



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en
ambientes modificados por actividades humanas en
la Sierra del Ajusco, Ciudad de México, México.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

NITZIA FLORES RAÍZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. HELIOT ZARZA VILLANUEVA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2022





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Dedicatoria

A aquellas personas que siempre creyeron en mí.
De su confianza obtuve mi fortaleza.
¡Auauauuuu!

Agradecimientos

A mi pá Gilberto Flores Serafín y a mi má María Luisa Raíz Pérez. Gracias por todo el amor, la confianza, el apoyo y la fortaleza que me han brindado siempre, soy por ustedes. ¡Los amo!

A Luis Ángel de la Cruz Vera. Por sostenerme en las noches más oscuras, por abrazarme en los días más felices. Toda mi gratitud y todo mi amor para ti.

Al Doctor Heliot Zarza Villanueva. Por abrirme un espacio en su proyecto y aceptar dirigir mi tesis, por sus enseñanzas en campo y por sus observaciones y comentarios a este escrito, pero sobre todo muchas gracias por siempre confiar en mí y alentarme a seguir a pesar de todo.

A los miembros del jurado que con sus comentarios enriquecieron este trabajo: Dra. Verónica Farías González, Dr. Rodolfo García Collazo, Maestra Leticia Adriana Espinosa Ávila y Dra. Vanny Cuevas Lucero.

A la Biol. Stephanie Escobar Sánchez por la paciencia de enseñarme lo necesario para terminar esta tesis. Gracias infinitas.

A la Universidad Nacional Autónoma de México. Por abrirme sus puertas y permitirme formarme cómo Bióloga.

A mí. ¡Sí se pudo, morra!

Contenido

Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Índice de Figuras	5
Índice de Tablas	6
Resumen	7
1. Introducción	8
1.1 Historia Natural del coyote (<i>Canis latrans</i>)	12
1.1.1 Clasificación taxonómica.....	12
1.1.2 Descripción morfológica.....	12
1.1.3 Distribución	14
1.1.4 Alimentación.....	15
1.1.5 Ecología	16
1.1.6 Relación ser humano - coyote.....	16
1.1.7 Estado de conservación.....	18
1.2 Antecedentes Hábitos alimentarios	19
2. Justificación	21
3. Objetivos	23
3.1 General	23
3.2 Particulares	23
4. Área de estudio	24
4.1 Descripción de la región.....	24
4.2 Sitios de muestreo	25
5. Métodos	29
5.1 Trabajo de campo	29
5.2 Trabajo de laboratorio	30
5.3 Trabajo de gabinete	31
6. Resultados	37
6.1 Sitio Las Rosas	38
6.2 Sitio Las Maravillas	47
7. Discusión	58
8. Conclusiones	70
9. Referencias.....	71

Índice de Figuras

Figura 1. Ejemplar de coyote adulto	13
Figura 2. Huellas de mano y pata de coyote	13
Figura 3. Expansión geográfica del coyote durante los últimos 100 años	15
Figura 4. Ubicación geográfica de la Sierra del Ajusco y las zonas de estudio.	24
Figura 5. Diagrama ombrotérmico para Topilejo, CDMX	25
Figura 6. Sendero recorrido en el sitio Las Rosas	26
Figura 7. Estado de conservación del sitio Las Rosas	27
Figura 8. Campos de siembra a los costados del sendero recorrido en Las Maravillas, Topilejo, CDMX	28
Figura 9. Evidencia de tala clandestina junto al sendero recorrido en Las Maravillas, Topilejo, CDMX	28
Figura 10. Excreta de coyote (<i>Canis latrans</i>) colectada durante un recorrido	29
Figura 11. Número de excretas colectadas por sitio y por temporada durante el 2014- 2015 en la Sierra del Ajusco, México.....	37
Figura 12. Número de especies-presa registradas por categoría alimentaria entre sitios de muestreo durante el 2014-2015 en la Sierra del Ajusco, México.....	37
Figura 13. Contribución anual por categoría alimentaria en el sitio Las Rosas	38
Figura 14. Porcentaje de ocurrencia anual por categoría alimentaria en el sitio Las Rosas	39
Figura 15. Porcentaje de ocurrencia de las categorías alimentarias entre temporadas en el sitio Las Rosas	40
Figura 16. Frecuencia relativa anual por categoría alimentaria en el sitio Las Rosas ...	42
Figura 17. Frecuencia relativa de las categorías alimentarias entre temporadas en el sitio Las Rosas	43
Figura 18. Curva acumulativa anual de especies-presa en el sitio Las Rosas.....	46
Figura 19. Curva acumulativa de especies-presa en la temporada de lluvias del sitio Las Rosas	46
Figura 20. Curva acumulativa de especies-presa en la temporada de secas en el sitio Las Rosas.....	46
Figura 21. Porcentaje de componentes identificados por categorías alimentarias en el sitio Las Maravillas	47
Figura 22. Porcentaje de ocurrencia anual por categorías alimentarias en el sitio Las Maravillas	48
Figura 23. Porcentaje de ocurrencia por categorías alimentarias entre temporadas en el sitio Las Maravillas	49
Figura 24. Frecuencia relativa anual por categorías alimentarias en el sitio Las Maravillas	51

Figura 25. Frecuencia relativa por temporadas por categorías alimentarias en el sitio Las Maravillas.....	52
Figura 26. Curva acumulativa anual de especies-presa en el sitio Las Maravillas	55
Figura 27. Curva acumulativa de especies-presa en la temporada de lluvias del sitio Las Maravillas	55
Figura 28. Curva acumulativa de especies-presa en la temporada de secas en el sitio Las Maravillas.....	55

Índice de Tablas

Tabla 1. Porcentaje de ocurrencia (PO) anual y por temporada de las especies-presa encontradas en las excretas del sitio Las Rosas.....	41
Tabla 2. Frecuencia relativa (FR) total y por temporada de las especies-presa encontradas en las excretas en el sitio Las Rosas.....	44
Tabla 3. Representatividad de las muestras excretas de coyote, anual y por temporadas en la localidad de Las Rosas.....	45
Tabla 4. Porcentaje de ocurrencia (PO) anual y por temporada de las especies-presa encontradas en las excretas del sitio Las Maravillas.....	50
Tabla 5. Frecuencia relativa (FR) anual y por temporada de las especies-presa encontradas en las excretas del sitio Las Maravillas.....	53
Tabla 6. Representatividad de las muestras de coyote, anual y por temporadas de la localidad de Las Maravillas.....	54
Tabla 7. Valores del Índice de Diversidad de Shannon (H'), Diversidad Máxima (H'_{max}) y Equitatividad (E), anual y por temporadas de las localidades Las Rosas y de Las Maravillas.....	56
Tabla 8. Valores del Índice de Diversidad de Shannon (H'), de t y de p de la prueba t de Hutchinson, anual y por temporadas entre las localidades Las Rosas y de Las Maravillas.....	57
Tabla 9. Valores de t y de p de la prueba t de Hutchinson, obtenidos de la comparación entre en las localidades Las Rosas y Las Maravillas.....	57

Resumen

El coyote (*Canis latrans*) es un mesocarnívoro de carácter oportunista-generalista de amplia distribución en Norteamérica. Tiene un papel clave en la dinámica de los ecosistemas al regular las poblaciones de herbívoros y su carácter frugívoro favorece que sea un buen dispersor de semillas. En los últimos años el coyote ha expandido su distribución geográfica hacia nuevas áreas como el norte de Sudamérica gracias a que posee un amplio espectro de presas, alta vagilidad y una gran capacidad de adaptación a nuevos ecosistemas, incluyendo aquellos ambientes urbanos y periurbanos. Es en estos ambientes, donde es importante entender cómo influye la perturbación del ambiente en la dieta del coyote. El presente estudio se realizó en la Sierra del Ajusco al sur de la Ciudad de México y el objetivo fue identificar y comparar la composición alimentaria mediante el análisis de excretas presentes en una zona conservada (Las Rosas) y una fragmentada (Las Maravillas). Además, se determinó si la variación estacional tiene un efecto sobre la diversidad de las presas del coyote en ambos ambientes. Las excretas fueron colectadas mensualmente de noviembre de 2014 a noviembre de 2015 en un transecto de 8 km por cada localidad, cada muestra fue georreferenciada, etiquetada y preservada para su posterior análisis. Se analizaron en total 198 excretas, las cuales pasaron por un proceso de limpieza y selección de partes óseas y pelo, para su posterior determinación a nivel específico a partir de guías. Los resultados mostraron que la dieta del coyote está conformada por seis categorías alimentarias: mamíferos, materia vegetal, aves, reptiles, insectos y desechos antropogénicos, siendo los reptiles la única categoría no presente en Las Maravillas. El Porcentaje de Ocurrencia mostró que en ambas localidades los mamíferos constituyen el grupo con mayor relevancia en la alimentación del coyote, específicamente los roedores y lagomorfos representan el 83% de las especies-presa identificadas. Las especies-presa más frecuentes en el ambiente conservado fueron *Microtus mexicanus*, *Romerolagus diazi* y *Peromyscus* sp., similar a lo encontrado en el ambiente modificado: *Microtus mexicanus*, *Romerolagus diazi*, con excepción de la tercera especie que fue sustituida por *Cratogeomys merriami*, especie común en áreas agrícolas. Estos resultados reafirman el carácter oportunista-generalista del coyote y mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sitios de muestreo entre temporadas y anualmente. Sin embargo, el sitio Las Maravillas presentó una mayor diversidad trófica, atribuyéndolo posiblemente a la presencia de cultivos alrededor de la zona lo que propicia una constante disponibilidad de especies-presa y por ende un exitoso establecimiento de la especie en la zona periurbana. Esta información contribuirá a la conservación del coyote en México al brindarnos un panorama sobre cómo el crecimiento de la mancha urbana ha impactado en los hábitos alimentarios de la población del coyote en la zona sur de la Ciudad de México. Recomendamos ahondar en estos estudios para entender cómo las actividades antropogénicas afectan a lo largo del tiempo a este mesocarnívoro y su entorno.

1. Introducción

En México habitan 564 especies de mamíferos terrestres silvestres, de las cuales 41 de ellas pertenecen al Orden Carnivora (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). Debido a la plasticidad y diversidad ecológica del grupo, se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 3650 msnm (Ceballos & Oliva, 2005), prácticamente en todos los tipos de vegetación, también se incluyen los ambientes modificados por actividades humanas (House, 2017). En el orden Carnivora, de acuerdo al peso y tamaño corporal se dividen las especies en tres intervalos: las de talla pequeña desde los 100 g como la comadreja (*Mustela frenata*), los carnívoros de talla mediana o mesocarnívoros, en el intervalo de 4 a 20 kg, como el lince (*Lynx rufus*) y el coyote (*Canis latrans* Say, 1823) y los de talla grande que superan más de 100 kg como el oso negro (*Ursus americanus*), (Servín, 2013).

En especial, los mesocarnívoros juegan un papel clave dentro de la dinámica de los ecosistemas al regular las poblaciones de herbívoros, principalmente en ausencia de los grandes carnívoros, son excelentes dispersores de semillas por su capacidad de movimiento; controladores de especies dañinas (e.g. roedores) para las actividades agrícolas; y son usados como indicadores biológicos del estado de conservación de selvas y bosque donde habitan (Monroy *et al.*, 2003; Roemer *et al.*, 2009; Rojas & Moreno, 2014; Ramírez-Albores & León-Paniagua, 2015).

El estado de conservación de los mesocarnívoros, y en general de los carnívoros en México se ha visto amenazada debido a la pérdida y fragmentación de sus hábitats por parte del incremento de las actividades pecuarias y agrícolas, la explotación forestal, el tráfico de especies, la cacería ilegal, el conflicto carnívoros-humano, el desarrollo de

infraestructura carretera, la presencia de especies exóticas y recientemente de enfermedades transmitidas por animales domésticos (Gallardo, 2014). Estas amenazas de manera individual o sinérgica han ocasionado un decremento o la desaparición de las poblaciones de carnívoros silvestres en todo el país (Hernández, 1992; CONANP, 2010; Olvera, 2011, Ceballos *et al.*, 2016).

Entre los mesocarnívoros, el coyote (*Canis latrans*) es considerado uno de los más exitosos ecológicamente y hoy en día se le encuentra prácticamente en todo el este de Norteamérica (Gompper, 2002). Se distribuye desde el norte de Alaska, EEUU hasta el este de Panamá (Méndez-Carvajal & Moreno, 2014; Ramírez-Albores & León-Paniagua, 2015). En México está presente en casi todo el país, con excepción de Tabasco y Quintana Roo (Hall, 1981; Hidalgo-Mihart *et al.*, 2013; Ramírez-Albores & León-Paniagua, 2015). Se le atribuye su expansión geográfica a que los coyotes usan las áreas deforestadas y agropecuarias como parte de su hábitat (Hernández & Landré, 2014; Méndez-Carvajal & Moreno, 2014)

De igual manera la pérdida y fragmentación de los bosques templados a lo largo del Faja Volcánica Transmexicana en el centro de México (Arriola *et al.*, 2014), ha generado como resultado inevitables cambios en su hábitat, en la disponibilidad de los recursos alimentarios y condiciones ambientales para el coyote. El cambio en el uso de suelo de forestal a agropecuario ha favorecido el incremento de las poblaciones de algunas especies de pequeños mamíferos, en especial de roedores generalistas, así como la introducción de animales domésticos (e.g. perros y gatos) (Ramírez-Albores & León-Paniagua, 2015). Culturalmente, el coyote ha formado parte de la cosmovisión de las comunidades humanas y de los diferentes pueblos indígenas de México, sin embargo,

en el último siglo se ha convertido en una especie “incómoda” para los ganaderos debido a la depredación de ganado doméstico (e.g. borregos y cabras) por parte del coyote y las pérdidas económicas que esto genera (Ritchie & Johnson, 2009; Hernández & Laundré, 2014).

La Sierra del Ajusco, al sur de la Ciudad de México, forma parte de la Faja Volcánica Transmexicana, esta región ha estado sometida en las últimas décadas a un cambio en el uso del suelo generado por la expansión de los asentamientos humanos y por la creación de nuevas áreas agrícolas y pecuarias de libre pastoreo en la región (CONAFOR, 2012). Dichas actividades agropecuarias se han acentuado desde la década de los 90's, reflejándose los resultados a mediano plazo en grandes pérdidas de superficie del ecosistema y sus consecuentes problemáticas sobre la fauna silvestre local (INECC, 2006).

A pesar de los cambios en el uso del suelo en el sur de la Ciudad de México, aún se mantienen poblaciones numerosas de coyotes en la región, tomando en cuenta toda la transformación en la matriz del paisaje que se tiene registrado al sur de la Ciudad de México (Hernández, 2004; Sedano, 2019).

En México los patrones de alimentación en coyotes ha sido unos de los temas más estudiados de esta especie (Aranda *et al.*, 1995; Monroy *et al.*, 2003; Espinoza, 2011; Olvera, 2011; Ríos, 2014; Sedano, 2019) sin embargo aún hacen falta estudios que nos ayuden a entender como el coyote y sus presas se están adecuando a las nuevas condiciones ambientales de pérdida y fragmentación de los bosques templados en el Faja Volcánica Transmexicana. Este estudio proveerá de información clave referente a si

existe o no una alteración en los hábitos alimentarios anuales y por temporadas de uno de los mesocarnívoros de mayor plasticidad ecológica en ambientes modificados por actividades humanas y en áreas forestales próximas a una de las ciudades más grandes del planeta, como es la Ciudad de México (Bekoff & Gese, 2003; Guerrero, y otros, 2004; Ríos, 2014).

1.1 Historia Natural del coyote (*Canis latrans*)

1.1.1 Clasificación taxonómica

El coyote *Canis latrans* pertenece a la Familia Canidae (Bekoff, 1977; Wilson & Reeder, 2005). Su nombre en latín "*Canis latrans*", significa perro ladrador y hace referencia a su característica forma de comunicación a base de aullidos largos y cortos (Bekoff, 1977).

1.1.2 Descripción morfológica

El coyote es un cánido de tamaño mediano, su peso varía entre 8 a 16 kg, llegando a ser de mayor talla los individuos al norte de su distribución geográfica (Gompper, 2002). Su cuerpo es esbelto con patas largas (Figura 1), las huellas de sus patas delanteras marcan cuatro dedos con garras cortas y gruesas y un cojinete plantar; las patas traseras son similares, pero menos anchas y con un cojinete de menor tamaño (Figura 2; Aranda, 2012).

Tiene orejas grandes y puntiagudas, ojos pequeños y relativamente juntos, hocico alargado y angosto, con una fórmula dentaria de: incisivos 3/3, caninos 1/1, premolares 4/4 y molares 2/3 = 42 (Servín & Chacón, 2005; Aranda, 2012; Ríos, 2014). Tiene una cola espesa, el pelaje presenta una coloración que va desde el gris hasta el rojizo, variando geográficamente, los ejemplares presentes en zonas frías y de altitudes altas presentan pelaje oscuro, mientras que los ejemplares que habitan en zonas desérticas presentan una coloración amarillenta (Bekoff & Gese, 2003).



Figura 1. Ejemplar de coyote adulto. Fotografía: Daniel Garza Tobón.

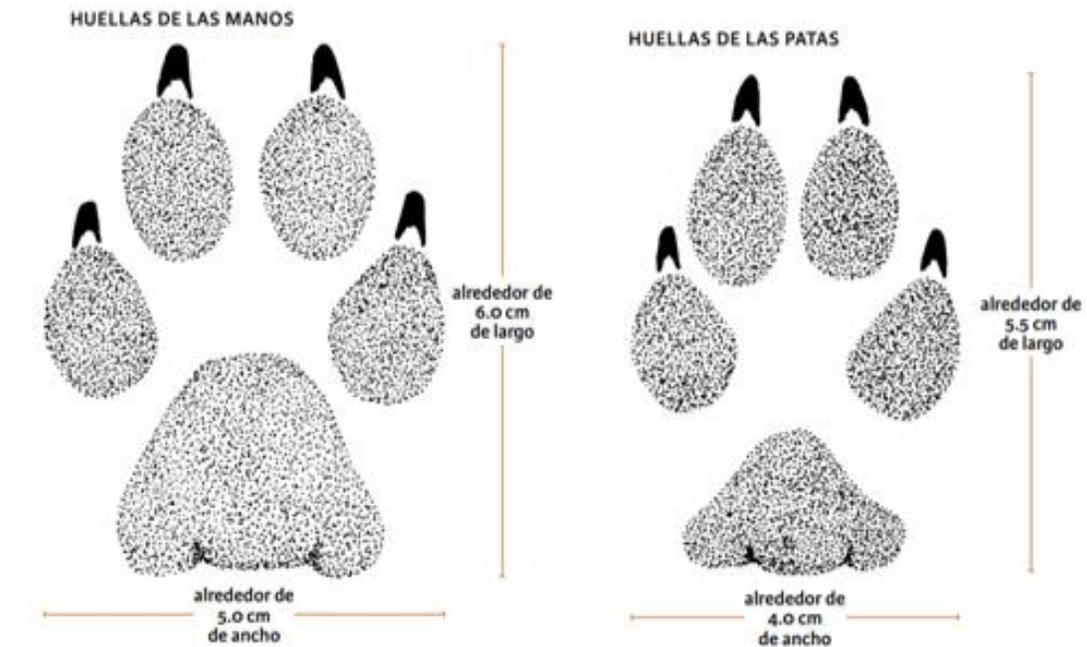


Figura 2. Huellas de mano y pata de coyote tomadas de Aranda (2012).

1.1.3 Distribución

El coyote se distribuye geográficamente desde el norte de Alaska, EEUU hasta Panamá (Springer *et al.*, 2012; Ramírez-Albores & León-Paniagua, 2015). En México está presente en todo el país, con excepción de Tabasco y Quintana Roo (Hall, 1981; Hidalgo-Mihart *et al.*, 2013; Ramírez-Albores & León-Paniagua, 2015). Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 3650 msnm, distribuyéndose desde los desiertos y bosques templados hasta los bosques tropicales húmedos (Ceballos & Oliva, 2005; Hernández & Laundré, 2014).

En los últimos años, los coyotes han expandido su distribución geográfica en un 40% desde la década de los cincuenta, al menos el doble que cualquier otro carnívoro de Norteamérica en el mismo periodo de tiempo, debido a su gran capacidad de adaptación a nuevos ecosistemas y poseer un amplio espectro de presas (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2013; Hody & Kays, 2018). A su vez, la deforestación y el cambio de uso de suelo en México y Centroamérica potencian la capacidad de expansión del coyote a Sudamérica (Monroy-Vilchis *et al.*, 2020). La densidad humana y la presencia de cultivos en dichas regiones provocan la ausencia de carnívoros nativos, competidores directos de los coyotes, favoreciendo el establecimiento de la especie (Figura 3; Bekoff & Gese, 2003; Guerrero *et al.*, 2004; Ríos, 2014).

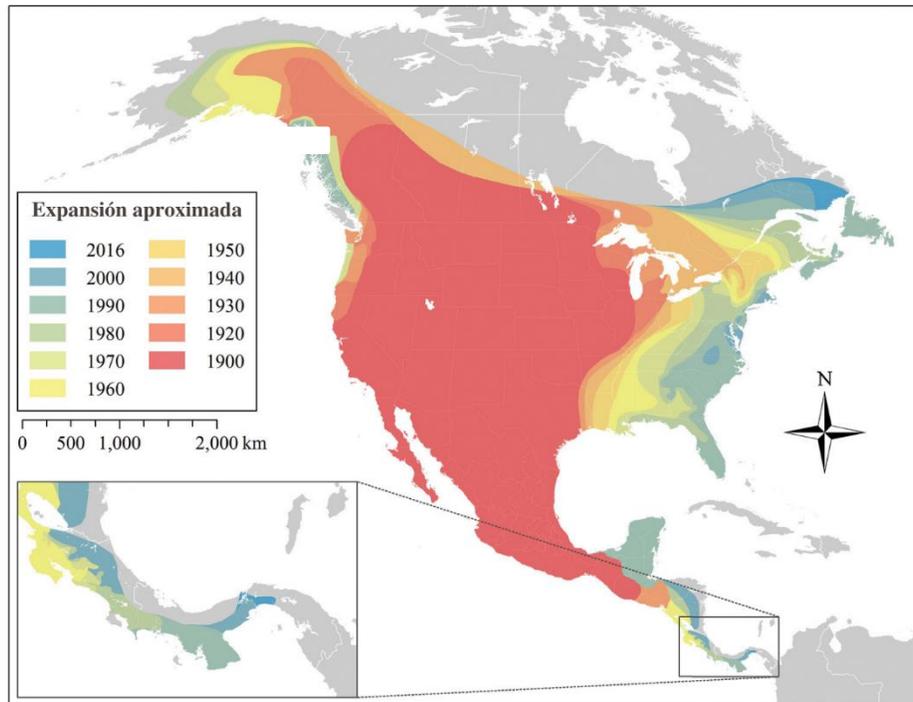


Figura 3. Expansión geográfica del coyote durante los últimos 100 años (Hody, 2018).

1.1.4 Alimentación

Es un depredador omnívoro, oportunista y generalista, consume desde frutas e insectos hasta grandes ungulados, incluyendo carroña y desechos antropogénicos (Hernández *et al.*, 1994; Aranda, 2000; Martínez-Vázquez *et al.*, 2010).

Guerrero y colaboradores (2004), han identificado un patrón de alimentación del coyote a partir de un gradiente latitudinal. Para el norte de Canadá y EEUU la alimentación del coyote se basa en venados, conejos y liebres, mientras que en el sur de EEUU, norte y centro de México sus principales presas son roedores y conejos (Guerrero *et al.*, 2004). En Centroamérica (e.g. Costa Rica y Panamá) los coyotes tienden a ser más frugívoros que carnívoros, gracias a la disponibilidad de frutos tropicales (Olvera, 2011). En cambio en los bosques templados, las zonas áridas y semiáridas los coyotes

tienden a alimentarse principalmente de otros mamíferos, mientras que en los bosques tropicales la materia vegetal forma parte importante de su dieta (Guerrero *et al.*, 2004).

1.1.5 Ecología

El coyote es uno de los mesocarnívoros con mayor capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales, como temperaturas extremas en desiertos y altos porcentajes de humedad en bosques tropicales (Aranda *et al.*, 1995), tanto en ambientes conservados como en ambientes modificados (Ramírez-Albores & León-Paniagua, 2015). Llegando a causar grandes impactos directos e indirectos sobre la diversidad de especies presa (Ritchie & Johnson, 2009) principalmente en aquellas regiones donde la ausencia de grandes carnívoros como el lobo (*Canis lupus*), el puma (*Puma concolor*) o el jaguar (*Panthera onca*) ha favorecido el incremento de las poblaciones de coyotes (Gompper, 2002) y por ende ha modificado la estructura y dinámica de los ecosistemas (Bekoff & Gese, 2003; Roemer *et. al*, 2009; Rojas & Moreno, 2014). También cumplen la función de reguladores de las poblaciones silvestres de herbívoros que eventualmente pueden llegar a convertirse en plagas para los cultivos como los lagomorfos y pequeños roedores (Aranda *et al.*, 1995). Al ser omnívoros favorecen la dispersión de semillas y con ello el establecimiento y germinación de frutos en nuevos sitios (Monroy *et al.*, 2003).

1.1.6 Relación ser humano - coyote

1.1.6.1 Conflicto humano-coyote

Los productores ganaderos asocian la presencia del coyote con pérdidas económicas debido a la depredación de su ganado doméstico (Olvera, 2011). Sin embargo, varios estudios realizados en México han demostrado que el ganado doméstico representa

valores bajos de consumo en la alimentación del coyote en relación con otras presas, e incluso llegan a alimentarse de éstas solamente como carroña (Aranda *et al.*, 1995; Grajales *et al.*, 2003; González, 2008).

1.1.6.2 Etnozoológico

En México se le han atribuido desde épocas prehispánicas características estrechamente vinculadas con los aspectos biológicos de esta especie. Por ejemplo, se le asocia con la fuerza sexual debido a su sagacidad para reproducirse y encontrar pareja, esto también influye en su importancia medicinal relacionado con la potencia sexual (Seler, 2004). Se le relaciona con la danza y la música gracias a su singular manera de comunicarse, única entre los cánidos (Rodríguez, 2013). Debido a la manera en que caza en grupo se le atribuyen y se asocia con actividades bélicas y la percepción que resultó de la conquista sobre el ser un animal maligno lo convierte en instrumento para realizar ritos mágicos-religiosos (Rodríguez, 2005; Gómez & Pedraza, 2018).

1.1.6.3 Medicina tradicional

El uso de los animales y sus derivados como productos terapéuticos en la medicina tradicional, ha sido una práctica cotidiana desde tiempos precolombinos (Gómez *et al.*, 2007). Dicha práctica, en cierta medida se ha conservado en la actualidad, poniendo en riesgo a la fauna silvestre de todo el mundo (Alves *et al.*, 2010, Alves y Alves 2011). Como es el caso del coyote, de quien se comercializa de manera ilegal sus partes como el pelo, cebo, carne y sangre para fabricar pomadas y aceites a partir de sus productos como componentes esenciales para la elaboración de estos para uso medicinal (Gómez *et al.*, 2007). En algunas localidades se le atribuye un papel curativo en padecimientos

musculares, nerviosos y circulatorios (De María y Campos, 1979). Sin embargo, no se cuentan con estudios sólidos que demuestren que alguna parte o derivado del coyote posee un principio activo o componente que ayude a la cura de alguna enfermedad.

1.1.7 Estado de conservación

En México, no se encuentra bajo ninguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). A nivel internacional, se le cataloga bajo preocupación menor por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Kay, 2018). La especie no se encuentra dentro de algún apéndice de CITES, y el comercio de la especie, sus partes y derivados depende de cada país.

1.2 Antecedentes Hábitos alimentarios

Desde mediados del siglo pasado, se han realizado diversos estudios en EEUU y México para determinar los hábitos alimentarios del coyote (Murie, 1935; Korschgen, 1957; Bekoff, 1977). En los años cuarenta, los estudios analizaban directamente los estómagos de ejemplares cazados (Murie, 1935; Korschgen, 1957) y fue hasta la década de los ochenta, que se realizaron los primeros estudios analizando el contenido de las excretas comparando la estacionalidad y/o estado de conservación entre ambientes (Salas, 1987; Graf, 1988; Hernández & Delibes, 1994).

A partir de la década de los noventa, el estudio de los hábitos alimentarios del coyote comenzó a tener más relevancia, una de las investigaciones de mayor reconocimiento fue la realizada por Servín y Huxley (1991) en la Reserva de la Biosfera La Michilía en Durango, donde obtuvo un parámetro para la identificación de excretas basándose en el tamaño, con un índice de error inferior al 5% en las muestras analizadas, además, en dicha investigación se sugiere por primera vez el papel ecológico del coyote como un dispersor de semillas.

En los últimos años, se han incrementado los estudios sobre la alimentación en los estados de Jalisco y Guerrero (Guerrero *et al.*, 2004), Morelos (Uriostegui-Velarde *et al.*, 2015; Sedano, 2019), Oaxaca (Cruz-Espinoza *et al.*, 2010), y Veracruz (Martínez-Vázquez *et al.*, 2010), incluyendo las investigaciones desarrolladas en regiones con cierto grado de fragmentación del hábitat en el Estado de México (Olvera, 2011; Espinoza-Graciano y García-Collazo, 2017) y Querétaro (Ríos, 2014).

A la par, se han incrementado los estudios a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana (Martínez-Vázquez, González-Monroy, & Díaz-Díaz, 2010; Olvera, 2011; Ríos, 2014; Espinoza-Graciano y García-Collazo, 2017; Sedano, 2019) y dichos trabajos se enfocan en el análisis de los hábitos alimentarios del coyote tanto en ambientes conservados vs modificados y en áreas continuas vs fragmentadas tomando en cuenta las problemáticas presentes en las zonas de estudio ocasionadas básicamente por el inevitable crecimiento desmedido de los asentamientos humanos. Por ejemplo, Aranda y colaboradores (1995) en la Sierra del Ajusco de la Ciudad de México, reportaron un alto consumo de mamíferos domésticos (e.g. vacas, borregos y caballos) en campos agrícolas y pecuarios.

La dieta del coyote, en ambientes conservados o modificados por las actividades humanas, se basa principalmente en el consumo de mamíferos terrestres silvestres, donde los grupos taxonómicos presa dominantes son los lagomorfos y roedores (Sedano, 2019) y el componente vegetal es el segundo alimento más importante en su dieta (Espinoza, 2011; Olvera, 2011; Ríos, 2014). En los últimos años, con el desarrollo de las técnicas moleculares ya ha sido posible identificar las especies presas en la excreta a partir del ADN contenido en la muestra (Shi *et al.*, 2021). Además de ello, ha servido para identificar la identidad a nivel de individuos (Martínez-Vázquez *et al.*, 2010; Salame-Méndez *et al.*, 2012).

2. Justificación

La Sierra del Ajusco se encuentra al sur de la Ciudad de México dentro de la Región Terrestre Prioritaria Ajusco-Chichinautzin, catalogada así por tres razones primordiales: 1) Es una zona de gran importancia para la recarga de los mantos acuíferos, que abastecen a las principales ciudades del estado de Morelos y Toluca, así como a la Ciudad de México, 2) Su gran diversidad florística y faunística con una alta presencia de endemismos, 3) Es una zona de amortiguamiento entre la Ciudad de México y la Ciudad de Cuernavaca. La región cuenta con un sistema de áreas naturales protegidas, donde destaca el Corredor Biológico Ajusco-Chichinautzin, así como áreas naturales estatales y reservas ejidales, las cuales mantienen hábitat para una población numerosa de coyotes en la región.

La creciente urbanización y cambio en el uso del suelo por las comunidades humanas en el límite sur de la Ciudad de México, ha transformado el paisaje natural y cada vez es más frecuente ver una matriz dominada por actividades agropecuarias generando una mayor degradación del ambiente (Martínez, 1994; Arriaga *et al.*, 2000; Sánchez y López, 2003; INEGI, 2012).

Debido a estos factores y al valioso papel ecológico que desempeña el coyote en el ecosistema, es relevante identificar sus hábitos alimentarios en la Sierra del Ajusco para conocer cómo influye la degradación del ambiente a la biología de la especie, así cómo entender la relación que mantiene el coyote con sus presas y cómo éste se adecua a los ambientes modificados por actividades humanas en los bosques templados del sur de la Ciudad de México. Esta información permitirá plantear acciones de manejo y

conservación, así como de coexistencia entre este mesocarnívoro y la población humana que habita en la región.

3. Objetivos

3.1 General

- Determinar la composición alimenticia del coyote (*Canis latrans*) en un bosque de pino conservado y uno modificado por las actividades humanas en la Sierra del Ajusco, México.

3.2 Particulares

- Identificar los componentes de la alimentación del coyote (*Canis latrans*) en un ambiente conservado y en un ambiente modificado por actividades humanas.
- Comparar la diversidad de presas encontradas en las excretas entre ambos ambientes.
- Determinar si la variación estacional tiene un efecto sobre la diversidad de presas del coyote en ambos ambientes.

4. Área de estudio

4.1 Descripción de la región

La Sierra del Ajusco es un sistema montañoso que se localiza al sur de la Ciudad de México, en la zona limítrofe entre el CDMX y el Estado de Morelos, en las coordenadas geográficas 19° 09' 03" N y 99° 13' 02" O (Figura 4). El clima de la región es templado semifrío, con una precipitación anual entre 200 y 1800 mm con lluvias presentes en verano (Figura 5). El tipo de vegetación dominante es el bosque de pino (*Pinus hartwegii*), seguido del bosque de oyamel (*Abies religiosa*) y zacatonal (*Muhlenbergia sp.*), aunque gran parte de la región ha cambiado su uso de suelo hacia el agrícola (e.g. cultivos de avena) en las partes bajas y accesibles de la región (Arriaga *et al.*, 2000; Granados Sánchez *et al.*, 2004).



Figura 4. Ubicación geográfica de la Sierra del Ajusco y las zonas de estudio.

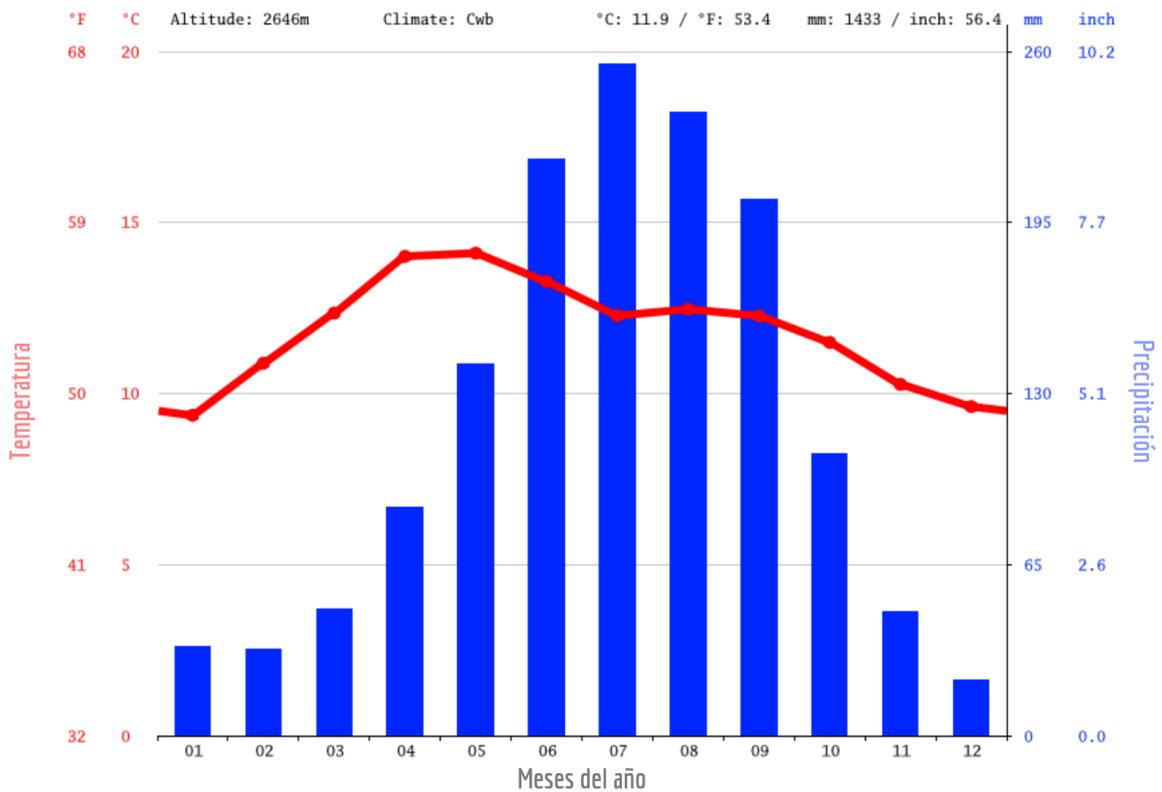


Figura 5. Diagrama ombrotérmico para Topilejo, CDMX. Las barras y la línea representan los valores de precipitación y temperatura promedio, respectivamente, del promedio de 30 años de monitoreo (Fuente: es-climate-data.org).

4.2 Sitios de muestreo

Se seleccionaron dos sitios de muestreo tomando en cuenta el estado de conservación de éstos, a partir de indicadores como presencia de actividades agropecuarias y tala presente en ellas. En cada sitio, se identificaron y georreferenciaron los senderos y veredas (Figura 6) estableciendo un circuito de aproximadamente 8 km de longitud donde se colectaron las excretas.

4.2.1 Sitio Las Rosas

Ubicado dentro de la Reserva Ecológica Comunitaria “San Miguel Topilejo”, en los terrenos comunales de San Miguel Topilejo, CDMX, en las coordenadas geográficas 19°08'23" N y 99°13'56" O (Figura 7). Es considerada un área importante para su conservación debido a sus características ecogeográficas, diversidad biológica y cobertura forestal en buen estado de conservación, mismos que proveen de servicios ambientales que generan a las comunidades humanas de la región (Carpinteyro-Urbán y Espinosa-Castillo, 2013). Los comuneros de San Miguel Topilejo realizan actividades de supervisión del arbolado, limpieza a las líneas corta fuego y el salvaguardo del mismo en colaboración con la Comisión de Recursos Naturales (CORENA) de la Ciudad de México.



Figura 6. Sendero recorrido en el sitio Las Rosas.



Figura 7. Estado de conservación del sitio Las Rosas.

4.2.2 Sitio Las Maravillas

Ubicado en las tierras Comunales de San Miguel Topilejo en las coordenadas geográficas 19°08' 59" N y 99°10'52" O. Los comuneros ocupan esta área para realizar actividades agrícolas y pecuarias, principalmente actividades de libre pastoreo de ganado ovino (Figura 8). Durante la elección del sitio, se observó la presencia de tocones y sitios donde aserraron troncos para sacar tablonés, lo que prueba la actividad de tala en el área (Figura 9). También se registró basura a lo largo del sendero y puntos específicos de descarga de desechos antropogénicos, basureros, así como la presencia de perros domésticos de libre movimiento, por lo regular acompañando al pastor o al rebaño de borregos.



Figura 8. Campos de siembra a los costados del sendero recorrido en Las Maravillas, Topilejo, CDMX.



Figura 9. Evidencia de tala clandestina junto al sendero recorrido en Las Maravillas, Topilejo, CDMX.

5. Métodos

5.1 Trabajo de campo

La colecta de excretas se realizó mensualmente de noviembre de 2014 a noviembre de 2015 en cada uno de los sitios. En cada sitio, se identificó un transecto de aproximadamente 8 km de largo entre senderos y caminos de terracerías, mismo que se caminó durante cada visita. Todas las excretas se recolectaron e identificadas en campo siguiendo los criterios de tamaño, forma, color, olor, y huellas de acuerdo con la guía de campo de rastros de Aranda (2012; Figura 10). Una vez identificada la excreta, se colocó en una bolsa de plástico debidamente rotulada con el número de muestra, sitio de colecta, fecha y coordenadas geográficas del sitio de colecta de cada muestra. Posteriormente las muestras se secaron a temperatura ambiente, para evitar la formación de hongos y se almacenaron para su posterior análisis.



Figura 10. Excreta de coyote (*Canis latrans*) colectada durante un recorrido.

5.2 Trabajo de laboratorio

Las muestras se procesaron de manera independientemente, cada excreta se sumergió en una solución jabonosa por 24 horas para eliminar la grasa y materia orgánica no relevante. La muestra se lavó con agua corriente usando guantes de plástico, colador y pinzas de disección, separando manualmente los restos óseos, pelos, plumas, semillas y restos inorgánicos. Los elementos separados se dejaron secar a temperatura ambiente y fueron guardados en bolsas de plástico rotuladas con la misma información del sitio de colecta (Ríos, 2014).

Para determinar la composición de la dieta, fue necesario identificar los elementos encontrados en cada excreta. Los componentes se clasificaron en 6 categorías: aves, mamíferos, insectos, reptiles, material vegetal y desechos antropogénicos.

Para la categoría de mamíferos se dividieron los componentes en: restos óseos, piezas dentales, uñas y pelos, y se utilizaron guías de identificación de piezas dentales de Arita y Aranda, 1987; Aranda, 1995; Monroy y Rubio, 1999 y Álvarez-Castañeda y González-Ruiz; 2015. Además se contó con ejemplares procedentes de la región depositados en la Colección Nacional de Mastozoología como ejemplares de referencia. La categoría de aves se dividió en plumas y picos. Para el grupo de los insectos sólo se encontraron extremidades, y para el grupo de reptiles se encontraron únicamente escamas. Debido al nivel de degradación o estado de preservación de los elementos de las últimas tres categorías, la identificación taxonómica de los elementos no fue posible definirla a nivel específico.

En cuanto a los restos vegetales, la identificación de las semillas se realizó a nivel de Familia. Para su identificación se contó con el apoyo del Maestro Héctor Cervantes del Banco de Semillas de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM.

Una vez analizadas las muestras, se elaboró una base de datos de las especies-presa consumidas con su respectiva información de colecta e identificación: Número de excreta, fecha de colecta, temporada en la que se colectó, categoría alimentaria a la que pertenece y el máximo nivel de identificación al que se llegó. Además, se determinó la abundancia de las especies-presa por excreta tomando en cuenta los restos óseos pareados tales como las piezas dentales de roedores y lagomorfos.

5.3 Trabajo de gabinete

Para determinar los hábitos alimentarios del coyote se utilizaron como indicadores el Porcentaje de ocurrencia (PO) y la Frecuencia relativa (FR) de cada especie-presa identificada en las muestras. Estos indicadores se calcularon para obtener valores de cada componente registrado en la dieta a lo largo del año y por temporadas (secas y lluvias).

5.3.1 Porcentaje de ocurrencia

El Porcentaje de ocurrencia (PO), también conocido como frecuencia de aparición, es una medida que calcula el número de veces que aparece un componente presa en el total de las excretas analizadas (Aranda, 2000). De esta forma se puede conocer la preferencia de consumo que el coyote tiene sobre cada especie-presa en relación con el número total de muestras analizadas representadas en porcentaje (Ackerman, 1984; Martínez, 2010).

PO = Porcentaje de Ocurrencia

$$(PO = F_i / N \times 100)$$

F_i = Número de excretas en las que aparece una especie presa

N = Número de excretas analizadas

5.3.2 Frecuencia relativa

La Frecuencia relativa (FR) calcula la frecuencia de consumo de un componente presa de la alimentación con respecto a los demás componentes presa (Ríos, 2014). Esta medida, a comparación del Porcentaje de ocurrencia, toma en cuenta que puede encontrarse más de un elemento presa por excreta, por lo que se le ha considerado de importancia como indicador en los estudios de hábitos alimentarios pues permite conocer qué especie-presa es más importante para el coyote en el estudio en relación con las demás (Maehr y Brady, 1986; Martínez, 2010).

FR = Frecuencia Relativa

$$FR = F_i / F \times 100$$

F_i = Número de excretas en las que aparece una especie presa

F = Suma de todas las apariciones; se obtiene sumando todos los F_i

5.3.3 Índice de diversidad Shannon-Wiener

El Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') es uno de los índices de diversidad más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica. Este índice se encarga de reflejar la heterogeneidad de una comunidad tomando en cuenta dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Pla, 2006).

Se eligió este índice para determinar la diversidad de las especies-presa que conforman los hábitos alimentarios del coyote, aplicándolo para obtener información sobre la dieta anual y por temporadas (secas y lluvias) de cada localidad. En una dieta con bajo consumo de presas el valor de H' tenderá a cero, sugiriendo que el coyote presenta una alimentación especialista, mientras que en una dieta con presencia de un mayor número de presas el valor de H' tenderá a uno, indicando una alimentación generalista (Ríos, 2014).

El Índice de diversidad de Shannon-Wiener se calcula mediante la siguiente expresión:

H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

$$H' = -\sum(P_i \times \ln P_i)$$

P_i = es la proporción de la especie i con respecto a la comunidad

$$P_i = n_i / N$$

n_i = Número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos de todas las especies

Los análisis estadísticos empleados para obtener los valores del Índice de Shannon-Wiener, así como para realizar la prueba t modificada por Hutchinson se realizaron en el programa *R* versión 4.0.5 (*R Core Team, 2021*), utilizando la paquetería *ecoTest* versión 0.0.1 (Magurran, 1989; Zar, 1996; Salinas & Ramirez-Delgado, 2021). A partir de dicha prueba se determinó si existen diferencias significativas en el consumo anual de presas al igual por temporadas entre sitios. Además, se determinó si existía una variación temporal por localidad en la dieta del coyote, comparando los datos entre temporadas por sitios.

5.3.3.1 Diversidad máxima y equitatividad

Se calculó la diversidad máxima (H' max) para representar el valor de la diversidad bajo el supuesto de que todas las especies están igualmente presentes, a su vez, se calculó la equitatividad (E) para indicar cómo están distribuidos los individuos entre las especies midiendo la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima (0 a 1), dónde el valor cercano a cero representa el supuesto de que una especie domina sobre las demás en una comunidad, mientras que el valor cercano a uno sugiere que todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988; Soler *et al.* 2012).

$$H'_{max} = \ln S$$

H' max = Diversidad máxima
S = Número máximo de especies de la comunidad

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

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener
 H' max = Diversidad máxima

5.3.4 Representatividad de la muestra

Se elaboraron curvas de acumulación de especies para estimar el esfuerzo requerido en el estudio para registrar el mayor número de especies-presa presentes en la dieta del coyote. Además permite determinar si el tamaño de muestra de excretas recolectadas fue representativo en ambas localidades, nos brinda confiabilidad a los resultados y posibilita su comparación con otras investigaciones (Jiménez-Valverde, 2003).

Se elaboraron matrices de datos especificando la presencia (1) o ausencia (0) de cada especie-presa identificada en el estudio. Donde las filas representaron las especies-

presa identificadas y las columnas la unidad de esfuerzo del muestreo (excretas colectadas). Dichas matrices se realizaron con información obtenida en ambas localidades durante todo el estudio para la elaboración de curvas anuales, y a su vez clasificándolas en temporada de lluvias y en temporada de secas con fines prácticos para la elaboración de curvas por temporalidad. Para suavizar dichas curvas y obtener la curva ideal se utilizó el programa *EstimateS* versión 9.1.0 (Colwell, 2013), al cual se le aplicaron 100 aleatorizaciones.

Para evaluar la calidad del muestreo, se utilizó la Ecuación de Clench (S_n), que es altamente recomendada para estudios, en los que a mayor experiencia en campo existe una menor probabilidad de agregar nuevas especies al listado. Además, este modelo es el más utilizado ya que ha demostrado un buen ajuste a la mayoría de las situaciones reales (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

S_n = Ecuación de Clench

$$S_n = \frac{a * n}{(1 + b * n)}$$

a = Tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario

b = Parámetro relacionado con la forma de la curva

n = Unidades de esfuerzo de muestreo

El ajuste de este modelo se realizó en el programa *Statistica* versión 14.0.0.15 (TIBCO, 2020) mediante la estimación no lineal de Simplex & Quasi Newton. De esta manera, se obtuvo el coeficiente de determinación (R^2) que nos indica qué tanto se ajustan nuestros datos a la curva; y los valores a y b, que son parámetros relacionados con la curva.

A su vez, utilizando los valores a y b, se calculó:

a) Pendiente al final de la curva

Una pendiente menor a 0.1 indica un muestreo más completo y confiable

$$\frac{a}{(1 + b * n)^2}$$

b) Calidad del inventario

Brinda una noción de la calidad del inventario realizado

$$\frac{Sn}{a/b}$$

c) Esfuerzo de muestreo para registrar el 95% de especies-presa

Nos indica el número mínimo de excretas necesarias para obtener el 95% de especies-presa, lo que significaría contar con un muestreo confiable

$$\frac{0.95}{b * (1 - 0.95)}$$

6. Resultados

Se colectaron en total 198 excretas, 136 corresponden a la localidad de Las Rosas (61 en lluvias y 75 en secas); y 62 excretas a la localidad Las Maravillas (31 en lluvias y 31 en secas; Figura 11).

Se observó que la categoría con mayor presencia de especies-presa en la dieta anual del coyote en ambos sitios fueron los mamíferos (Figura 12), superando notablemente al resto de las categorías.

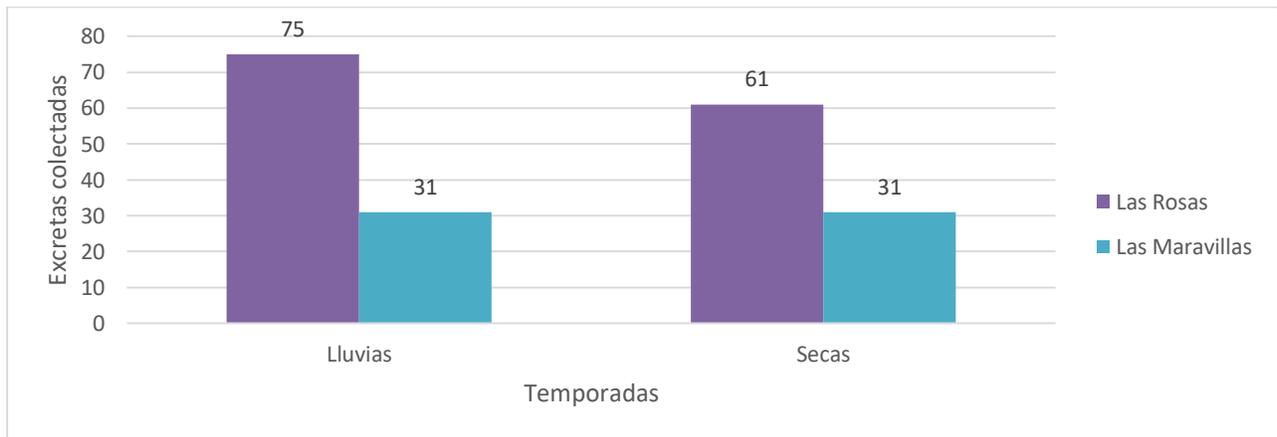


Figura 11. Número de excretas colectadas por sitio y por temporada durante el 2014-2015 en la Sierra del Ajusco, México.

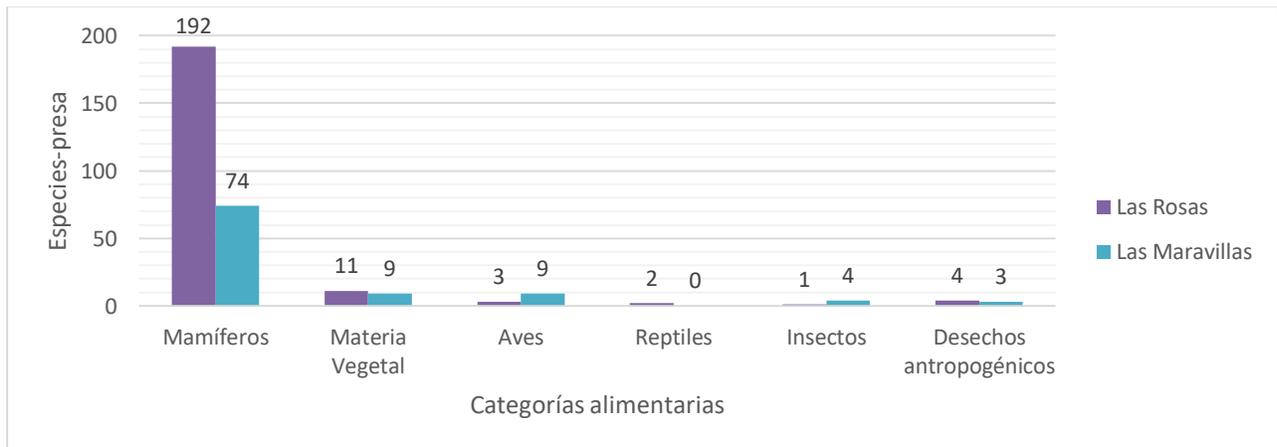


Figura 12. Número de especies-presa registradas por categoría alimentaria entre sitios de muestreo durante el 2014-2015 en la Sierra del Ajusco, México.

6.1 Sitio Las Rosas

Se analizaron en total 136 excretas identificando 19 componentes. La categoría mejor representada fueron los mamíferos, seguido de materia vegetal y el resto de las categorías representaron menos del 5.26% del consumo total (Figura 13).

En la categoría mamíferos se identificaron 12 especies-presa, distribuidas en 4 órdenes: Didelphimorphia, Cingulata, Rodentia y Lagomorpha. El orden con mayor riqueza de especies-presa fue Rodentia con siete especies: *Microtus mexicanus*, *Peromyscus* sp., *Cratogeomys merriami*, *Reithrodontomys* sp., *Neotoma mexicana* y *Neotomodon alstonii*. Seguido por el orden Lagomorpha, con tres especies identificadas: *Romerolagus diazi*, *Sylvilagus floridanus* y *Sylvilagus cunicularius*. Los órdenes menos representados fueron Didelphimorphia y Cingulata con una especie: *Didelphis virginiana* y *Dasyopus novemcinctus*, respectivamente. En la categoría de materia vegetal se identificaron restos de 3 familias: Poaceae, Roseaceae y Solanaceae. Para las categorías Aves, Reptiles e Insectos sólo se llegó a nivel de clase debido a que el material estaba muy degradado y no fue posible identificarlas a nivel específico.

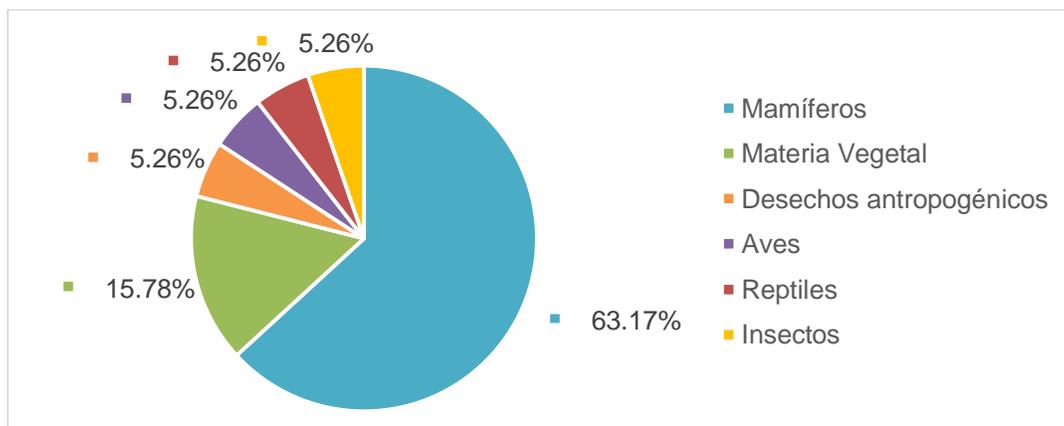


Figura 13. Contribución anual por categoría alimentaria en el sitio Las Rosas.

6.1.1 Porcentaje de ocurrencia

La categoría mamíferos fue la mejor representada en el estudio (Figura 14), siendo el roedor *Microtus mexicanus* la especie-presa con el porcentaje de ocurrencia más elevado (51.47%), seguido por el teporingo *Romerolagus diazii* (25.74%; Tabla 1).

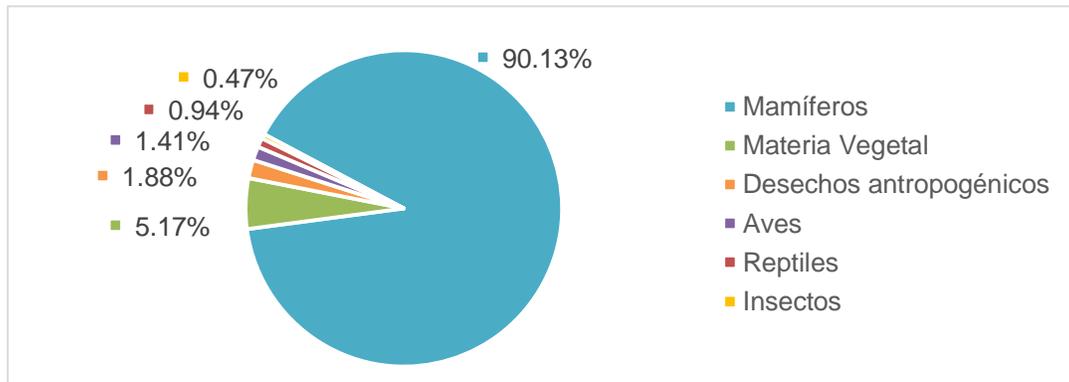


Figura 14. Porcentaje de ocurrencia anual por categoría alimentaria en el sitio Las Rosas.

6.1.1.1 Temporada de Lluvias

Se colectaron y analizaron en total 61 excretas durante la temporada de lluvias, identificando 17 componentes: 11 pertenecieron a mamíferos, 3 a material vegetal; y 1 a reptiles, aves y desechos antropogénicos, respectivamente. En esta temporada no se encontraron restos de insectos en las excretas. El roedor *Microtus mexicanus* obtuvo el mayor porcentaje de ocurrencia (37.70%), seguido por el teporingo *Romerolagus diazii* (27.87%). La segunda categoría con mayor porcentaje de ocurrencia fue material vegetal (11.48%) representada por las familias: Poaceae (4.92%), Solanaceae (4.92%) y Roseaceae (1.64%). La categoría reptiles registró el menor porcentaje en esta temporada con 1.64% (Figura 15, Tabla 1).

6.1.1.2 Temporada de Secas

Se colectaron y analizaron en total 75 excretas, se identificaron en total 15 componentes distintos, de los cuales 11 pertenecieron a la categoría de mamíferos, los 4 componentes restantes se distribuyen en las otras categorías (reptiles, insectos, materia vegetal y desechos antropogénicos). En esta temporada, no se encontraron restos de aves. La mejor representada fueron los mamíferos, cuya especie-presa con mayor PO fue *Microtus mexicanus* coincidiendo con la temporada de lluvias (62.67%), seguido del teporingo *Romerolagus diazii* (24.00%). La categoría con el menor PO fueron las categorías reptiles y aves (1.33%; Figura 15, Tabla 1).

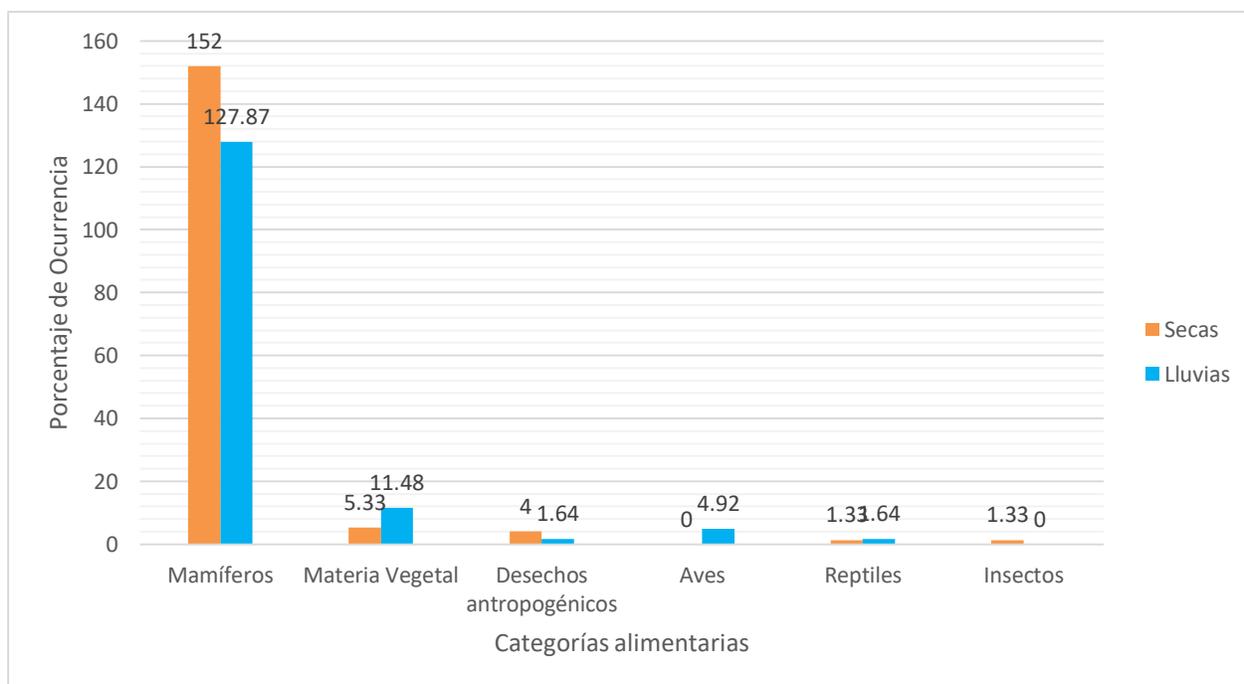


Figura 15. Porcentaje de ocurrencia de las categorías alimentarias entre temporadas en el sitio Las Rosas

Tabla 1. Porcentaje de ocurrencia (PO) anual y por temporada de las especies-presa encontradas en las excretas del sitio Las Rosas.

Categoría	Familia	Especie	PO Anual	PO Secas	PO Lluvias
MAMÍFEROS (ORDEN)			141.18	152.00	127.87
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	2.21	0.00	4.92
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	2.21	1.33	3.28
Rodentia	Geomyidae	<i>Cratogeomys merriami</i>	11.76	14.67	8.20
	Cricetidae	<i>Microtus mexicanus</i>	51.47	62.67	37.70
		<i>Neotoma mexicana</i>	2.94	1.33	4.92
		<i>Neotomodon alstonii</i>	2.21	1.33	3.28
		<i>Peromyscus</i> sp.	16.18	17.33	14.75
		<i>Reithrodontomys</i> sp.	6.62	8.00	4.92
		<i>Sigmodon leucotis</i>	2.21	4.00	0.00
Lagomorpha	Leporidae	<i>Romerolagus diazii</i>	25.74	24.00	27.87
		<i>Sylvilagus cunicularius</i>	3.68	5.33	1.64
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	13.97	12.00	16.39
REPTILES			1.47	1.33	1.64
AVES			2.21	0.00	4.92
INSECTOS			0.74	1.33	0.00
MATERIA VEGETAL			8.09	5.33	11.48
Poales	Poaceae		5.15	5.33	4.92
Rosales	Roseaceae		0.74	0.00	1.64
Solanales	Solanaceae		2.21	0.00	4.92
DESECHOS ANTROPOGÉNICOS			2.94	4.00	1.64

6.1.2 Frecuencia Relativa

La categoría de mayor frecuencia relativa (FR) de consumo fueron los mamíferos con 90.14%, seguida por materia vegetal (5.16%), desechos antropogénicos (1.88%), aves (1.41%), reptiles (0.94%) e insectos (0.47%; Figura 16).

Las especies-presa mejor representadas en la categoría de mamíferos fueron *Microtus mexicanus* (32.86%), seguido de *Romerolagus diazii* (16.43%) y *Peromyscus* sp. (10.33%; Tabla 2).

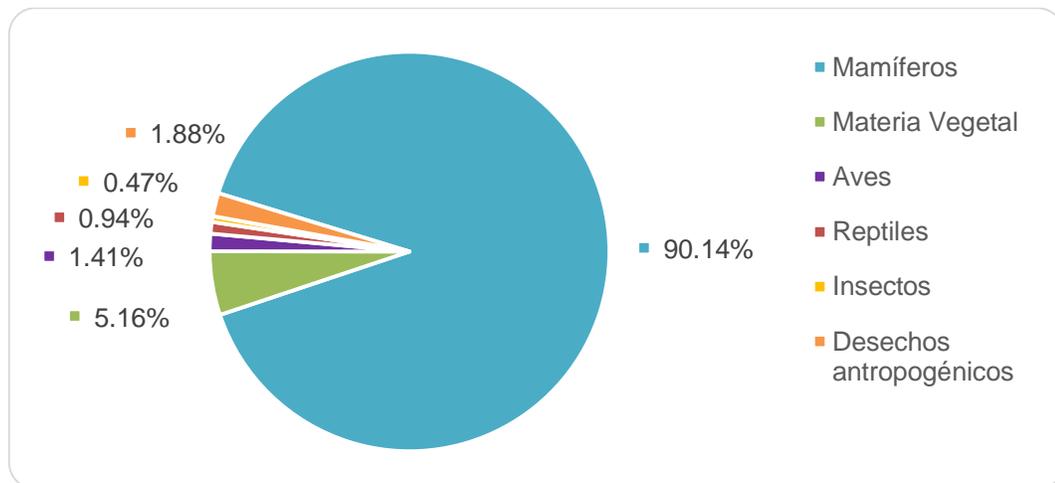


Figura 16. Frecuencia relativa anual por categoría alimentaria en el sitio Las Rosas.

6.1.2.1 Temporada de Lluvias

La categoría con la mayor frecuencia relativa fueron los mamíferos (86.87%), las especies-presa con mayor frecuencia fueron *Microtus mexicanus* (25.56%), *Romerolagus diazii* (18.89%) y *Sylvilagus floridanus* (11.11%). La segunda categoría fue materia vegetal (7.78%), distribuido en Poaceae (3.33%), Solanaceae (3.33%) y Roseaceae (1.11%). Los grupos con menor frecuencia relativa, fueron las categorías reptiles y desechos antropogénicos con 1.11% cada uno, respectivamente (Figura 17, Tabla 2).

6.1.2.2 Temporada de Secas

La categoría con mayor frecuencia relativa en esta temporada fueron los mamíferos (92.68%), las especies-presa con mayor frecuencia relativa fueron *Microtus mexicanus* (38.21%), *Romerolagus diazii* (14.63%) y *Peromyscus* sp. (10.57%). Seguida de la materia vegetal, registrando únicamente restos de la Familia Poaceae (3.25%; Figura 17, Tabla 2).

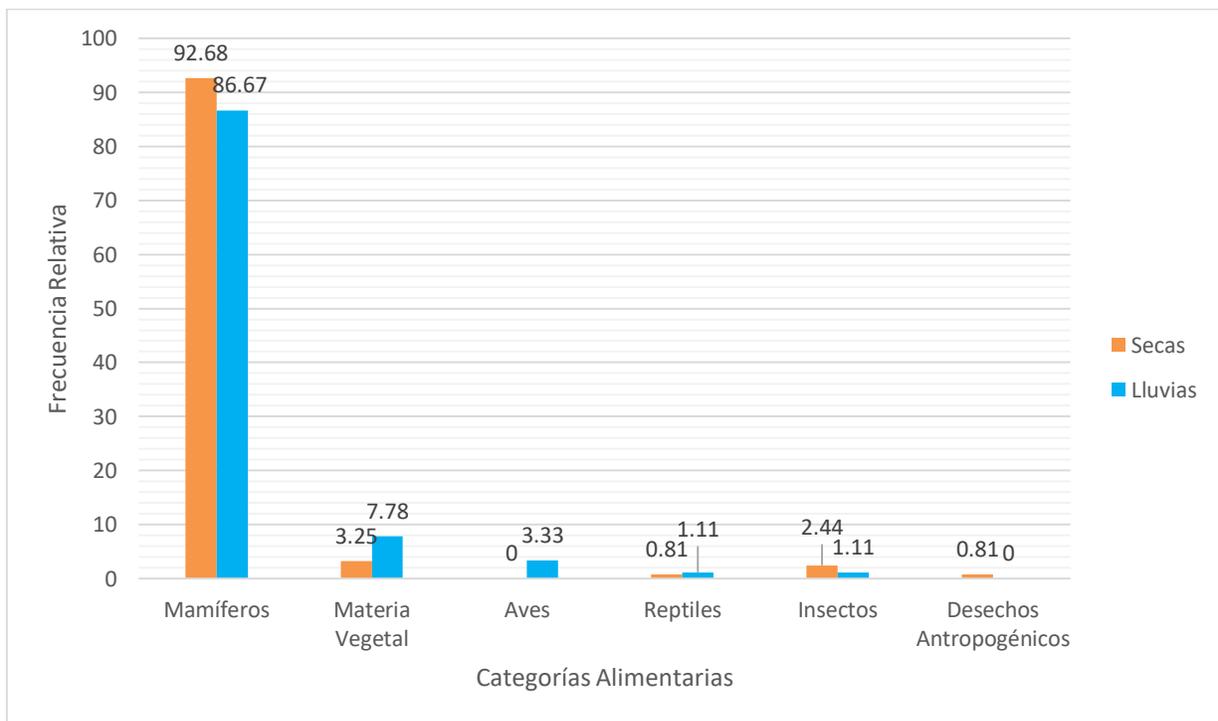


Figura 17. Frecuencia relativa de las categorías alimentarias entre temporadas en el sitio Las Rosas.

Tabla 2. Frecuencia relativa (FR) total y por temporada de las especies-presa encontradas en las excretas en el sitio Las Rosas.

Categoría	Familia	Especie	FR Anual	FR Secas	FR Lluvias
MAMÍFEROS (ORDEN)			90.14	92.68	86.67
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	1.41	0.00	3.33
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	1.41	0.81	2.22
Rodentia	Geomyidae	<i>Cratogeomys merriami</i>	7.51	8.94	5.56
	Cricetidae	<i>Microtus mexicanus</i>	32.86	38.21	25.56
		<i>Neotoma mexicana</i>	1.88	0.81	3.33
		<i>Neotomodon alstonii</i>	1.41	0.81	2.22
		<i>Peromyscus</i> sp.	10.33	10.57	10.00
		<i>Reithrodontomys</i> sp.	4.23	4.88	3.33
<i>Sigmodon leucotis</i>	1.41	2.44	0.00		
Lagomorpha	Leporidae	<i>Romerolagus diazii</i>	16.43	14.63	18.89
		<i>Sylvilagus cunicularius</i>	2.35	3.25	1.11
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	8.92	7.32	11.11
REPTILES			0.94	0.81	1.11
AVES			1.41	0.00	3.33
INSECTOS			0.47	0.81	0.00
MATERIA VEGETAL			5.16	3.25	7.78
Poales	Poaceae		3.29	3.25	3.33
Rosales	Roseaceae		0.47	0.00	1.11
Solanales	Solanaceae		1.41	0.00	3.33
DESECHOS ANTROPOGÉNICOS			1.88	2.44	1.11

6.1.3 Representatividad de la muestra

A partir de la curva acumulativa anual de especies-presa del sitio Las Rosas (Figura 18), se obtuvo un coeficiente de determinación de $R^2=0.996$, con una pendiente de 0.0124. Asimismo, se mostró que con 136 excretas analizadas se identificó un total de 16 especies en este estudio, con estos datos se puede determinar que se necesitaría coleccionar 303 excretas para alcanzar a registrar el 95% de especies-presa en esta localidad (Tabla 3).

Por temporadas

La curva acumulativa de especies-presa en la temporada de lluvias (Figura 19), mostró un coeficiente de determinación de $R^2=0.999$ y una pendiente de 0.0377. A su vez, se mostró que con 61 excretas analizadas se identificó un total de 14 especies identificadas, por lo que se necesitaría coleccionar 227 excretas para registrar el 95% de especies-presa de esta temporada. Para la temporada de secas (Figura 20) se mostró un coeficiente de determinación de $R^2=0.988$ y una pendiente de 0.0286, identificando un total de 14 especies, mostrando que se necesitarían 271 excretas para alcanzar el 95% de especies-presa de esta localidad (Tabla 3).

Tabla 3. Representatividad de las muestras excretas de coyote, anual y por temporadas en la localidad de Las Rosas.

Temporada	R^2 (Coeficiente de determinación)	a (Parámetro de la función)	b (Parámetro de la función)	n (Tamaño de muestra)	S_obs (Fauna registrada)	Pendiente $a/(1+b \cdot n)^2$	Calidad del inventario $(sn/(a/b))$	Esfuerzo de muestreo $(0.95/(b \cdot (1-0.95)))$
Anual	0.9961	1.1218	0.0625	136	16	0.0124	0.8920	303.76
Lluvias	0.9991	1.3971	0.0833	61	14	0.0377	0.8355	227.87
Secas	0.9884	1.1150	0.0698	75	14	0.0286	0.8770	271.98

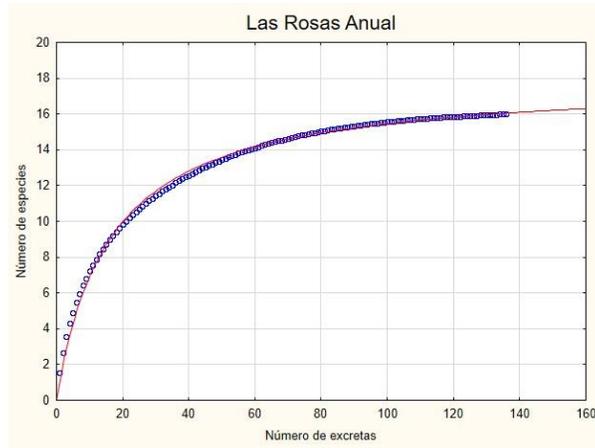


Figura 18. Curva acumulativa anual de especies-presa en el sitio Las Rosas.

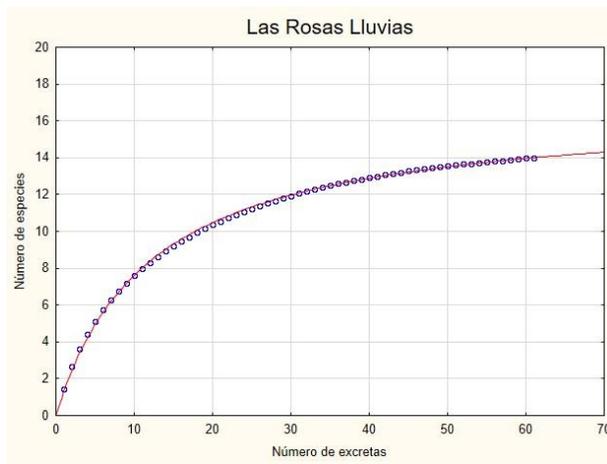


Figura 19. Curva acumulativa de especies-presa en la temporada de lluvias del sitio Las Rosas.

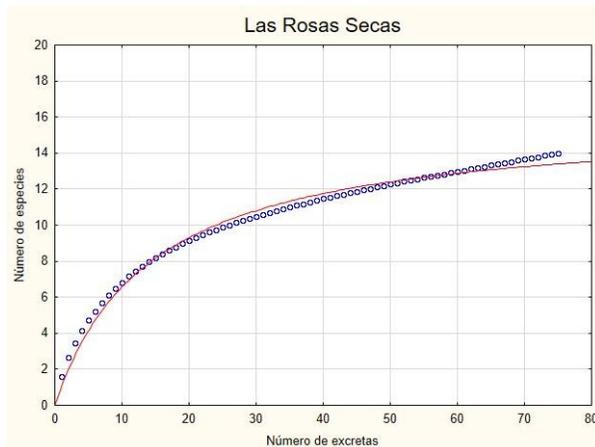


Figura 20. Curva acumulativa de especies-presa en la temporada de secas en el sitio Las Rosas.

6.2 Sitio Las Maravillas

Se analizaron en total 62 excretas identificando 15 componentes. La categoría mejor representada fueron los mamíferos, seguida de materia vegetal, mientras que las aves, insectos y desechos antropogénicos presentaron una menor representatividad. En este sitio no se identificaron componentes para la categoría reptiles (Figura 21).

La categoría mamíferos comprendió el 66.66% de los componentes identificados con 10 especies-presa, distribuidas en 3 órdenes: Cingulata, Rodentia y Lagomorpha. El orden con mayor riqueza fue Rodentia con siete especies: *Microtus mexicanus*, *Peromyscus* sp., *Cratogeomys merriami*, *Reithrodontomys* sp., *Neotoma mexicana* y *Neotomodon alstonii*. Seguido por el orden Lagomorpha, con dos especies identificadas: *Romerolagus diazi* y *Sylvilagus floridanus*. El orden menos representado fue Cingulata, con una especie: *Dasypus novemcinctus*. La categoría materia vegetal comprendió el 13.33% de la muestra anual, únicamente se identificaron restos de 2 familias: Poaceae y Solanaceae. Para las categorías Aves e Insectos sólo se llegó a nivel de clase debido a la complejidad que presentan sus restos para identificarlas a nivel específico. No se encontraron restos pertenecientes a la categoría de Reptiles.

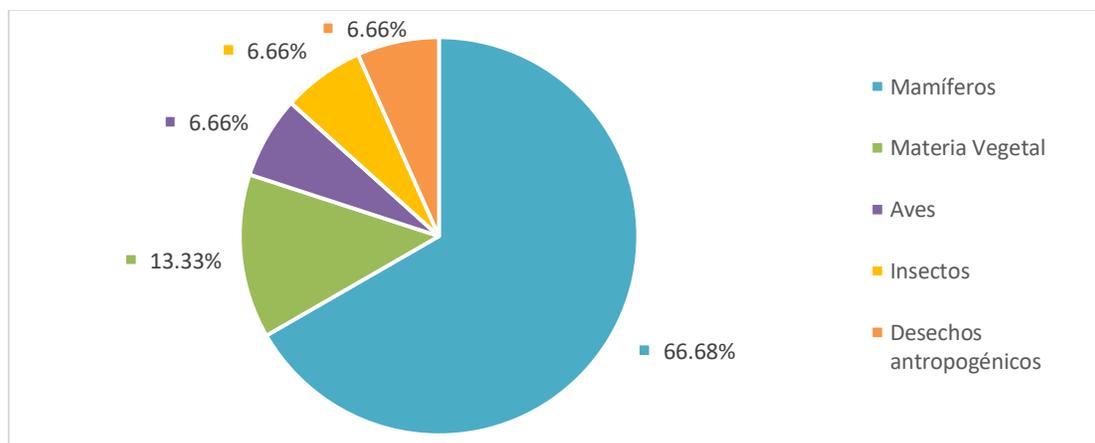


Figura 21. Porcentaje de componentes identificados por categorías alimentarias en el sitio Las Maravillas.

6.2.1 Porcentaje de ocurrencia

La categoría mejor representada fueron los mamíferos, siendo el roedor *Microtus mexicanus* la especie-presa con el porcentaje de ocurrencia más alto (37.10%), seguido por *Cratogeomys merriami* y *Romerolagus diazii* (20.97% cada uno; Figura 22, Tabla 3).

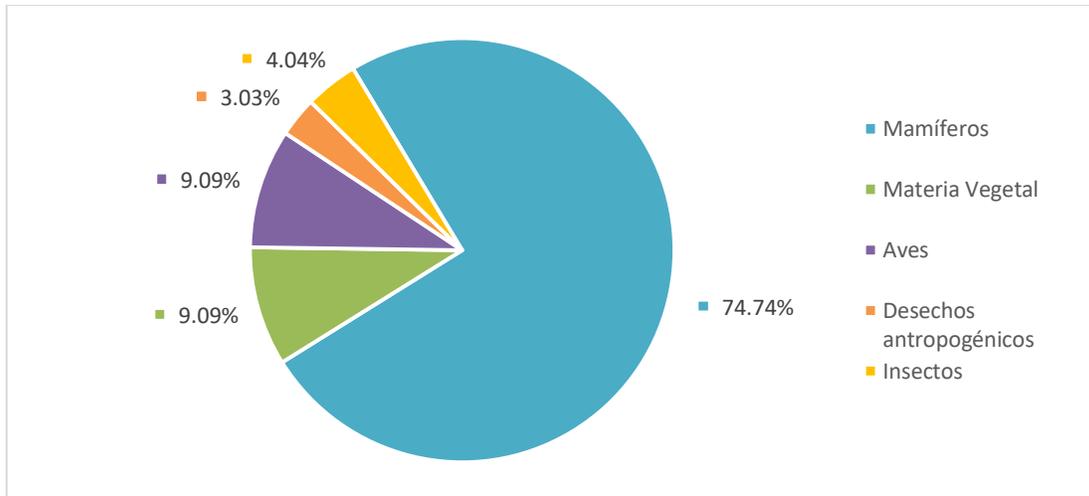


Figura 22. Porcentaje de ocurrencia anual por categorías alimentarias en el sitio Las Maravillas.

6.2.1.1 Temporada de Lluvias

Se analizaron en total 31 excretas y se identificaron 12 componentes: 8 pertenecen a mamíferos y las categorías aves, insectos, materia vegetal y desechos antropogénicos con 1 componente, respectivamente. La categoría reptiles no estuvo representada en esta temporada. El roedor *Microtus mexicanus* obtuvo el mayor porcentaje (35.48%) entre los mamíferos, seguido por la tuza *Cratogeomys merriami* (19.35%) y el teporingo *Romerolagus diazii* (16.13%). Las categorías con menor porcentaje de ocurrencia fueron materia vegetal con 6.45% y desechos antropogénicos con 3.23%. (Figura 23, Tabla 4).

6.2.1.2 Temporada de Secas

Se analizaron un total de 31 excretas y se identificaron 12 componentes: 8 pertenecieron a mamíferos, 2 a materia vegetal, uno en aves y otro en desechos antropogénicos. La categoría mejor representada fueron mamíferos, cuya especie-presa con mayor Porcentaje de ocurrencia fue *Microtus mexicanus* (38.71%), seguido por *Romerolagus diazii* (25.81%). La categoría materia vegetal presentó el 22.58% de PO, con elementos de dos familias: Poaceae (16.13%) y Solanaceae (6.45%). Las aves presentaron un PO de 16.13%, seguido por los desechos antropogénicos (6.45%). Las categorías reptiles e insectos no estuvieron presentes en esta temporada (Figura 23, Tabla 4).

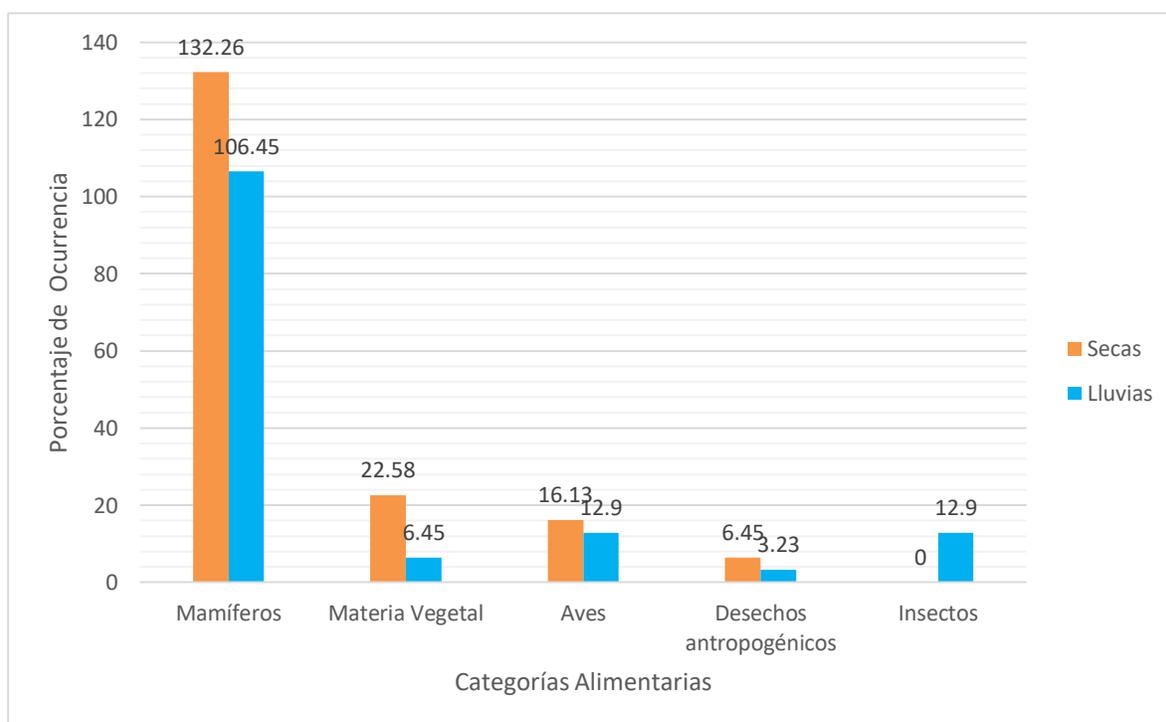


Figura 23. Porcentaje de ocurrencia por categorías alimentarias entre temporadas en el sitio Las Maravillas.

Tabla 4. Porcentaje de ocurrencia (PO) anual y por temporada de las especies-presa encontradas en las excretas del sitio Las Maravillas.

Categoría	Familia	Especie	PO Anual	PO Secas	PO Lluvias
MAMÍFEROS (ORDEN)			119.35	132.26	106.45
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	0.00	0.00	0.00
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	1.61	0.00	3.23
Rodentia	Geomyidae	<i>Cratogeomys merriami</i>	20.97	22.58	19.35
	Cricetidae	<i>Microtus mexicanus</i>	37.10	38.71	35.48
		<i>Neotoma mexicana</i>	6.45	12.90	0.00
		<i>Neotomodon alstonii</i>	3.23	6.45	0.00
		<i>Peromyscus</i> sp.	14.52	16.13	12.90
		<i>Reithrodontomys</i> sp.	8.06	3.23	12.90
		<i>Sigmodon leucotis</i>	1.61	0.00	3.23
Lagomorpha	Leporidae	<i>Romerolagus diazii</i>	20.97	25.81	16.13
		<i>Sylvilagus cunicularius</i>	0.00	0.00	0.00
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	4.84	6.45	3.23
REPTILES			0.00	0.00	0.00
AVES			14.52	16.13	12.90
INSECTOS			6.45	0.00	12.90
MATERIA VEGETAL			14.52	22.58	6.45
Poales	Poaceae		11.29	16.13	6.45
Rosales	Roseaceae		0.00	0.00	0.00
Solanales	Solanaceae		3.23	6.45	0.00
DESECHOS ANTROPOGÉNICOS			4.84	6.45	3.23

6.2.2 Frecuencia relativa

La mayor frecuencia relativa de consumo fue la de los mamíferos (74.75%), seguida de materia vegetal y aves (9.09%), y la menor se registró en desechos antropogénicos (3.03%). Las especies-presa mejor representadas para la categoría mamíferos fueron *Microtus mexicanus* (23.23%), seguido de *Cratogeomys merriami* y *Romerolagus diazii* (13.13% cada uno; Figura 24, Tabla 5).

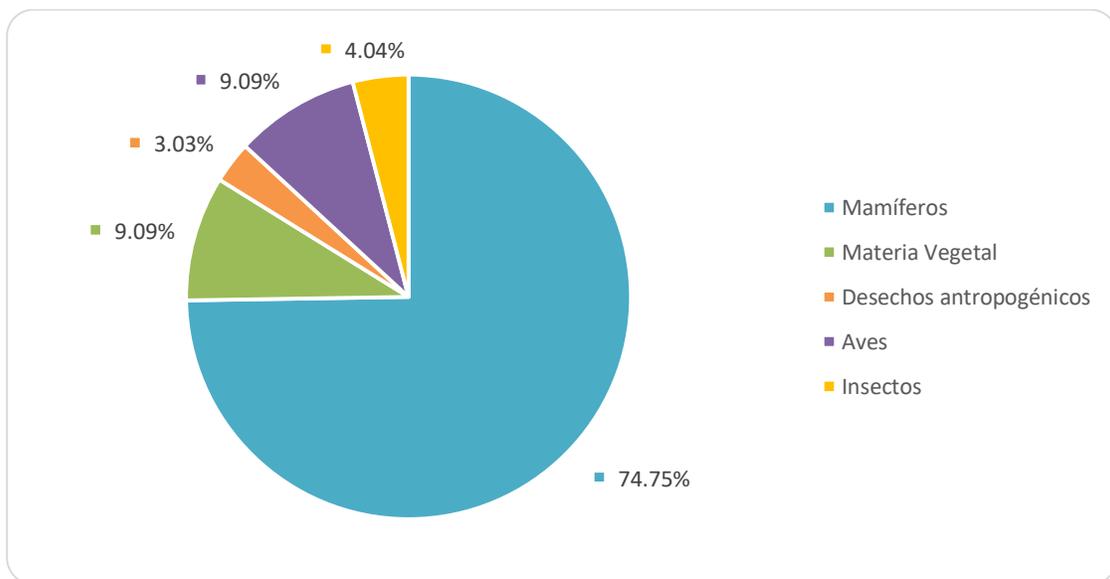


Figura 24. Frecuencia relativa anual por categorías alimentarias en el sitio Las Maravillas.

6.2.2.1 Temporada de Lluvias

La Frecuencia relativa más alta se registró en la categoría mamíferos (75.00%). Las especies-presa con mayor frecuencia relativa fueron *Microtus mexicanus* (25.00%), *Cratogeomys merriami* (13.64%) y *Romerolagus diazii* (11.36%). La categoría con menor FR, fue materia vegetal (4.55%) representada únicamente por componentes de la Familia Poaceae (Figura 25, Tabla 5).

6.2.2.2 Temporada de Secas

La categoría con mayor Frecuencia relativa en esta temporada fueron los mamíferos (74.55%). Las especies-presa con mayor porcentaje son *Microtus mexicanus* (21.82%), *Romerolagus diazii* (14.55%) y *Cratogeomys merriami* (12.73%). La categoría con la menor frecuencia relativa fue los desechos antropogénicos (3.64%; Figura 25, Tabla 5).

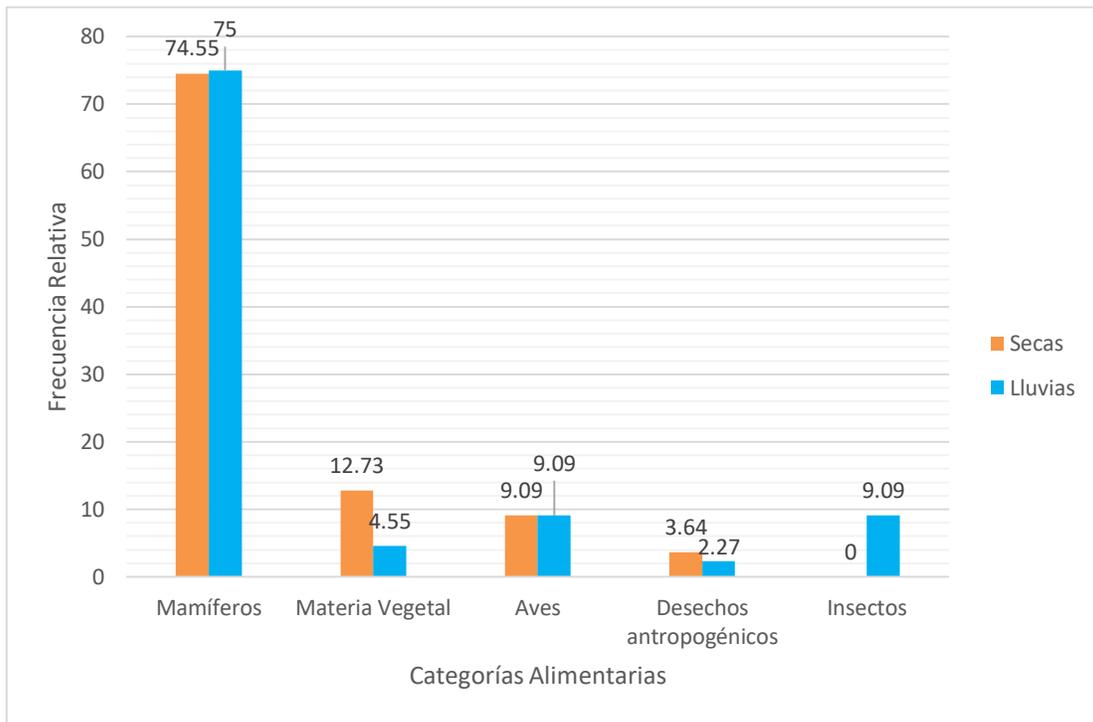


Figura 25. Frecuencia relativa por temporadas por categorías alimentarias en el sitio Las Maravillas.

Tabla 5. Frecuencia relativa (FR) anual y por temporada de las especies-presa encontradas en las excretas del sitio Las Maravillas.

Categoría	Familia	Especie	FR Anual	FR Secas	FR Lluvias
MAMÍFEROS (ORDEN)			74.75	74.55	75.00
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	0.00	0.00	0.00
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	1.01	0.00	2.27
Rodentia	Geomyidae	<i>Cratogeomys merriami</i>	13.13	12.73	13.64
	Cricetidae	<i>Microtus mexicanus</i>	23.23	21.82	25.00
		<i>Neotoma mexicana</i>	4.04	7.27	0.00
		<i>Neotomodon alstonii</i>	2.02	3.64	0.00
		<i>Peromyscus</i> sp.	9.09	9.09	9.09
		<i>Reithrodontomys</i> sp.	5.05	1.82	9.09
<i>Sigmodon leucotis</i>	1.01	0.00	2.27		
Lagomorpha	Leporidae	<i>Romerolagus diazii</i>	13.13	14.55	11.36
		<i>Sylvilagus cunicularius</i>	0.00	0.00	0.00
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	3.03	3.64	2.27
REPTILES			0.00	0.00	0.00
AVES			9.09	9.09	9.09
INSECTOS			4.04	0.00	9.09
MATERIA VEGETAL			9.09	12.73	4.55
Poales	Poaceae		7.07	9.09	4.55
Rosales	Roseaceae		0.00	0.00	0.00
Solanales	Solanaceae		2.02	3.64	0.00
DESECHOS ANTROPOGÉNICOS			3.03	3.64	2.27

6.2.3 Curva acumulativa de especies-presa

Anual

De acuerdo con la curva acumulativa anual de especies-presa del sitio Las Maravillas (Figura 26), se obtuvo un coeficiente de determinación de $R^2=0.998$, con una pendiente de 0.0251. Asimismo, se mostró que con 62 excretas analizadas se identificó un total de 13 especies en este estudio, con estos datos se infiere que se necesitaría coleccionar 164 excretas para alcanzar a registrar el 95% de especies-presa en esta localidad (Tabla 6).

Por temporadas

La curva acumulativa de especies-presa en la temporada de lluvias (Figura 27, Tabla 6), mostró un coeficiente de determinación de $R^2=0.999$ y una pendiente de 0.0775. A su vez, se mostró que con 31 excretas analizadas se identificó un total de 11 especies, por lo que se necesitaría coleccionar 165 excretas para registrar el 95% de especies-presa en esta temporada. Para la temporada de secas se mostró un coeficiente de determinación de $R^2=0.999$ y una pendiente de 0.0436. Al igual que en la temporada de lluvias, se mostró que con 31 excretas analizadas se identificó un total de 10 especies, por lo que se necesitarían 99 excretas para alcanzar el 95% de especies-presa de esta localidad (Figura 28, Tabla 6).

Tabla 6. Representatividad de las muestras de coyote, anual y por temporadas de la localidad de Las Maravillas.

Temporada	R^2 (Coeficiente de determinación)	a (Parámetro de la función)	b (Parámetro de la función)	n (Tamaño de muestra)	S_obs (Fauna registrada)	Pendiente $a/(1+b \cdot n)^2$	Calidad del inventario ($sn/(a/b)$)	Esfuerzo de muestreo ($0.95/(b \cdot (1-0.95))$)
Anual	0.9985	1.6810	0.1157	62	13	0.0251	0.8954	164.08
Lluvias	0.9997	1.6137	0.1148	31	11	0.0775	0.7829	165.41
Secas	0.9992	2.2021	0.1906	31	10	0.0436	0.8655	99.68

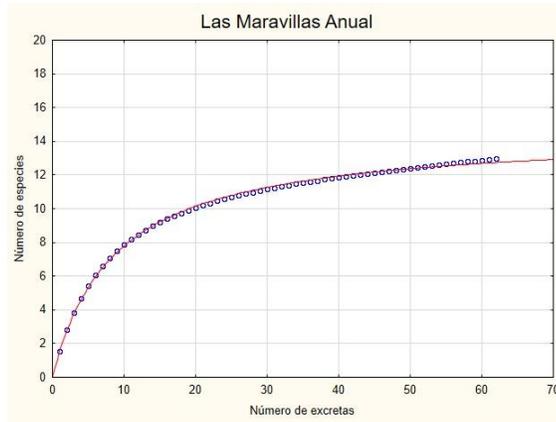


Figura 26. Curva acumulativa anual de especies-presa en el sitio Las Maravillas.

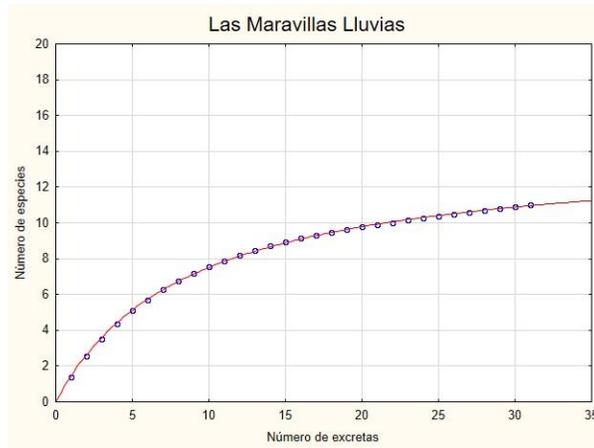


Figura 27. Curva acumulativa de especies-presa en la temporada de lluvias del sitio Las Maravillas.

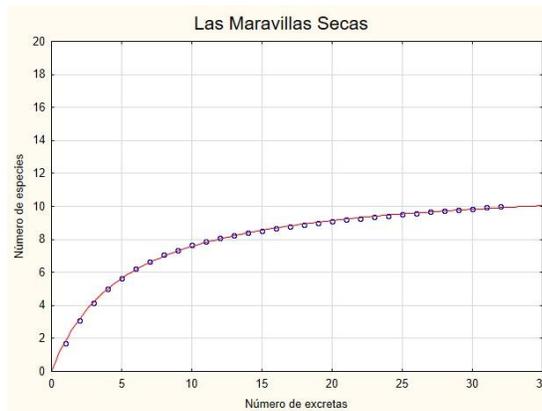


Figura 28. Curva acumulativa de especies-presa en la temporada de secas en el sitio Las Maravillas.

6.3 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

A partir de los valores del Índice de Shannon-Wiener la localidad Las Maravillas registró la mayor diversidad anual (H' LM=2.368 vs H' LR=2.245) y en temporada de secas (H' LM=2.274 vs H' LR=2.041) a diferencia de la localidad Las Rosas, que obtuvo una mayor diversidad en temporada de lluvias (H' LM=2.222 vs H' LR=2.348; Tabla 7).

Los valores de Equitatividad de Shannon indican que ambas localidades se aproximan al valor 1 de equitatividad, sin embargo, Las Maravillas fue la localidad que presentó los valores más altos temporalmente y a lo largo del estudio (Tabla 7).

Tabla 7. Valores del Índice de Diversidad de Shannon (H'), Diversidad Máxima (H' max) y Equitatividad (E), anual y por temporadas de las localidades Las Rosas y de Las Maravillas.

	<u>Las Rosas</u>			<u>Las Maravillas</u>		
	H'	H'max	E	H'	H'max	E
Anual	2.245	2.890	0.776	2.368	2.639	0.897
Temporada secas	2.041	2.639	0.773	2.274	2.397	0.948
Temporada lluvias	2.348	2.772	0.847	2.222	2.397	0.926

Los resultados obtenidos en la prueba de t modificada por Hutchinson no mostraron diferencias significativas al comparar entre ambas localidades los valores del Índice de Shannon-Wiener anual ($p=0.2502$), ni entre temporadas de secas ($p=0.06148$) y lluvias ($p=0.3743$; Tabla 8). En contraste con dicha comparación y la prueba de t aplicada en la temporalidad del sitio Las Maravillas ($p=0.6874$), la diversidad en la dieta reportada para el sitio Las Rosas sí presentó diferencias significativas en su variación temporal obteniendo una $p=0.02587$ (Tabla 9).

Tabla 8. Valores del Índice de Diversidad de Shannon (H'), de t y de p de la prueba t de Hutchinson, anual y por temporadas entre las localidades Las Rosas y de Las Maravillas.

	H' Las Rosas	H' Las Maravillas	t	p
Anual	2.244692	2.368067	1.1524	0.2502
Temporada secas	2.040539	2.274466	1.8633	0.06148
Temporada lluvias	2.347847	2.221881	-0.89179	0.3743

Tabla 9. Valores de t y de p de la prueba t de Hutchinson, obtenidos de la comparación entre en las localidades Las Rosas y Las Maravillas.

	Las Rosas		Las Maravillas	
	t	p	t	p
Lluvias vs Secas	2.2445	0.02587	0.4037	0.6874

7. Discusión

El coyote a lo largo de su distribución geográfica se alimenta preferentemente de mamíferos, destacando el papel de los roedores y lagomorfos en su dieta (Aranda, 1995; Guerrero *et al.*, 2004; Hernández, 2004; Martínez-Vázquez *et al.*, 2010; Olvera, 2011; Ríos, 2014; Uriostegui *et al.*, 2015). Nuestros resultados concuerdan con lo reportado en estudios previos en México, a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana y del Corredor Biológico Ajusco-Chichinautzin (Martínez-Vázquez *et al.*, 2010; Olvera, 2011; Ríos, 2014; Uriostegui-Velarde *et al.*, 2015; Espinoza-Graciano y García-Collazo, 2017), donde se destaca que los mamíferos componen la mayor parte de la dieta del coyote (63.15%), seguido del componente materia vegetal (15.78%) encontrando variaciones en la frecuencia entre las especies-presa más importantes de acuerdo a la distribución del coyote y la disponibilidad de las propias presas por región (Guerrero *et al.*, 2004; Ríos, 2014). Lo anteriormente expuesto respalda la plasticidad alimenticia de esta especie, es decir, la observada tanto en ambientes conservados como en ambientes modificados por actividades humanas (Ramírez-Albores & León-Paniagua, 2015).

La preferencia por los mamíferos en la alimentación del coyote, puede deberse a que proveen un mayor aporte energético, proteínico y fisiológico a lo largo de todas sus etapas de vida: crecimiento, reproducción y crianza (Martínez, 2005; González, 2008; Olvera, 2011), además de la disponibilidad de las presas (Ríos, 2014). Las siete especies de mamíferos identificadas en este estudio concuerdan con lo reportado por Hidalgo-Mihart (1998), Monroy-Vilchis (2001) y Martínez-Vázquez (2010), quienes

reportan al orden Rodentia como el más representativo y a *Microtus mexicanus* como la especie-presa más importante para el coyote.

Microtus mexicanus fue la especie con mayor PO y FR del estudio en ambas temporadas y en ambos sitios, seguido de *Romerolagus diazii*, como se ha reportado en estudios previos realizados en bosques templados (Aranda *et al.*, 1995; Monroy *et al.*, 2003; Hernández, 2004). Cruz-Espinoza y colaboradores (2010) sugieren que la preferencia del coyote por *Microtus mexicanus* se debe a aspectos de su historia natural: 1) ambas especies son de hábitos tanto diurnos como nocturnos; 2) se desplazan por veredas; y 3) es un roedor tolerante a los ambientes perturbados (Aranda *et al.*, 1995; Sanchez, 2002; Ceballos & Oliva, 2005).

Además del papel que tiene *Microtus mexicanus* en la dieta del coyote en este estudio, destaca la contribución de *Peromyscus* sp. y *Cratogeomys merriami* en ambos sitios. Aranda (1995) reconoce en su investigación realizada en la Sierra del Ajusco la importancia de *Peromyscus*, sin embargo al igual que en el presente trabajo, en su estudio no se logró diferenciar las especies de *Peromyscus* sp. presentes en la región. Martínez-Vázquez (2010) reportó en el Parque Nacional Pico de Orizaba a *Peromyscus* sp. cómo la especie-presa más importante para el coyote. En cuanto a *Cratogeomys merriami* son escasas las referencias donde se reporta su contribución en la alimentación del coyote, salvo en el estudio de Aranda (1995) donde no se le atribuye una gran relevancia, al igual que en el estudio de Monroy-Vilchis (2001), quien reportó un consumo alto por parte de los coyotes, resaltando una importancia benéfica al actuar como regulador de las poblaciones de esta tuza, que en una alta densidad llegan a ocasionar daños a los cultivos, cómo sucede en la parte baja del

sitio de Las Maravillas. Las tuzas son roedores de gran tamaño a comparación del resto de los roedores del estudio, llegan a pesar hasta 600 g por lo que se entiende la preferencia del coyote por la misma en estas localidades, pues le otorga gran aporte energético (Servín & Huxley, 1991; Aranda *et al.* 1995; Gompper, 2002, Ceballos & Oliva, 2005).

Dado que todas las especies de roedores se registraron en temporada de secas en la localidad de Las Maravillas y que en temporada de lluvias no se registró *Neotoma mexicana* y *Neotomodon alstonii*, a este grupo de mamíferos se le puede atribuir una importancia relevante en la dieta del coyote, gracias a los ciclos reproductivos y a su dinámica poblacional es posible encontrar una base de presas conformadas por roedores y tuzas a lo largo del año (Ríos, 2014).

Los lagomorfos son el segundo grupo de mamíferos más importante en la alimentación del coyote, como se ha documentado en la Faja Volcánica Transmexicana (Ríos, 2014; Uriostegui-Velarde *et al.*, 2015; Espinoza-Graciano y García-Collazo, 2017), así como en otras localidades de México (González, 2008; Cruz-Espinoza *et al.*, 2010; Grajales-Tam & González-Romero, 2014). En el presente estudio, se registraron las tres especies de lagomorfos (*Romerolagus diazii*, *Sylvilagus floridanus* y *Sylvilagus cunicularius*) para la región, las primeras dos especies estuvieron presentes en ambas localidades durante todo el año, en cambio *Sylvilagus cunicularius* fue registrada solamente en Las Rosas durante cuatro meses (enero, marzo, abril y mayo).

El teporingo (*Romerolagus diazii*) se registró en ambos sitios y durante todo el año de muestreo del estudio, reflejando un consumo constante e importante en la

alimentación del coyote. Como se ha reportado en estudios previos para la región, Hernández (2004) reportó a *Romerolagus diazi* como la especie más consumida en el Iztaccihuatl, y Uriostegui (2015) como la segunda presa con mayor porcentaje de ocurrencia en su estudio realizado en el Corredor Biológico Ajusco - Chichinautzin. Un factor importante que puede influir en la preferencia del coyote por este lagomorfo es que comparten ambas especies las zonas rocosas como refugios, así como sus actividades diurnas (Velázquez *et al.*, 1996)

Es importante remarcar que las dos especies-presa más importantes del estudio, *Microtus mexicanus* y *Romerolagus diazii* localmente son abundantes (Sánchez-Cordero *et al.*, 1991; Monroy *et al.*, 2003; Rizo-Aguilar *et al.*, 2016). Específicamente *Microtus mexicanus* presenta un alto potencial reproductivo, pues su reproducción se lleva a cabo prácticamente durante todo el año (Aranda *et al.*, 1995), favoreciendo su búsqueda y la significativa disminución del esfuerzo invertido en la cacería por parte del coyote (Hidalgo, 2004).

En cuanto a *Sylvilagus floridanus*, ha sido también reportada como una de las especie-presa importante dentro de la Faja Volcánica Transmexicana (Aranda *et al.*, 1995; Monroy *et al.*, 2003; Cruz-Espinoza *et al.*, 2010; Uriostegui-Velarde *et al.*, 2015). Es el conejo más fecundo de su género, con un promedio de hasta cuatro camadas al año, y se ve beneficiada por las actividades antropogénicas en los campos de cultivo (Ceballos & Oliva, 2005). A diferencia de *Sylvilagus floridanus*, la población de *S. cunicularius* al ser la especie de conejo más grande de México, se ve afectada directamente por la cacería furtiva (Gilcrease, 2014), y no es de extrañar su ausencia

en el sitio Las Maravillas debido a la presencia de rancherías, actividad agrícola, y su cercanía con la carretera libre México-Cuernavaca y con el poblado de Parres, CDMX.

El aporte que tiene el componente materia vegetal en ambos sitios de estudio, es similar a lo reportado en otros estudios dentro y fuera de la Faja Volcánica Transmexicana (Monroy *et al.*, 2003; Martínez-Vázquez *et al.*, 2010; Olvera, 2011; Ríos, 2014). Las tres familias identificadas (Poaceae, Solanaceae y Roseaceae), siendo las gramíneas las que presentan una mayor ocurrencia. Este orden se compuso principalmente de pasto y en menor medida de espigas de avena, se comenta que aparentemente no suministran gran aporte de energía debido a que no pueden digerir la celulosa, ya que los coyotes constan de estómagos simples y no tienen adaptaciones para cumplir esa función (Olvera, 2011; Ríos, 2014). Sin embargo, a los pastos se le atribuye una función benéfica, como agente purgante y antihelmíntico (Aranda *et. al*, 1995; López-Soto *et al.*, 2001).

El material vegetal de las familias Solanaceae y Roseaceae se presentaron en forma de semillas gracias a la ingesta de frutos. Dado su bajo porcentaje de ocurrencia se puede suponer que existe una baja presencia de frutos en la zona de estudio, o su consumo es seguramente oportunista y solamente complementa la dieta del cánido, proporcionándole de vitaminas, minerales y agua (Martínez-Vázquez *et al.*, 2010; Ríos Carrillo, 2014).

El coyote al ingerir frutos, favorece la escarificación de las semillas al pasar por su tracto digestivo, brindando a su vez un servicio indirecto como dispersor de semillas mediante su propagación a través de las excretas (Servín y Huxley, 1991; Servín, 2000; Monroy *et al.*, 2003; Olvera, 2011). En este estudio no se realizaron pruebas de

viabilidad, ni germinación de las semillas encontradas en las excretas. Sin embargo, durante la limpieza de las heces se encontraron semillas en estado de germinación. Al respecto, Monroy (2001) demostró un aumento del 35.32% de germinación en la semillas colectadas en excretas de coyote.

La categoría aves en este estudio no presentó un aporte importante en la dieta del coyote, como sucede en otros estudios realizados en la Faja Volcánica Transmexicana, dónde reportan que la presencia de este grupo en su dieta se le atribuye más a la capacidad que presenta el coyote para aprovechar lo que esté a su alcance (Servín & Huxley, 1991; Aranda *et al.*, 1995; Cruz-Espinoza *et al.*, 2010; Martínez-Vázquez *et al.*, 2010; Olvera, 2011; Ríos Carrillo, 2014).

La contribución que tuvieron los reptiles e insectos en la alimentación del coyote en nuestro estudio fue baja, contrario a lo reportado en regiones desérticas y tropicales donde se documenta una alta frecuencia en su consumo (Hidalgo, 1998; López-Soto *et al.*, 2001; Grajales *et al.*, 2003). La categoría de reptiles solo se presentó dos veces en temporada de secas, en Las Rosas se puede atribuir su presencia gracias al buen estado de conservación de esta localidad. En cuánto a los insectos, tuvieron mayor presencia en temporada de lluvias en Las Maravillas, probablemente asociado a los factores ambientales presentes en estos meses, favoreciendo la abundancia de las especies de insectos (Olvera, 2011). No obstante, la presencia de estas categorías fue considerablemente baja e incluso ocasional, por lo que se puede atribuir su bajo consumo debido a la continua disposición de alimento de las categorías mamíferos y materia vegetal, contrario a otros estudios, dónde el consumo de insectos y reptiles se da por la escasez de sus presas predilectas (Grajales-Tam & González-Romero,

2014) o incluso, en el caso de los insectos, puede darse de manera accidental durante la ingesta de materia vegetal (Olvera, 2011).

Sobre los desechos antropogénicos, en ambas localidades se encontraron envolturas de dulces y restos de bolsas de plástico, era de esperar la presencia de basura inorgánica en el sitio Las Maravillas debido a la alta actividad humana en la región, los pobladores de Parres recorren los mismos senderos que usan los coyotes para dirigirse a las áreas de pastoreo y campos de agricultura. Esta tendencia se ha registrado en otros sitios en México (Salas, 1987; Sanabria *et al.*, 1995; Monroy-Vilchis, 2001; Hidalgo, 2004; González, 2008; Grajales-Tam *et al.*, 2014).

La ingesta de plásticos se da de manera accidental al intentar consumir restos de alimentos envueltos, por lo que se debe tener en cuenta que la presencia de desechos antropogénicos en las excretas refleja el grado de perturbación que presentan las localidades (Olvera, 2011). Sin olvidar que su consumo puede resultar perjudicial para la salud del cánido, ya que puede provocar oclusión o perforación intestinal, además de dar una falsa sensación de saciedad y una consecuente disminución de apetito, e incluso en casos más extremos provocarles la muerte (Ríos, 2014; Espinoza-Graciano y García-Collazo, 2017).

Durante el estudio encontramos diversas limitaciones, principalmente en el proceso de identificación de los restos óseos a nivel de especie debido al grado de degradación que presentaban por el proceso digestivo, en algunos géneros (e.g. *Peromyscus* sp. y *Reithrodontomys* sp.) la determinación a nivel específico se realizó a partir de los restos óseos, siendo el cráneo una de las piezas clave para la determinación de mamíferos, en el caso de las aves el plumaje, ancho de cola, etc.,

son usados para la identificación. A pesar de la distancia entre ambos sitios de estudio, la capacidad de movimiento de los coyotes es alta: 9.2 km² aproximadamente para su ámbito hogareño, con un área de caza de 80 km² (Hernández , 2004), por lo que es difícil aseverar que las excretas encontradas en ambos sitios de estudio pertenecen a individuos que se distribuyen exclusivamente en cada uno de ellos, es probable que algunos individuos puedan moverse entre estos sitios y depositar sus excretas en ellos, así como dispersar agentes infecciosos adquiridos en las partes bajas donde se encuentra una mayor presencia de perros (Santis, 2014). Debido a ello, se recomienda para futuras investigaciones realizar estudios moleculares, para la identificación a nivel de individuo y determinar el número de individuos de coyote presentes en la región.

El coyote representa un papel ecológico vital para el ecosistema, el mantenimiento y manejo adecuado del hábitat es de suma importancia para la conservación de la especie, además, es indispensable difundir entre los pobladores de las comunidades aledañas a Parres el valioso papel que cumple el coyote en el entorno con el fin de mitigar conflictos con este mesocarnívoro y garantizar su permanencia en los bosques templados del sur de la Ciudad de México.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

De acuerdo con los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculados para la dieta del coyote en ambas localidades (entre $H=2.041$ y $H=2.639$), estos resultados nos muestran que el cánido tiende a ser de hábitos generalistas, coincidiendo con estudios realizados a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana

(Olvera, 2011; Ríos, 2014; Espinoza-Graciano y García-Collazo, 2017; Sedano, 2019), así como con los realizados en el resto de la República Mexicana (López, 2005; Grajales-Tam & González-Romero, 2014). Esto se sustenta con la presencia de las diferentes categorías alimentarias en su dieta, no obstante la baja frecuencia en la que aparecen algunos elementos en el estudio, como insectos y aves, estas demuestran la naturaleza omnívora y la amplia variedad en la dieta característica de la especie, así como su plasticidad ante los ambientes perturbados.

Para comparar la dieta espacial y temporalmente entre las localidades de Las Rosas y Las Maravillas se eligió dicho índice, pues este realiza una comparación cuantitativa de la diversidad en la dieta del coyote. Si bien, ambas zonas de estudio obtuvieron valores similares de H' , la localidad Las Maravillas presentó una mayor H' anual y en temporada de secas a diferencia de la localidad de Las Rosas. Estos resultados sugieren que los coyotes en la localidad Las Maravillas presentan un consumo más balanceado de especies-presa, atribuyéndolo posiblemente a varios factores que se encuentran estrechamente relacionados entre sí: la disponibilidad de dichas especies, el estado de conservación de las localidades y una diferencia entre temporadas de secas y de lluvias en estas zonas.

De acuerdo a los resultados, Las Maravillas obtuvo los valores más altos de Equitatividad del estudio, sugiriendo que los individuos de las especies-presa de esta localidad se encuentran distribuidos más uniformemente entre las especies-presa identificadas. En contraste con la localidad de Las Rosas, que presenta valores más bajos de Equitatividad y una clara dominancia por parte de tres especies, dónde el

59.62% de los individuos registrados se distribuyen entre las presas: *Mycrotus mexicanus*, *Romerolagus diazi* y *Peromyscus* sp.

Por otra parte, se puede atribuir una mayor diversidad trófica en Las Maravillas debido al estado de conservación que presenta esta zona, sus condiciones propician la constante disponibilidad de especies-presa para el coyote. A los alrededores de esta localidad podemos encontrar campos de cultivo de avena, lo que representa una fuente directa de alimento para las principales especies-presa del coyote: los roedores y lagomorfos, así como probablemente un consecuente incremento de sus poblaciones.

A su vez, este factor posiblemente esté ligado a la estacionalidad climática en el sitio, pues de acuerdo a la prueba *t* modificada por Hutchinson, a diferencia del sitio Las Rosas, en la localidad de Las Maravillas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre temporada de secas y lluvias. Esto nos sugiere que en esta localidad se ha perdido parcialmente la estacionalidad, ya que si bien existe un cambio en las condiciones climáticas entre temporadas, este no se vea reflejado en las poblaciones de las especies-presa del coyote debido a la presencia constante de alimento para ellas gracias a los campos de cultivo existentes en la zona. Esto puede compararse con la investigación realizada por Toweill y Anthony (1988), dónde afirman que las actividades antropogénicas realizadas en un bosque de coníferas (incendios controlados y uso de herbicidas) propiciaron un potencial crecimiento en los frutos de la zona y por lo tanto una mayor disponibilidad de alimento durante un periodo de tiempo más prolongado, tanto para los coyotes como para sus especies-presa, influyendo directa e indirectamente en la población local de coyotes.

Tamaño y representatividad de las muestras

Este estudio se sustenta en un intensivo esfuerzo de muestreo, reflejado en el alto número de excretas analizadas ($n=198$), en comparación con otros estudios realizados en la región con tamaños de muestra inferiores, que van desde 15 excretas (Olvera, 2011), 53 excretas (Espinoza-Graciano y García-Collazo, 2017), 83 excretas (Ríos, 2014), 119 excretas (Uriostegui-Velarde *et al.*, 2015) hasta 136 excretas (Martínez-Vázquez *et al.*, 2010).

En el caso de nuestro estudio el alto número de excretas colectadas en los senderos nos puede indicar indirectamente: 1) un mejor estado de conservación de la región, sustentando este punto con la diferencia de cantidad de excretas entre la localidad conservada de Las Rosas con la localidad perturbada Las Maravillas (136 vs> 62); 2) probablemente una alta abundancia de presas; 3) una población de coyotes más abundante (Andelt y Andelt, 1984); y 4) una baja presión de cacería de la especie. Aunque, no solo basta con tener un número alto de excretas, sino conocer la confiabilidad y calidad del muestreo, mismo que se definió mediante la ecuación de Clench ajustada con la estimación no lineal de Simplex y Quasi-Newton.

De acuerdo con los resultados de la ecuación de Clench, podemos observar que en las curvas acumulativas anuales y por temporadas del año de ambas localidades, la curva se acercó bastante a la asíntota, lo que nos indicaría un muestreo bastante completo y confiable, aún cuando las unidades necesarias para obtener el 95% sean más altas que el número de excretas identificadas, esto debido a que el inventario puede considerarse suficientemente fiable cuando los valores de la pendiente se encuentran por debajo de 0.1 (Jimenez-Valverde, 2003).

La importancia ecológica que el coyote representa en su entorno nos compromete a elaborar planes de manejo para el cuidado y conservación tanto de la especie como de los bosques templados de San Miguel Topilejo. Este estudio nos ha brindado un panorama sobre cómo el inevitable crecimiento de la mancha urbana en la zona sur de la Ciudad de México ha impactado en los hábitos alimentarios de la población de coyotes en la región. Es de suma importancia continuar y ahondar en los estudios sobre la ecología de esta especie con el fin de entender como las actividades antropogénicas afectan a lo largo del tiempo a las poblaciones locales de este mesocarnívoro y su entorno.

8. Conclusiones

- La alimentación del coyote (*Canis latrans*) en los bosques templados de la Sierra del Ajusco, México, se compone principalmente de mamíferos, seguido de materia vegetal.
- Los mamíferos constituyen el grupo con mayor relevancia en la alimentación del coyote, específicamente los roedores y lagomorfos representan el 83% de las especies-presa identificadas.
- Las especies-presa más frecuentes en ambos ambientes fueron: *Microtus mexicanus*, *Romerolagus diazi* y *Peromyscus* sp., similar a lo encontrado en el ambiente modificado: *Microtus mexicanus*, *Romerolagus diazi*, con excepción de la tercera especie que fue sustituida por *Cratogeomys merriami*, especie común en las áreas agrícolas.
- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sitios de muestreo entre temporadas y anualmente.

9. Referencias

- Alves, R. R., Oliveira, M. G., Barboza, R. R., y Lopez, L. C. (2010). An ethnozoological survey of medicinal animals commercialized in the markets of Campina Grande, NE Brazil. *Human Ecology* (17), pp. 11-17.
- Alves, R. R., y Alves, H. N. (2011). The faunal drugstore: Animal-based remedies used in traditional medicines in Latin America. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* (7). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-9> (Consultado el: 22 de marzo de 2022)
- Andelt, W. F., y Andelt, S. H. (1984). Diet bias in scat deposition-rate surveys of coyote density. *Wildlife Society Bulletin*, 12(1), pp. 74-77.
- Aranda, J. M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Xalapa, Veracruz: Instituto de Ecología, A.C. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Aranda, J. M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Ciudad de México, México: Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Aranda, M., López, N. R., y López, L. D. (1995). Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra del Ajusco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (65), pp. 89-99.
- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., y Loa, L. E. (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Arriola, V. J., Estrada, E., Ortega-Rubio, A., Pérez, R., y Gijón, A. (2014). Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y de la Faja Volcánica Transmexicana. *Investigación y Ciencia* (60), pp. 37-49.
- Bekoff, M. (1977). *Canis latrans*. *Mammalian Species* (79), pp. 5-17.
- Bekoff, M., y Gese, E. M. (2003). *Coyote (Canis latrans)*. *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation* (pp. 467-481). Maryland, Estados Unidos: JHU Press.
- Carpinteyro-Urbán, S. L., y Espinoza-Castillo, M. (2013). El potencial natural de la Reserva Ecológica Comunitaria San Miguel Topilejo para uso turístico. *Revista Agroproductividad*. Disponible en: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/536/413> (Consultado el: 8 de marzo de 2022)
- Castillo, S., y Berrocal, L. (2013). Las relaciones hombre-coyote y hombre-jaguar en la cosmogonía tolteca. Aproximaciones desde una ontología animista y analogista. *Dimensión Antropológica*, (57) pp. 7-48.

- Ceballos, G., y Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. Ciudad de México, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Fondo de Cultura Económica.
- Ceballos, G., Blanco, S., González, C., y Martínez, E. (2006). *Canis latrans* (Coyote). Distribución potencial. México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Colwell, R. K. (2013) *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 9.1.0. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2021). *Teporingo (Romerolagus diazi)*. Disponible en: <https://enciclovida.mx/especies/33811.pdf?from=> (Consultado el: 15 de marzo de 2022).
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). (2012). *Análisis de los recursos naturales del Distrito Federal en el contexto de la veda forestal (Bosques, ecosistemas forestales y arbolado)*. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126299/Estudio_de_factibilidad_extraccion_de_cera_-_Analisis_de_Recursos_Naturales_del_DF_VEDA.pdf (Consultado el: 15 de marzo de 2022)
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2010). *Línea base para el monitoreo de linces (Lynx rufus escuinapae) y coyotes (Canis latrans cagottis) en el Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl-Zoquiapan*. Disponible en: <https://1library.co/document/q0711kgz-introduccion-junio-2010.html> (Consultado el: 23 de marzo de 2016).
- Cruz-Espinoza, A., González, G. E., y Santos-Moreno, A. (2010). Dieta del Coyote (*Canis latrans*) en Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. *Naturaleza y desarrollo* 8(1), pp. 33-45.
- De María, T. (1979). Los animales en la medicina tradicional mesoamericana. *Anales de Antropología* (16), pp. 183-223.
- Espinoza, E. M. (2011). Descripción de la dieta del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra de Tepetzotlán, Estado de México. México: Tesis de licenciatura. FES Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Espinoza-Graciano, E.M.; y García-Collazo, R. (2017). Dieta estacional del coyote (*Canis latrans*) en el parque estatal Sierra de Tepetzotlán, Estado de México. *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología*, 10(37), pp. 687-696. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22201/fesi.20072082.2017.10.60058> Consultado el: 16 de enero de 2022.

- Gallardo, M. A. (2014). Endoparásitos en heces de lince, coyotes y perros que habitan un paisaje fragmentado del Ajusco, Distrito Federal, México. Ciudad de México: Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gallina, S. (2011). Técnicas para conocer la dieta. pp. 235-256. En: Gallina, S. T., y López, C. G. Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna (Vol. I). México: Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro.
- Gese, E., Bekoff, M., Andelt, W., Carbyn, L., y Knowlton, F. (2008). *Canis latrans*. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/3745/0> (Consultado el: 15 de marzo de 2022).
- Gilcrease, K. (2014). El conejo mexicano de monte (*Sylvilagus cunicularius*): Una perspectiva histórica de su caza y del pastoreo, e implicaciones para planes de conservación. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(1), pp. 32-40.
- Gómez, G., Reyes, S., Teutli, C., y Valadez, R. (2007). La medicina tradicional prehispánica, vertebrados terrestres y productos medicinales de tres mercados del Valle de México. *Etnobiología* (5), pp. 86-98.
- Gómez, D., y Pedraza, I. (2018). El coyote protagonista de la cosmogonía otomí-mazahua. Un análisis desde los mitos de creación. *Mitológicas* (33), pp. 23-34.
- Gompper, M. E. (2002). *The ecology of northeast coyotes: Current knowledge and priorities for future research*. Estados Unidos: Wildlife conservation society.
- González, S. R. (2008). Dieta del coyote (*Canis latrans*) en la laguna de Santiaguillo, Durango, México. Jalisco, México: Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.
- Graf, H. S. (1988). Fauna silvestre en el bosque La Primavera; hábitos alimentarios de coyote (*Canis latrans*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Jalisco, México: Tesis de Licenciatura. Facultad de agronomía. Universidad de Guadalajara.
- Grajales-Tam, K., Rodríguez-Estrella, R., y Cancino, J. (2003). Dieta estacional del Coyote (*Canis latrans*) durante el periodo 1996-1997 en el desierto de Vizcaíno, Baja California Sur, México. *Acta Zoológica Mexicana* (89), pp. 17-28.
- Grajales-Tam, K., y González-Romero, A. (2014). Determinación de la dieta estacional del coyote (*Canis latrans*) en la región norte de la Reserva de la Biosfera Mapimí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (85), pp. 553-564.
- Granados, D., López, G., Hernández, M., y Sánchez-González, A. (2004). Ecología de la fauna silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 111-117.
- Guerrero, S., Badii, M., Zalapa, S., y Arce, J. (2004). Variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la costa norte de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (20), pp. 145-157.

- Guerrero, S., Badii, M., Zalapa, S., y Flores, A. (2002). Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la Costa Sur del Estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie)(86), pp. 119-137.
- Hernández, A. (1992). Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en las áreas protegidas de México. *Acta Zoológica Mexicana* (54), pp. 1-23.
- Hernández, E. (2004). Uso de habitat del coyote (*Canis latrans cagotti*) y su relacion con la estructura del paisaje en la region Tlaloc-Izta-Popo. México: Tesis de licenciatura. FES Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández, L., y Delibes, M. (1994). Seasonal food habits of coyotes, *Canis latrans*, in the Bolsón de Mapimí, Southern Chihuahuan Desert, Mexico. *Z. Säugetierkunde* (59), pp. 82-86.
- Hernández, L., y Landré, J. (2014). *Coyotes en México*. En: Valdez, R., y Ortega, A. Ecología y manejo de fauna silvestre en México (pp. 276-293). México: Colegio de Postgraduados.
- Hidalgo, M. M. (1998). Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en un bosque tropical caducifolio de la costa de Jalisco, México. México: Tesis de licenciatura. FES Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hidalgo, M. M. (2004). Ecología espacial del coyote (*Canis latrans*) en un bosque tropical caducifolio de la costa de Jalisco, México. Veracruz, México: Tesis doctoral. Instituto de Ecología, AC.
- Hidalgo-Mihart, M., Contreras-Moreno, F., Pérez-Solano, L., y Hernández-Lara, C. (2013). Primeros registros de coyote (*Canis latrans*) en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(3), pp. 1012-1017.
- Hody, J., y Kays, R. (2018). Mapping the expansion of coyotes (*Canis latrans*) across North and Central America. *ZooKeys* (759), pp. 81-97.
- House, R. D. (2017). Diversidad de carnívoros y los principales factores que la amenazan en el sureste de la huasteca potosina. México: Tesis de licenciatura. FES Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). (2006). *Urbanización periférica y deterioro ambiental en la Ciudad de México: El caso de la Delegación Tlalpan en el Distrito Federal*. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/ord_ecol/proy_urba_tlalpan.pdf (Consultado el: 2 de abril de 2016).
- Jiménez-Valverde, A., y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* (8), pp. 151-161. Disponible en: https://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal_Rev_Ib_Aracnol.pdf (Consultado el: 6 de febrero de 2010)

- Korschgen, L. (1957). Food habits of the coyote in Missouri. *Journal of Wildlife Management* 21(4), pp. 424-435.
- López, S. J. (2005). Estrategias alimentarias del coyote *Canis latrans* Say en una UMA del noreste de México. Nuevo León, México: Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- López-Soto, J., García, R., y Badii, M. (2001). Dieta invernal del coyote (*Canis latrans*) en un rancho del noreste de México. *Ciencia Nicolaita* (27), pp. 27-35.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Princeton University Press.
- Martínez, J. C. (2005). Forrajeo óptimo del coyote en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Ciudad Juárez, Chihuahua: Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Martínez-Vázquez, J., González-Monroy, R., y Díaz-Díaz, D. (2010). Hábitos alimentarios del Coyote en el parque nacional Pico de Orizaba. *Therya* (1), pp. 145-154.
- Méndez-Carvajal, P., y Moreno, R. (2014). Mammalia, Carnivora, Canidae, *Canis latrans* (Say, 1823): Actual distribution in Panamá. *Check List* 10(2), pp. 376-379.
- Monroy, O., Ortega, M., y Velázquez, A. (2003). *Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas*. pp. 565-591. En: Velázquez, A., Torres, A. y Bocco, G. Las enseñanzas de San Juan. Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales. México: Instituto Nacional de Ecología – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Monroy-Vilchis, O. (2001). Tendencia poblacional y hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*), en una comunidad indígena de Michoacán. México: Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Monroy-Vilchis, O., González-Maya, J. F., Balbuena-Serrano, Á., Elvir, F., Zarco-González, M. M., y Rodríguez-Soto, C. (2020). Coyote (*Canis latrans*) in South America: potential routes of colonization. *Integrative Zoology*, 15(6), pp. 471-481.
- Murie, O. J. (1935). *Food Habits of the Coyote in Jackson Hole, WYO*. United States Department of Agriculture.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México deflora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Disponible en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf>

- Olvera, M. E. (2011). Determinación de los hábitos alimentarios del coyote *Canis latrans* (Carnívora: Canidae) en Tlazala de Fabela, Estado de México. México: Tesis de licenciatura. FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Quinn, T. (1997). Coyote (*Canis latrans*) food habits in three urban habitat types of western Washington. *Northwest Science* 7(1), pp. 1-5.
- Ramírez-Albores, J. E., y León-Paniagua, L. (2015). Hacia una convivencia con el coyote. *Elementos* (98), pp. 49-52.
- Ramírez-Albores, J. E., y León-Paniagua, L. S. (2015). Distribución del coyote (*Canis latrans*) en el continente americano. *Biocenosis* 29(1-2), pp. 67-73.
- Riley, S., Sauvajot, R., Fuller, T., York, E., Kamradt, D., Bromley, C., y Wayne, R. (2003). Effects of Urbanization and Habitat Fragmentation on Bobcats and Coyotes in Southern California. *Conservation Biology* 17(2), pp. 566-576.
- Ríos, C. A. (2014). Hábitos alimentarios del gato montés (*Lynx rufus escuinapae*) y del coyote (*Canis latrans*) en áreas suburbanas de la Ciudad de Querétaro. México: Tesis de licenciatura. FES Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ritchie, E. G., y Johnson, C. N. (2009). Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology Letters* (12), pp. 982-998.
- Rizo-Aguilar, A., Delfin-Alfonso, C., y González-Romero, A. (2016). Distribution and density of the zacatuche rabbit (*Romerolagus diazi*) at the Protected Natural Area "corredor Biológico Chichinautzin". *Therya* 7(2), pp. 333-342.
- Rodríguez, N. (2005). El coyote en la cultura de tradición oral. *Revista de literaturas populares* (1) pp. 79-113.
- Rodríguez, N. (2013). El coyote: Protagonista ambivalente en el imaginario mexicano. *Revista del Colegio de San Luis* (3), pp. 146-163.
- Roemer, G., Gompper, M., y Van, B. (2009). The Ecological Role of the Mammalian Mesocarnivore. *BioScience* 59(2), pp. 165-173.
- Rojas, A. E., y Moreno, C. E. (2014). Los servicios ambientales que generan los mamíferos silvestres. *PÄDI Boletín Científico de Ciencias básicas e Ingenierías del ICBI* 2(3).
- Salame-Méndez, A., Andrade-Herrera, M., Zamora-Torres, L., Serrano, H., Soto-Mendoza, S., Castro-Campillo, A., Ramírez-Pulido, J., y Haro-Castellanos, J. (2012). Método optimizado para evaluar ácidos biliares de muestras fecales secas o preservadas en etanol como herramienta para identificar carnívoros silvestres. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(2), pp. 305-320.
- Salas, M. A. (1987). Hábitos alimentarios de la zorra, coyote y gato montés en la Sierra Tarasca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(62), pp. 117-132.

- Salinas, H., Ramírez-Delgado, D. (2021). *ecoTest: Community Ecology Tests*
- Sanabria, B., Ortega-Rubio, A., y Arguelles-Méndez, C. (1995). Food habits of the Coyote in the Vizcaíno Desert, México. *Ohio Journal of Science*, 95(4), pp. 289-291.
- Sanchez, C. (2002). Biología y dinámica poblacional de *Microtus mexicanus mexicanus* Rodentia: Microtinae, en el Sur de la Ciudad de México. México: Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G., y Rodríguez-Moreno, Á. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (58), pp. 496-504.
- Sánchez, V., y Canela, M. (1991). Estudio poblacional de roedores en un bosque de pino de la Faja Volcánica Transmexicana Mexicano. *Anales Instituto de Biología*, 62(2), pp. 319-340.
- Sedano, V. S. (2019). El coyote (*Canis latrans*): hábitos alimentarios y conocimiento tradicional en San Juan Tlacotenco, Tepoztlán, Morelos, México. México: Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Seler, E. (2004). *Las imágenes de animales en los manuscritos mexicanos y mayas*. México: Casa Juan Pablos.
- Servín, J. (2013). Perspectivas de estudio, conservación y manejo de los Carnívoros en México. *THERYA*, 4(3), pp. 427-430.
- Servín, J. I. (2000). Ecología conductual del coyote en el sureste de Durango. México: Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Servín, J., y Chacón, E. (2005). Coyote. pp. 349-350. En: Ceballos, G. Los Mamíferos Silvestres de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Servín, J., y Huxley, C. (1991). La dieta del coyote en un bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 44: 1-26.
- Shi, Y., Hoareau, Y., Reese, E., y Wasser, S. (2021). Prey partitioning between sympatric wild carnivores revealed by DNA metabarcoding: a case study on Wolf (*Canis lupus*) and coyote (*Canis latrans*) in northeastern Washington. *Conservation Genetics*, 22: 293-305.
- Springer, M., Carver, A., Nielsen, C., Correa, N., Ashmore, J., Ashmore, J., y Lee, J. (2012). Relative abundance of mammalian species in a central Panamanian rainforest. *Latin American Journal of Conservation*, 2(2), pp. 19-26.
- TIBCO Software Inc. (2020). Data Science Workbench, versión 14. Disponible en: <http://tibco.com>

- Toweill, D. E., & Anthony, R. G. (1988). Coyote Foods in a Coniferous Forest in Oregon. *The Journal of Wildlife Management*, 52(3), pp. 507–512.
- Uriostegui-Velarde, J. M., Vera-García, Z. S., Ávila-Torresagatón, L. G., Rizo-Aguilar, A., Hidalgo-Mihart, M., y Guerrero, J. A. (2015). Importancia del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) en la dieta del coyote (*Canis latrans*) y del lince (*Lynx rufus*). *THERYA*, 6(3), pp. 609-624.
- Velázquez, A., Romero, F., y López-Paniagua, J. (1996). *Ecología y conservación del conejo zacatuche y su hábitat*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Velázquez, A., y Guerrero, J. (2019). *Romerolagus diazi*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019*. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T19742A45180356> (Consultado el: 15 de marzo de 2022).
- Wilson, D., y Reeder, D. (2005). *Mammal Species of the World*. Baltimore, Estados Unidos: JHU Press.