systematics and Ecology*. 4: 147-158.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS CITADAS

- ASOCIACIÓN MEXICANA PARA LA CONSERVACIÓN Y ESTUDIO DE LOS LAGOMORFOS A.C. AMCEL. 2003. En (<http://www.ibiologia.unam.mx/amcela>), consultada el 14 de julio de 2014.
- ASOCIATION OF PROTECTION OF FUR BEARERS, (2015). Revisado el 17 de Septiembre de 2015 en: <http://furbearerdefenders.com>
- CEBALLOS, G., J. CRUZADO, R. LIST, P. MANZANO, J. PACHECO, G. SANTOS, Y M. ROYO, (2008). Ecología y Conservación del perrito de la pradera. Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre Instituto de Ecología, UNAM. Recuperado el 24 de Septiembre de 2016 en: <http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/eycfs/faunos/Programas/Programas/perrito.html#p6>
- CONABIO, (2014). Consultada el 15 de Julio de 2016. (<http://conabio.inaturalist.org/taxa/43111-Sylvilagus-cunicularius>).
- CONANP, 2008. Revisado el 13 de Septiembre de 2016 recuperado de: <http://elpinacate.conanp.gob.mx/biodiversidad.php>.

- CONABIO, (2016). Corredores Biológicos. Revisado el 13 de Junio de 2015 en:  
<http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html>
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, (2010). Revisado el 15 de Agosto de 2015 En:  
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf>
- El Sol de Durango (2016). Revisado el 9 de Octubre de 2016. Recuperado de:  
<http://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/340742.corredores-biologicos-prottegidos.html>
- FLORES-LEÓN, R. (2015). —“Hantavirus”. Laboratorio de Virus Hemorrágicos. *InDRE* Departamento de Microbiología y parasitología. Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado el 24 de Septiembre de 2015 en:  
<http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/virologia/hantavirus.html>
- GALLINA, S. (2016). —“Las cámaras trampa, una herramienta para conocer la biodiversidad”. Consultado el 28 de Octubre de 2016 en:  
<http://www.ecologia.edu.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/236-las-camaras-trampa-una-herramienta-para-conocer-la-biodiversidad>
- GRANADOS-SÁNCHEZ, D. P. RUÍZ-PUGA, Y H. BARRERA-ESCORCIA, (2008). Ecología de la herbívora. *Revista Chapingo*. 14(1), 51-63. Recuperado en 24 de septiembre de 2016, de  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-32312008000100009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-32312008000100009&lng=es&tlng=es).
- INEGI. (2009). —“Anuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Cardonal, Hidalgo Clave geoestadística 13015” Revisado el 13 de Octubre de 2015 en:  
<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/13/13015.pdf>
- INEGI, (2016). Revisado el 14 de Octubre de 2016 en:  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825169923/702825169923\\_11.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825169923/702825169923_11.pdf)
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. (2016). *Www2.inecc.gob.mx*. Revisado el 9 de Octubre de 2016. En:  
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/108/mor.html>
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. (2007). *Www2.inecc.gob.mx*. Revisado el 9 de Octubre de 2016. En:  
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/2/pinacate.html>

IUCN 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2016-2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Revisado entre 23 de Septiembre 2015 y 01 de Septiembre 2016.

MARTÍNEZ-CORONEL, M. F. CERVANTES, Y Y. HORTELANO-MONCADA (2014). -Crecimiento postnatal y desarrollo del vuelo en el murciélago *Leptonycteris yerbabuena* en Chiapas, México". *THERYA*, 5(1), 303-322. [HTTP://DX.DOI.ORG/10.12933/THERYA-14-173](http://dx.doi.org/10.12933/therya-14-173)

MOTA, D. (2011). Hidalgo suma 77 Incendios Forestales en 2011. El Universal, recuperado el 21 de febrero de 2016 en: <http://archivo.eluniversal.com.mx/estados/79652.html>

## ANEXOS

### Anexo 1.

Listado de 32 especies de mamíferos terrestres de la Sierra de Cardonal, Hidalgo. Endemismos, MA= Mesoamérica, NA=Norteamérica, SA=Sudamérica, AM=América, MX=México.

Clase Mammalia			
Especies	Autoridad	Nombre común	Endemismos
Orden Didelphimorphia			
Familia Didelphidae			
<i>Didelphis virginiana</i>	Kerr, 1792	Tlacuache norteño	SA
<i>Philander opossum</i>	Linnaeus, 1758	Tlacuache cuatro ojos	NA
<i>Marmosa mexicana</i>	Merriam, 1897	Tlacuache ratón mexicano	MA
Orden Xenarthra			
Familia Dasypodidae			
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Linnaeus, 1758	Armadillo de nueve bandas	AM
Orden insectívora			
Familia Soricidae			
<i>Cryptotis parva</i>	Say, 1823	Musaraña de orejillas	MX
<i>Sorex veraecrucis</i>	Jackson, 1925	Musaraña de Veracruz	MX
Orden Carnívora			
Familia Canidae			
<i>Urocyon</i>			AM
<i>cinereoargenteus</i>	Schreber, 1775	Zorra gris	



<i>Canis latrans</i>	Say, 1823	Coyote	AM
Familia Felidae			
<i>Lynx rufus</i>	Schreber, 1777	Lince	NA
<i>Puma concolor</i>	Linnaeus, 1771	Puma	AM
<i>Leopardus pardalis</i>	Linnaeus, 1758	Ocelote	AM
<i>Leopardus wiedii</i>	Schinz, 1821	Tigrillo	SA
Familia Mephitidae			
<i>Conepatus leuconotus</i>	Lichtenstein, 1832	Zorrillo narigón norteño	NA
<i>Mephitis macroura</i>	Lichtenstein, 1832	Zorrillo listado del sur	NA
Familia Procyonidae			
<i>Bassariscus astutus</i>	Lichtenstein, 1830	Cacomixtle norteño	AM
<i>Procyion lotor</i>	Linnaeus, 1758	Mapache	AM
Familia mustelidae			
<i>Mustela frenata</i>	Lichtenstein, 1831	Comadreja de cola larga	AM
Orden Artiodactila			
Fmilia Cervidae			
<i>Odocoileus virginianus</i>	Zimmermann, 1780	Venado cola blanca	AM
Orden Lagomorpha			
Familia Leoporidae			
		Liebre cola de algodón	MX
<i>Sylvilagus cunicularis</i>	Waterhouse, 1848	mexicana	
<i>Lepus callotis</i>	Wagler, 1830	Liebre torda	MX
Orden Rodentia			

Familia Heteromyidae

*Dipodomys ordii* Woodhouse, 1853 Rata canguro común NA

*Heteromys irroratus* Gray, 1868 Ratón espinoso mexicano NA

Familia Muridae

*Oryzomys alfaroi* J. A. Allen, 1891 Ratón arrocero de alfarero SA

*Oryzomys couesi* Alston, 1877 Rata arrocera de pantano AM

*Peromyscus gratus* Merriam, 1898 Ratón de Tlalpan NA

*Peromyscus difficilis* J.A. Allen, 1891 Ratón de roca MX

*Peromyscus* J.A. Allen & NA MX

*yucatanicus* Chapman, 1897 Ratón yucateco

Rata cambalachera NA

*Neotoma mexicana* Baird, 1855 mexicana

Ratón algodónero de orejas blancas MX

*Sigmodon leucotis* Bailey, 1902

*Neotomodon alstoni* Merriam, 1898 Ratón de los volcanes MX

Familia Sciuridae

*Otospermophilus* NA

*variegatus* Erxleben, 1777 Ardillón

*Sciurus aureogaster* F. Cuvier, 1829 Ardilla gris mexicana MA

## Anexo II.

### Catálogo de vestigios de mamíferos terrestres en la Sierra de Cardonal, Hidalgo.

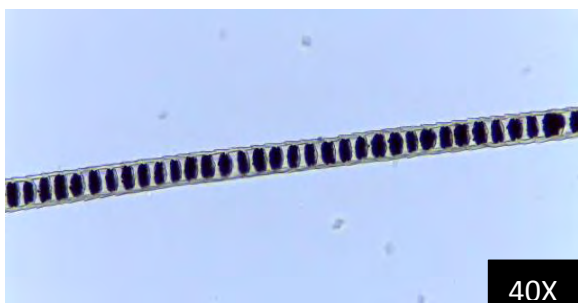
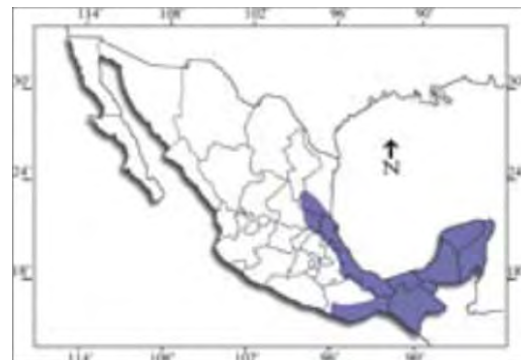
#### *Marmosa mexicana* (Merriam, 1897)

Familia: Didelphidae

Nombre común: Tlacuache, ratón mexicano

Medio de identificación: 6 pelos de guardia

Lugar y fecha de colecta: Bosque templado, Sierra de Cardonal (26-jun-2014)



**Características:** Médula escalonada uniserial, O-C-O, 8 mm de longitud, 2 constricciones.

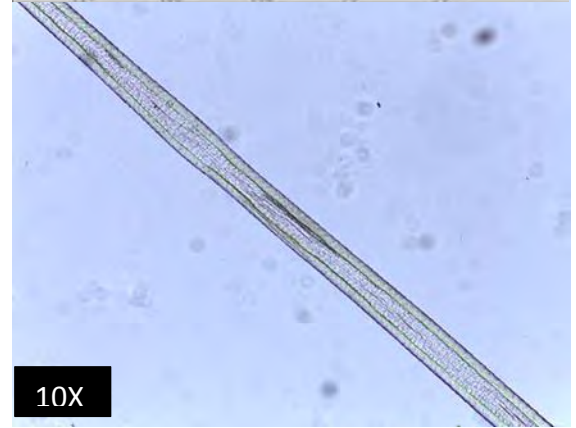
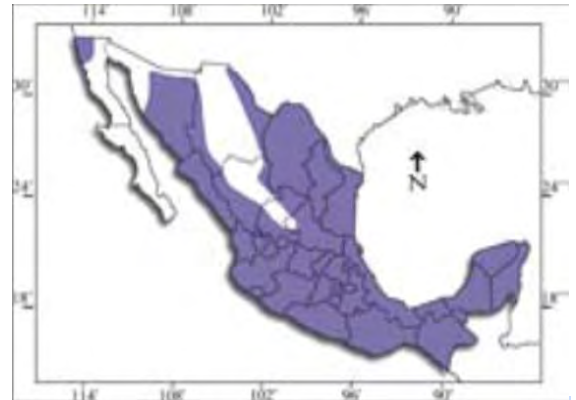
*Didelphis virginiana* (Kerr, 1792)

Familia: Didelphidae

Nombre común: Zarigüeya común

Medio de identificación: 7 pelos de guardia (madriguera en un tronco hueco) y huellas

Lugar y fecha de colecta: Bosque templado, Sierra de Cardonal (24-may-2015)



Características: Celdillas en la parte proximal-Intrusiones corticales hacia la parte espatular, C-O-C en tonos de café, punta clara, 57 mm de longitud.

Identificado con Valdéz-Coronel (2014)

Nota: Fotografías del mismo ejemplar



*Didelphis virginiana* (Kerr, 1792)



Par de huellas izquierdas ligeramente sobrepuestas; pata (arriba) y mano (abajo)



Par de huellas derechas ligeramente sobrepuestas; mano (abajo) y pata (arriba).

Identificado con Aranda (2015).

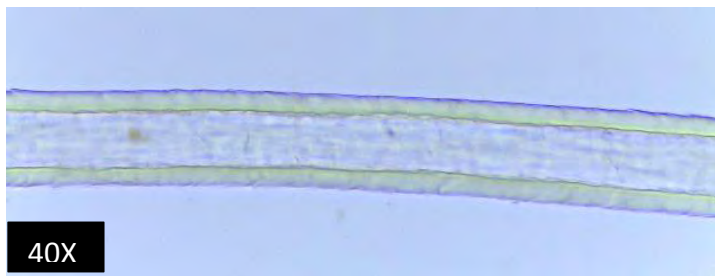
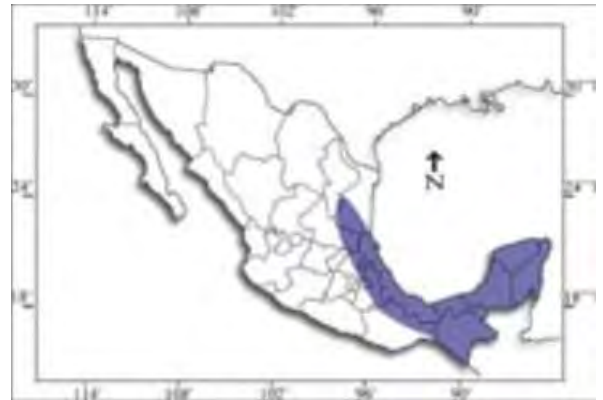
## *Philander oposum* (Linnaeus, 1758)

Familia: Didelphidae

Nombre común: Tlacuache de cuatro ojos

Medio de identificación: 3 pelos de guardia (madriguera en un tronco hueco)

Lugar y fecha de colecta: Bosque templado, Sierra de Cardonal (10-oct-2014)



**Características:** Médula continua con intrusiones corticales en el sector espatular, y en la región cambia el ancho del cañón y de la médula, así como su patrón a escalonada uniserial en la parte más delgada; O-C-O en tono de café, constricción de la médula 33 mm de longitud, 98.6  $\mu\text{m}$  de ancho del cañón y 38.7  $\mu\text{m}$  de ancho de la médula.

Identificado con Valdéz-Coronel, (2014).



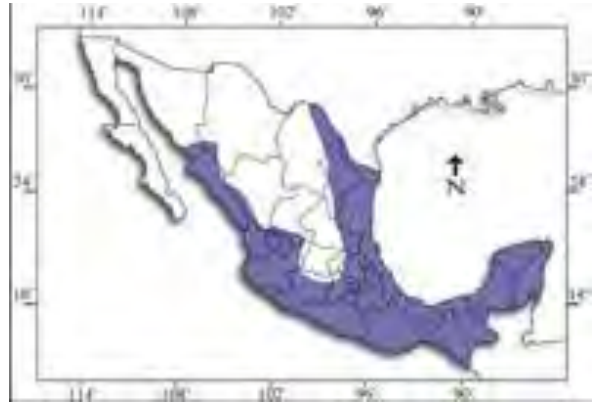
*Dasypus novemcinctus* (Linnaeus, 1758)

Familia: Didelphidae

Nombre común: Armadillo de 9 bandas

Medio de identificación: Patrón de huellas y rascaderos

Lugar y fecha de colecta: Bosque semiárido, Sierra de Cardonal (29-nov-2014)



Patrón de huellas



Rascaderos

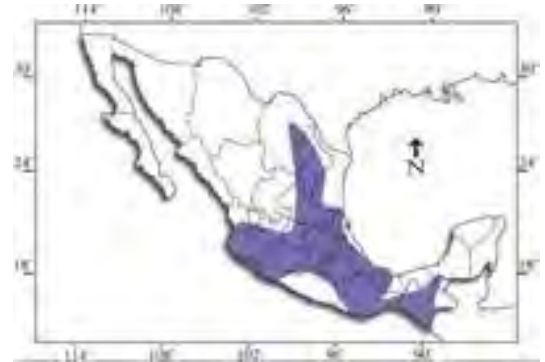
## *Cryptotis parva* (Say, 1822)

Familia: Soricidae

Nombre común: Musaraña de orejillas

Medio de identificación: 6 pelos de guardia

Lugar y fecha de colecta: Bosque-Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (07-jun-2014)



**Características:** Médula continua uniserial con constricciones, O-C-O, 8 mm de longitud, 16.2  $\mu\text{m}$  de ancho del cañón y 12.6  $\mu\text{m}$  de ancho de la médula con hasta 3 constricciones del grueso del cañón.

Identificado con Monroy-Vilchis y Rubio (2003)

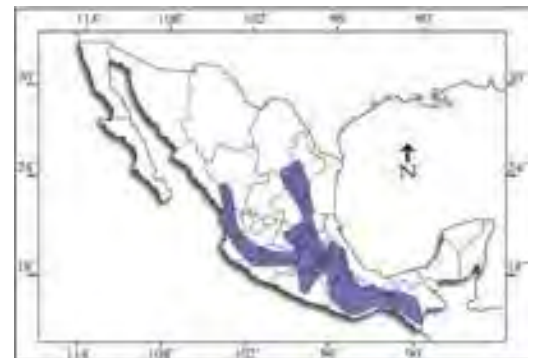
## *Sorex veraecrucis* (Jackson, 1925)

Familia: Soricidae

Nombre común: Musaraña de Veracruz

Medio de identificación: 4 pelos de guardia

Lugar y fecha de colecta: Bosque Templado, Sierra de Cardonal (10-oct-2014)



**Características:** Médula continua uniserial C-O-C-O, punta clara 23 mm de longitud, 36  $\mu\text{m}$  de ancho del cañón y 18  $\mu\text{m}$  de ancho de la médula, dos constricciones.



## *Urocyon cinereoargenteus* (Schreber, 1775)

Familia: Canidae

Nombre común: Zorra gris

Medio de identificación: 2 huellas y 28 excretas (letrina y en solitario)

Lugar y fecha de colecta: Bosque-Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (05-dic-2014)



**Características:** A) Patrón de huellas típico de trote lateral de la zorra gris. A) Mano abajo y pata ligeramente arriba (lado izquierdo); B) Mano abajo, pata ligeramente arriba (lado derecha)

Identificado con Aranda, (2015) C) y D) ampliaciones de las huellas

Medio de identificación: Excretas (letrina y en solitario)

Lugar y fecha de colecta: Bosque-Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (07-ju-2014)





## *Canis latrans* (Say, 1822)

Familia: Canidae

Nombre común: Coyote

Medio de identificación: Cráneo, 4 excretas y 2 avistamientos

Lugar y fecha de colecta: Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (07-ju-2014)



Cráneo

**Características:** Fórmula dental: I 3|3, C 1|1, Pm 4|4, M 2|2=40

Identificado con Hall (1981).



Excretas

**Características:** Varias constricciones, termina en forma de trenza punta y presenta pelo en la punta.



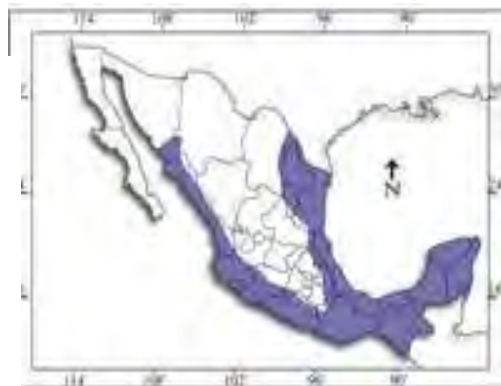
## *Lynx rufus* (Schreber, 1777)

Familia: Felidae

Nombre común: Gato montés

Medio de identificación: Cuatro excretas

Lugar y fecha de colecta: Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (16-ago-2014)



Excreta vieja

**Características:** De acuerdo con medidas que presenta, podemos decir que es de un gato montés. Además se encontraron pelos y restos de mandíbulas que no pudieron ser identificados.

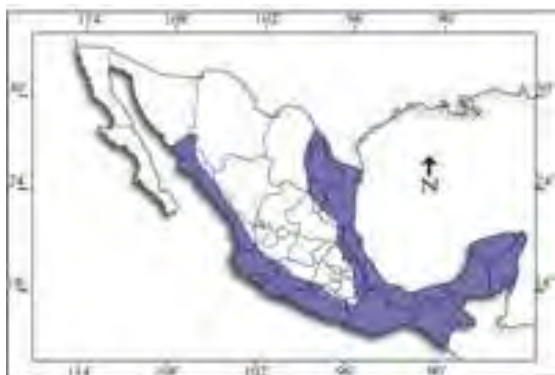
## *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821)

Familia: Felidae

Nombre común: Tigrillo

Medio de identificación: Huella

Lugar y fecha de colecta: Bosque-Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (06-jun-2014)



Huellas

**Características:** Mano derecha (arriba) dígitos separados característicos de tigrillo

Identificado con Aranda (2015).



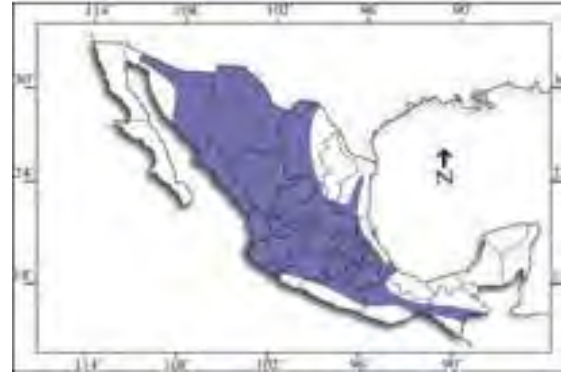
## *Mephitis macroura* (Lichtenstein, 1832)

Familia: Mephitidae

Nombre común: Zorrillo encapuchado

Medio de identificación: Huella y pelos de guardia/Excreta

Lugar y fecha de colecta: Bosque-Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (10-oct-2014)

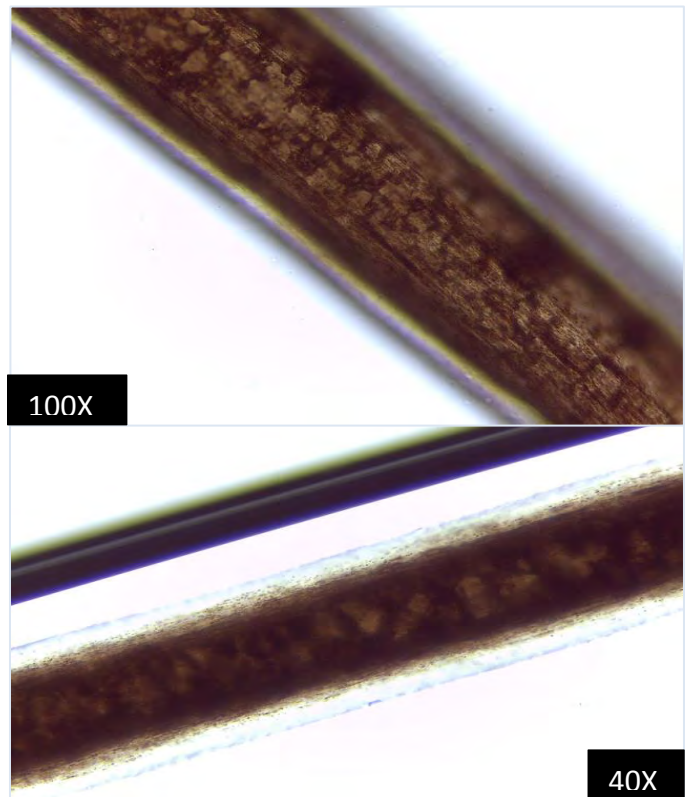


Características: Huella de mano derecha, marca muy bien 4 de los 5 dedos.

Identificado con Aranda (2015).



Características: Excreta de zorrillo rayado con restos principalmente de escarabajos, Identificado con Aranda (2015).



Características: Patrón de médula en celdillas, color O, longitud total 55 mm, diámetro total 0.26  $\mu$ m.

Identificado con Monroy-Vichis y Rubio, (2003).

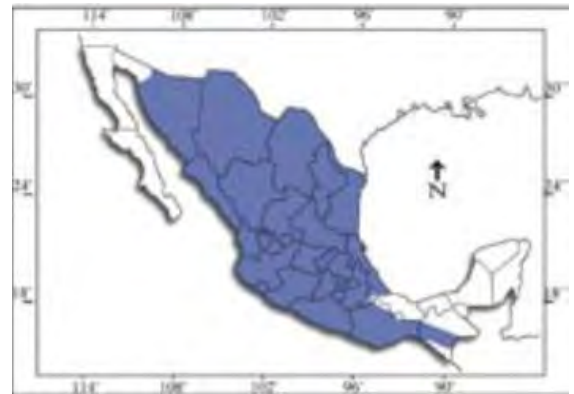
## *Conepatus leuconotus* (Lichtenstein, 1832)

Familia: Mephitidae

Nombre común: Zorrillo nariz de cochi

Medio de identificación: Cráneo y 2 pelos de guardia/ Excreta

Lugar y fecha de colecta: Bosque-Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (28-mar-2014)



Características: Fórmula dental: I 3|3, C 1|1, Pm 2|3, M 1|2=32.

Identificado con Hall (1981).



Características: Patrón de médula con celdillas y cambia a intrusiones corticales, bicolor, roto, 61.2  $\mu\text{m}$  de ancho del cañón x 29.7  $\mu\text{m}$  de ancho de la médula.

Identificado con Juárez *et al.* (2007).

## *Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830)

Familia: Procionidae

Nombre común: Cacomixtle

Medio de identificación: Piel, patrón de huellas y 8 excretas.

Lugar y fecha de colecta: San Miguel, Tlazintla y Bosque-Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (24-may-2015)



Piel de Cacomixtle, encontrada en una tienda de abarrotes



Patrón de huellas

Lugar y fecha de colecta: Bosque-Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (16-jul-2014)

Características: Patrón de trote lateral del cacomixtle, con una separación de 10-20 cm entre cada par de huellas. Las huellas de pata y mano quedan encimadas; sin embargo, se alcanza a distinguir los 5 dedos en algunas de ellas.



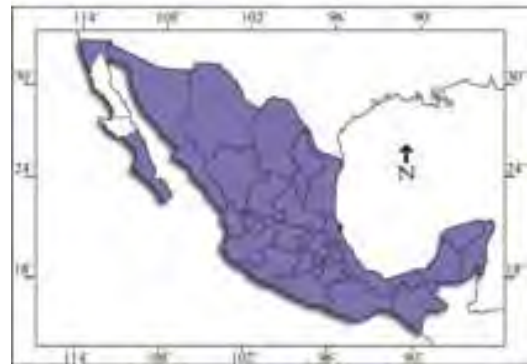
## *Procyon lotor* (Linnaeus, 1758)

Familia: Procionidae

Nombre común: Mapache

Medio de identificación: Huella y excreta.

Lugar y fecha de colecta: Bosque Templado, Sierra de Cardonal (17-jul-2014)



**Características:** Par de huellas de mapache. A) Pata derecha y B) mano izquierda.

Nota: La pata pisa delante de donde lo hicieron las manos del mismo lado.

Identificado con Aranda (2015)

Excreta de Mapache

**Características:** Se notaron restos duros de crustáceos e insectos

Identificado con Aranda (2015).





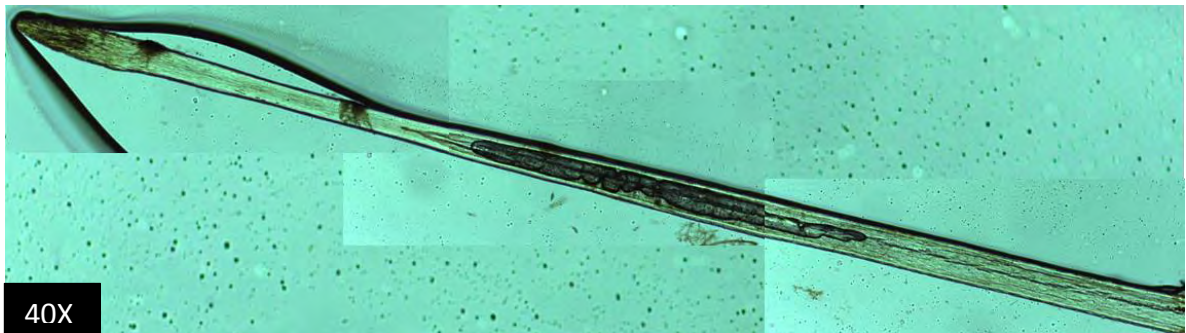
*Mustela frenata* (Lichtenstein, 1831)

Familia: Mustelidae

Nombre común: Comadreja

Medio de identificación: Pelo de guardia

Lugar y fecha de colecta: Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (07-jun-2014)



**Características:** Patrón discontinuo, C-O-C-O, 37 mm de longitud y 135  $\mu\text{m}$  de diámetro del cañón, con escudo.

**Nota:** Se recrea una sola imagen mediante tres fotografías del mismo pelo.

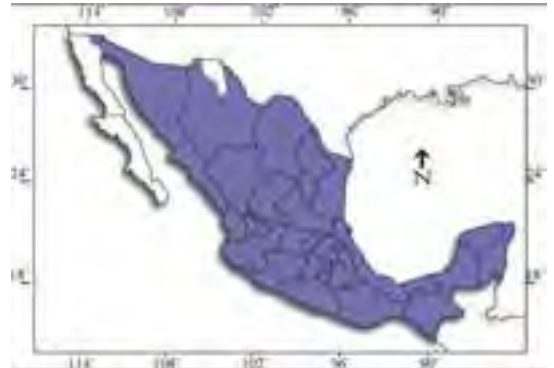
## *Odocoileus virginiana* (Zimmermann, 1780)

Familia: Cervidae

Nombre común: Venado cola blanca

Medio de identificación: Dos huellas y excretas

Lugar y fecha de colecta: Bosque-Matorral semiárido y Bosque templado, Sierra de Cardonal (28-mar-2015)



**Características:** Huella de venado cola blanca encontrada en un sendero.

Identificadas con Aranda (2015)



**Características:** Excretas de materia vegetal compactas.

## *Sylvilagus cunicularis* (Waterhouse, 1848)

Familia: Leporidae

Nombre común: Conejo mexicano cola de algodón

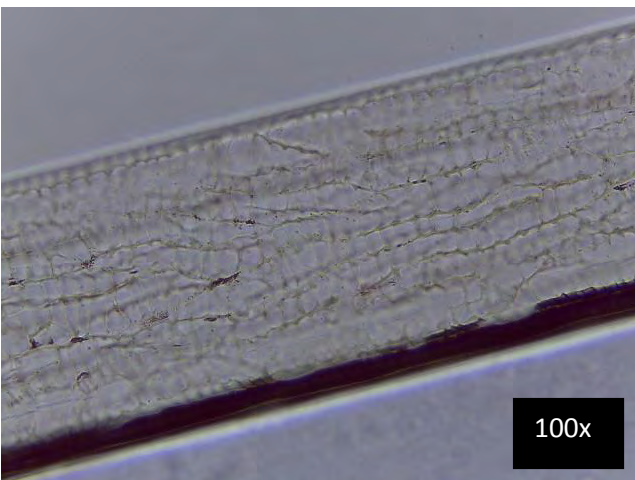
Medio de identificación: Pelo de guardia

Lugar y fecha de colecta: Matorral semiárido Sierra de Cardonal (7-Jun-2014)



Pelo de guardia

**Características:** Patrón medular multiserial 12 mm claro, 135  $\mu$ m de diámetro del cañón. En el escudo las filas aumentan de 6 a 10.



Pelo de guardia

**Características:** Se observa el aumento de las filas en el escudo que presenta este pelo.



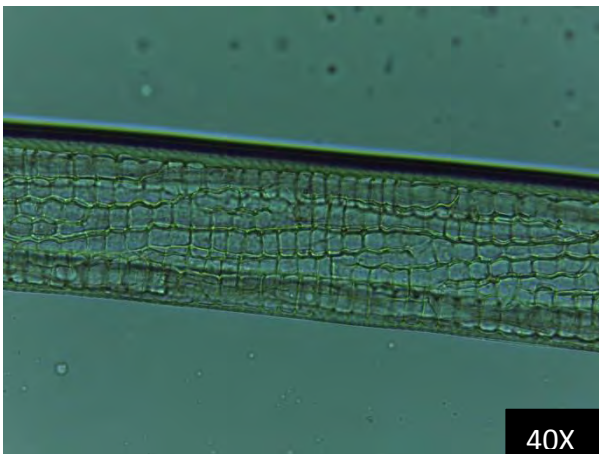
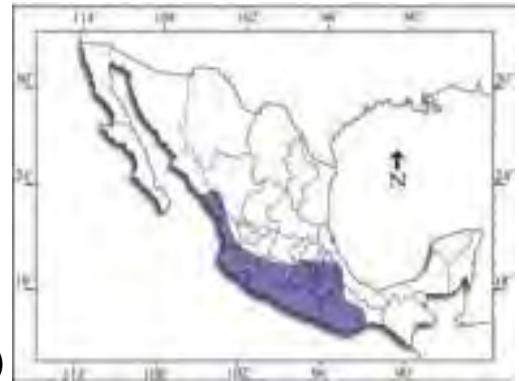
## *Lepus callotis* (J.A. Wagler, 1830)

Familia: Leporidae

Nombre común: Liebre cola negra

Medio de identificación: Pelo de guardia y excreta

Lugar y fecha de colecta: Bosque-Matorral semiárido, Sierra de Cardonal, (28-mar-2015)



Pelo de guardia

**Características:** Constricción en el diámetro del cañón y configuración de la medula. Patrón multiserial, 12 mm claro, 108  $\mu$ m de diámetro del cañón.



**Características:** Excreta de materia vegetal de aproximadamente un centímetro de diámetro cada una.

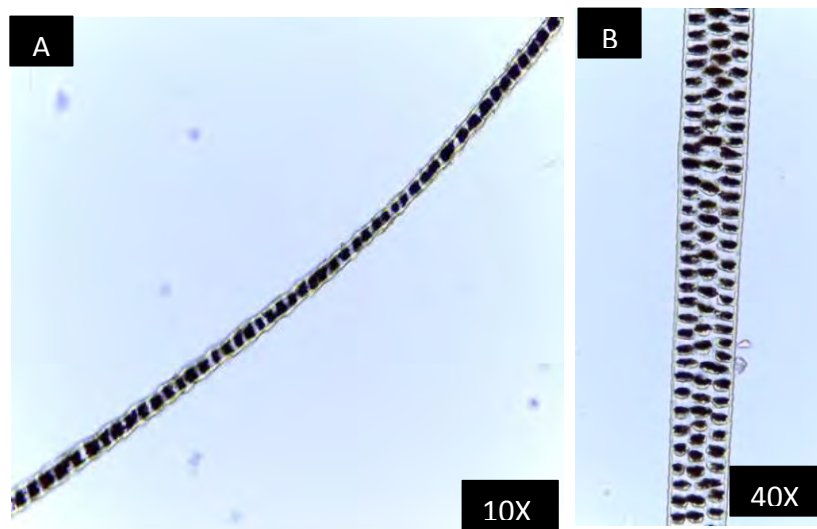
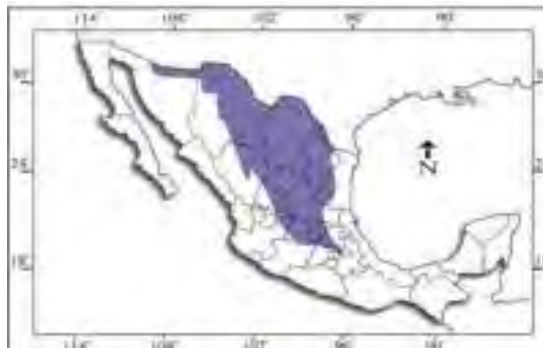
## *Dipodomys ordii* (Woodhouse, 1853)

Familia: Heteromyidae

Nombre común: Ratón canguro

Medio de identificación: Cuatro pelos de guardia

Lugar y fecha de colecta: Matorral semiárido, Sierra de Cardonal, (06-jun-2014)



**Características:** Patrón medular, A) Médula continua uniserial, constricciones del patrón medular B) intrusiones corticales hasta con 3 intrusiones, O-C-O-C,-15 mm de largo, 34.2  $\mu\text{m}$  de diámetro de cañón.

Nota: Fotografías del mismo ejemplar

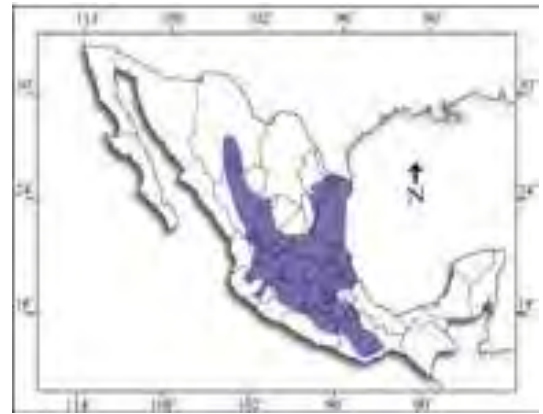
## *Heteromys irroratus* (Gray, 1868)

Familia: Heteromyidae

Nombre común: Ratón espinoso mexicano

Medio de identificación: Especimen vivo.  
Capturado por Hernández –Vallecillo, 2016

Lugar y fecha de colecta: Bosque semiárido, Sierra de Cardonal.



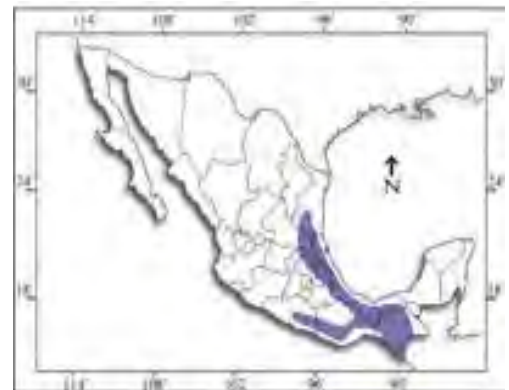
## *Oryzomys alfaroi* (J. A. Allen, 1891)

Familia: Cricetidae

Nombre común: Rata de Alfaro

Medio de identificación: Tres pelos de guardia

Lugar y fecha de colecta: Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (05-jun-2014)



**Características:** Patrón medular uniserial-multiserial-uniserial y se ausenta la médula en el último tercio, punta blanca, larga y muy delgada, la médula ocupa más del 90% de ancho del cañón, 15 mm de largo, 24  $\mu$ m de ancho del cañón y 22.5  $\mu$ m de ancho de la médula.



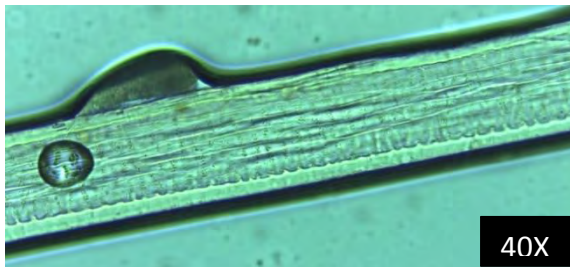
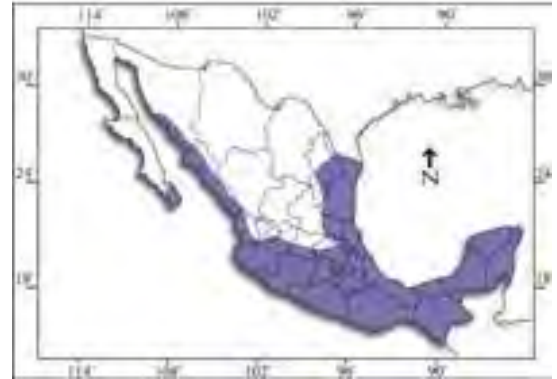
## *Oryzomys couesi* (Alston, 1877)

Familia: Cricetidae

Nombre común: Rata arrocera de Coues

Medio de identificación: Dos pelos de guardia

Lugar y fecha de colecta: Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (05-jun-2014)



**Características:** Patrón medular uniserial-intrusiones corticales-uniserial, en la parte más ancha del cañón, con constricciones de tipo y ancho de médula (Intrusiones corticales de 3-4 hileras) 7.5 mm de longitud, 21.6  $\mu\text{m}$  de ancho del cañón y 15.4  $\mu\text{m}$  de ancho de la médula.

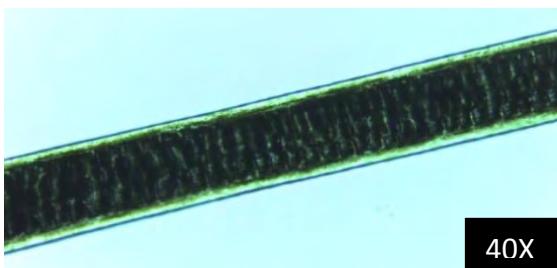
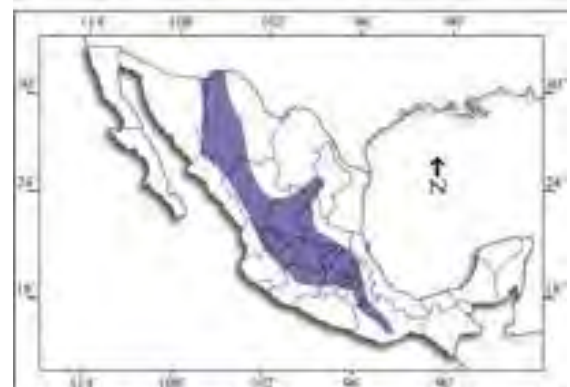
## *Peromyscus gratus* (Merriam, 1898)

Familia: Cricetidae

Nombre común: Ratón de Tlalpan

Medio de identificación: Dos pelos de guardia

Lugar y fecha de colecta: Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (05-jun-2014)



**Características:** Patrón medular Intrusiones corticales, parecen letras, de 2-3 hileras antes del escudo, y hasta 4 hileras en el escudo 16 mm de largo 63  $\mu\text{m}$  de ancho del cañón y 57  $\mu\text{m}$  de ancho de la médula color C-O-M (Claro-Oscuro-Marrón).



40X

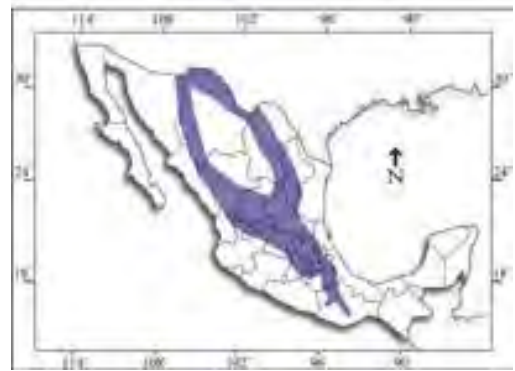
*Peromyscus difficilis* (J. A. Allen, 1891)

Familia: Cricetidae

Nombre común: Ratón de las rocas

Medio de identificación: Tres pelos de guardia y un individuo fotografiado

Lugar y fecha de colecta: Matorral semiárido, Sierra de Cardonal (06-jun-2014)



Características: Patrón medular Uniserial-Intrusiones corticales-uniserial-ausente, punta clara 32  $\mu$ m de ancho de la médula.



Individuo encontrado en la pradera, Sierra de Cardonal.



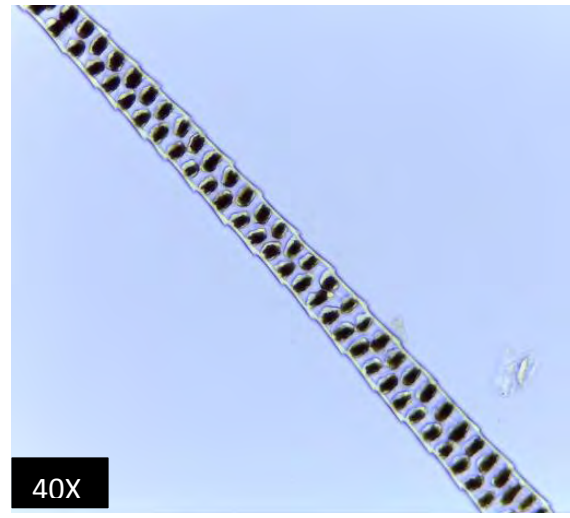
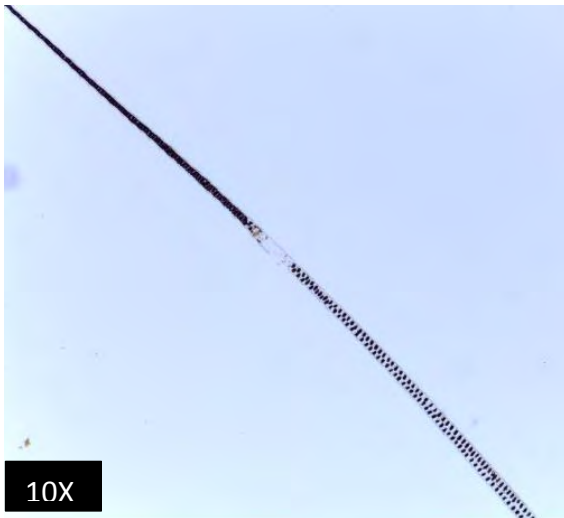
## *Peromyscus yucatanicus* (J. A. Allen and Chapman, 1897)

Familia: Cricetidae

Nombre común: Ratón yucateco

Medio de identificación: Dos pelos de guardia

Lugar y fecha de colecta: Bosque templado, Sierra de Cardonal (28-mar-2014)



**Características:** Patrón medular Uniserial-Intrusiones corticales, hasta dos hileras en el escudo C-O 11  $\mu$ m de ancho del escudo 8  $\mu$ m de ancho de la médula.

Identificado con Pech-Canché (2009).

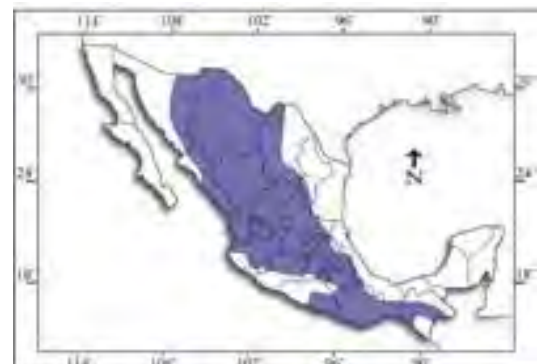
## *Neotoma mexicana* (Baird, 1855)

Familia: Cricetidae

Nombre común: Ratón canguro

Medio de identificación: Pelo de guardia

Lugar y fecha de colecta: Bosque templado, Sierra de Cardonal (26-jun-2014)





**Características:** Patrón medular  
Intrusiones corticales C-O 16 mm  
de largo, 34  $\mu\text{m}$  de ancho del cañón  
y 20.7  $\mu\text{m}$  de ancho de la médula

Identificado con Baca Ibarra (2004).

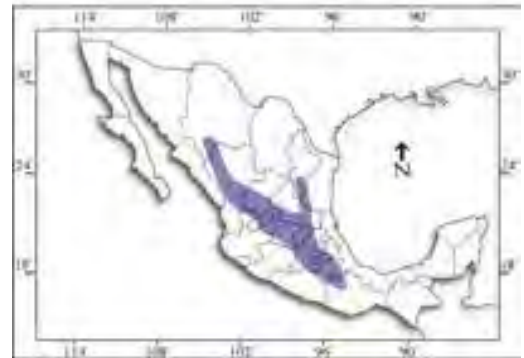
### *Sigmodon leucotis* (Bailey, 1902)

**Familia:** Cricetidae

**Nombre común:** Rata montera mexicana

**Medio de identificación:** Individuo  
atropellado

**Lugar y fecha de colecta:** Bosque-Matorral,  
Sierra de Cardonal (10-oct-2014)



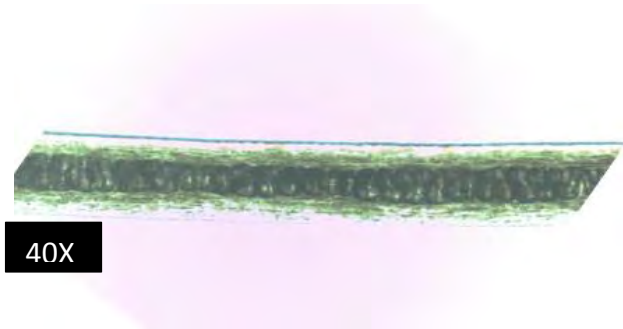
## *Neotomodon alstoni* (Merriam, 1898)

Familia: Cricetidae

Nombre común: Rata algodónera de orejas blancas

Medio de identificación: Dos pelos de guardia

Lugar y fecha de colecta: Bosque templado, Sierra de Cardonal (26-jun-2014)



Características: Médula continua uniserial, color marrón, 15 mm de largo, 22.5  $\mu\text{m}$  de ancho del cañón y 18.9  $\mu\text{m}$  de ancho de la médula, presenta escudo.

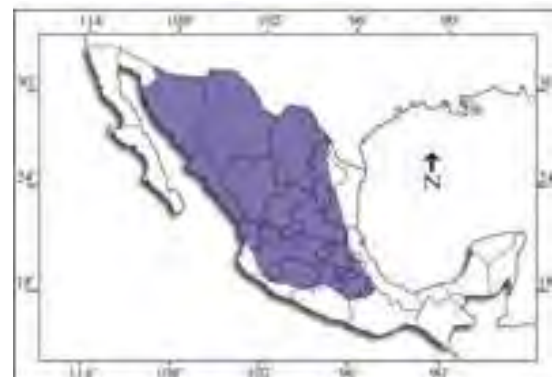
## *Otospermophilus variegatus* (Erxleben, 1777)

Familia: Sciuridae

Nombre común: Rata algodónera de orejas blancas

Medio de identificación: Cuatro excretas

Lugar y fecha de colecta: Bosque templado, Sierra de Cardonal (10-oct-2014)



Características: Excretas de materia vegetal, cilíndricas, alargadas de un centímetro de largo

Identificado con Aranda (2015).