



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Área Académica de Biología

Licenciatura en Biología

“Hábitos alimenticios de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en el cerro de San Juan Zitlaltepec, y su efecto como dispersor de semillas”

Tesis

que para obtener el Título de Licenciado en Biología

Presenta:

Karla Estephany Godínez Figueroa

Codirector de Tesis:

Dr. Gerardo Sánchez Rojas

Codirector de Tesis:

Dr. Dante Hernández Silva

Pachuca, Hidalgo, 2022 México.



Mineral de la Reforma, Hgo., a 7 de octubre de 2022

Número de control: ICBI-D/1259/2022

Asunto: Autorización de impresión.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

Con fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio le comunico que el Jurado asignado a la Pasante de la Licenciatura en Biología **Karla Estephany Godínez Figueroa**, quien presenta el trabajo de titulación "**Hábitos alimenticios de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en el cerro de San Juan Zitlaltepec, y su efecto como dispersor de semillas**", después de revisar el trabajo en reunión de Sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

Presidente Dr. Numa Pompilio Pavón Hernández

Secretario: Dr. Dante Alfredo Hernández Silva

Vocal: Dr. Gerardo Sánchez Rojas

Suplente: Dra. Iriana Leticia Zuria Jordan

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Dr. Otilio Arturo Acevedo Sandoval
Director del ICBI



OAAS/YCC

Ciudad del Cosocamiento
Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5 Colonia
Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo,
México. C.P. 42104
Teléfono: 771 71 720 00 ext. 2231 Fax: 2109
direccion_icbi@uaeh.edu.mx



www.uaeh.edu.mx

DEDICATORIA

Con todo cariño y afecto a mis padres y familia por estar conmigo en todo momento, por ser pilares fundamentales de este proyecto, sin ustedes no lo hubiera logrado, gracias, por tanto.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres: Rosa María Figueroa Salgado y Víctor Cesar Godínez Jiménez, hermanos: Cinthya Itzel y Cesar Uriel, y abuelos que estuvieron ahí para darme palabras de apoyo para renovar energías, gracias por su confianza y paciencia.

A Alan David Barrera Bautista por darme su confianza, apoyo, amor y compartir nuevos e inolvidables momentos a mi lado.

A mis amigos y compañeros de laboratorio especialmente al Mtro. Luis Alberto Alanís Hernández por brindarme su apoyo emocional y académico, por escucharme, aconsejarme y en varias ocasiones guiarme.

Al Dr. Gerardo Sánchez Rojas y al Dr. Dante Alfredo Hernández Silva, por sus conocimientos, experiencias y consejos, además de guiarme en todo momento.

A la Dra. Iriana Leticia Zuria Jordan y al Dr. Numa P. Pavón Hernández por su tiempo, sugerencias, correcciones y apoyo.

A todos muchas gracias por apoyarme en este logro.

Contenido

1. Introducción	2
2. Antecedentes	5
3. Justificación	6
4. Objetivos	7
4.1 Objetivo general	7
4.2 Objetivos específicos	7
5. Área de estudio	7
6. Material y Método	10
6.1 Datos	10
6.2 Limpieza de excretas	11
6.3 Identificación de ítems alimenticios	12
6.3.1 Restos óseos, plumas e insectos	12
6.3.2 Pelo.....	13
6.3.3 Componentes vegetales.....	13
6.4 Análisis de datos.....	13
6.4.1 Frecuencia y porcentaje de ocurrencia	13
6.4.2 Diversidad verdadera del orden 1	14
6.4.3 Traslape de nicho.....	14
6.4.4 Amplitud de nicho	16
6.5 Semillas.....	17
6.5.1 Prueba y porcentaje de germinación.....	17
7. Resultados	17
7.1 Identificación de ítems alimenticios	18
7.1.1 Restos óseos, plumas e insectos	18
7.1.2 Pelo.....	20
7.1.3 Componentes vegetales.....	21
7.2 Análisis de datos	22
7.2.1 Frecuencia y porcentaje de ocurrencia	22
7.2.3 Diversidad verdadera del orden 1	25
7.2.4 Traslape de nicho.....	25

7.2.5 Amplitud de nicho	26
7.3 Semillas.....	26
7.3.1 Prueba y porcentaje de germinación.....	26
8. Discusión.....	27
9. Conclusión	29
10. Referencias	30

Lista de figuras, tablas y anexo

Figura 1. Fotografía de un individuo de zorra gris mediante cámara trampa, en Huichapan Hidalgo, México. (Foto del Laboratorio de Conservación UAEH).

Figura 2. Estimación del Rango geográfico de *Urocyon cinereoargenteus* señalado en color mostaza, modificado de Roemer, G., Cypher, B. & List, R. 2016.

Figura 3. Área de estudio en los ejidos de Santiago Tequixquiac y San Juan Zitlaltepec de los municipios de Tequixquiac y Zumpango del Estado de México, respectivamente. Se señalan los seis transectos presentes en la zona de eucalipto señalado con el color rojo y otros tres en zona de matorral señalados con color rosa.

Figura 4. Excreta de zorra gris sobre una excreta de vaca.

Figura 5. Procedimiento para el análisis de excretas de zorra gris. **a)** Excreta en un saco de media textil dentro de un frasco con solución de agua con jabón; **b)** limpieza de excreta; **c)** separación de los ítems alimenticios y **d)** sobres de papel con los ítems alimenticios.

Figura 6. Molares de *Sigmodon sp.* donde el molar de la letra B pertenece a la muestra obtenida de las excretas y la letra A pertenece a ejemplares de la colección del Laboratorio de Conservación Biológica del CIB (Centro de Investigaciones Biológicas) de la UAEH.

Figura 7. Incisivos de *Reithrodontomys sp.* donde la letra B pertenece a la muestra obtenida de las excretas y la letra A pertenece a ejemplares de la colección del Laboratorio de Conservación Biológica del CIB (Centro de Investigaciones Biológicas) de la UAEH

Figura 8. Molares de *Heteromys irroratus.* donde el molar de la letra B pertenece a la muestra obtenida de las excretas y la letra A pertenece a ejemplares de la colección del Laboratorio de Conservación Biológica del CIB (Centro de Investigaciones Biológicas) de la UAEH

Figura 9. Pluma obtenida de las excretas

Figura 10. Exoesqueletos de ortópteros obtenidos de las excretas, muestra observada en microscopio estereoscópico

Figura 11. Exoesqueletos de coleópteros obtenidos de las excretas, muestra vista en microscopio estereoscópico

Figura 12. Muestra de pelo obtenido de las excretas, donde se aprecia la médula que se identifica como de *Peromyscus sp.*, tomado por microscopio óptico con objetivo 40x (letra A) y 100x (letra B).

Figura 13. Muestra de pelo obtenido de las excretas, donde se aprecia la médula que se identifica como *Silvilagus sp.*, tomado por microscopio óptico con objetivo 40x (letra A) y 100x (letra B).

Figura 14. Muestra de pelo obtenido de las excretas, donde se aprecia la médula que se identifica como a *Lepus sp.*, tomado por microscopio óptico con objetivo 40x (letra A) y 100x (letra B).

Figura 15. *Schinus molle L.* en charola de germinación

Figura 16. *Opuntia sp.* trasplantada de la charola de germinación a maceta

Figura 17. *Prosopis laeviagata* en charola de germinación

Figura 18. Comparación de proporción de aparición de los ítems encontrados en las 55 excretas de la zorra gris en el Estado de México entre fin e inicio de temporada de estiaje.

Figura 19. Diversidad de especies consumidas por zorra gris en la localidad de San Juan Zitlaltepec y Santiago Tequixquiac, Estado de México. Expresado como el número de especies efectivas y sus intervalos de confianza al 98%.

Figura 20. Proporción de germinación de las distintas especies encontradas con y sin endozoocoria por zorra gris.

Lista de cuadros

Cuadro 1. Frecuencia de aparición y ocurrencia (FA), Porcentaje de ocurrencia (PO), Amplitud y Estandarizado, en los hábitos alimenticios de *Urocyon cinereoargenteus*

Lista de anexos

Anexo 1: Comparación de excretas de *Bassariscus astutus* y *Urocyon cinereoargenteus*

Resumen

La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) es una especie que se considera dispersora de semillas debido a su dieta que se basa principalmente en frutos y semillas, y secundariamente de mamíferos de talla pequeña, aves, insectos, reptiles, artrópodos y peces. El objetivo general de este trabajo fue analizar los hábitos alimenticios de la zorra gris en el Estado de México durante el fin y el inicio de la temporada de estiaje, para evaluar el papel que tiene esta especie en los ecosistemas del centro del país. Se analizaron 55 excretas (26 para inicio y 29 para fin de temporada de estiaje). En el fin de la temporada de estiaje la mayor frecuencia de ocurrencia correspondió a semillas de *Schinus molle* (56.62%) y de *Opuntia sp.* (42.43%), seguidas de *Prosopis laeviagata* (0.37%) y de ortópteros (0.28%), coleópteros (0.09%), *Peromyscus sp.* (0.06%), *Reithrodontomys sp.*, *Heteromys irroratus* y *Silvilagus sp.* (0.03%) y aves (0.06%). En el inicio de la temporada de estiaje la mayor frecuencia de ocurrencia correspondió a semillas de *Opuntia sp.* (84.92%) y de *Schinus molle* (13.02 %), y en menor frecuencia se encontraron con ortópteros (1.86%), coleópteros (0.02%), *Peromyscus sp.* (0.05%), *Reithrodontomys sp.*, *Sigmodon sp.*, *Heteromys irroratus*, *Otospermophilus variegatus*, *Lepus sp.* (0.02%) y aves con (0.05%). El índice de diversidad verdadera de las presas fue de 2.11 y de traslape de nicho ($\bar{x} = 99\%$, varianza = 0, $p = 0.04$) lo que indica que la zorra gris se alimenta de ítems similares entre el fin y el inicio de temporada de estiaje pero en diferentes proporciones. La amplitud de nicho tuvo valores estandarizados de 0.002 en fin de la temporada de estiaje y 0.008 en el inicio de la temporada de estiaje por lo que su espectro alimentario de la especie es estrecho. También se observó que el proceso de endozoocoria favorece la germinación de *Schinus molle L* y *Opuntia sp.*, sin embargo no tanto como se esperaba, aunque sin duda ayuda en el proceso de dispersión.

Palabras clave: zorra gris, hábitos alimenticios, diversidad verdadera, traslape de nicho, amplitud de nicho, semillas, dispersión.

1. Introducción

El orden Carnívora de los mamíferos agrupa a un linaje evolutivo, cuyos antepasados estaban adaptados para la ingestión de carne; este orden se caracteriza por poseer en general una visión binocular, el pelaje relativamente denso y la presencia de garras que varían en tamaño, forma y grado de retractilidad. Algunos carnívoros, incluidos los cánidos y los félicos, son digitígrados, es decir, caminan con la punta de los dedos, además presentan una dentadura fuerte que les permite cortar, romper y triturar sus alimentos (Andrade-Ponce *et al.*, 2015).

La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) es un mamífero que pertenece al orden Carnívora, se caracteriza en general por tener un pelaje de color gris con una mancha negra en el dorso de la cola; el pecho y la garganta son blancos; los costados tienen una mancha café canela. La longitud total varía entre 800 mm a 1125 mm, y el peso corporal entre 2 a 4 kg, aunque presenta una gran variación en el tamaño, desde las grandes zorras norteñas hasta las diminutas zorras del suroeste (Figura 1) (Trap y Hallberg, 1975; Aranda, 2012).



Figura 1. Fotografía de un individuo de zorra gris mediante cámara trampa, Huichapan, Hidalgo, México (Foto del Laboratorio de Conservación UAEH).

Esta especie habita en sitios con topografía rocosa y con diferentes tipos de vegetación, prefiriendo lugares con una cubierta arbustiva densa, como bosques templados y matorrales xerófilos; se distribuye desde el suroeste de Canadá hasta el noroeste de Venezuela y Colombia (Figura 2) y en México su distribución abarca prácticamente todo el país (Servín y Chacón, 2005).



Figura 2. Estimación del Rango geográfico de *Urocyon cinereoargenteus* señalado en color mostaza, modificado de Roemer, G., Cypher, B. & List, R. 2016.

La zorra gris es omnívora, ya que su alimentación se basa en distintos ítems (unidad de un conjunto, en este caso de alimentos) como roedores, lagomorfos, aves, artrópodos, peces, reptiles y, debido a que posee altos requerimientos energéticos, tiende a consumir grandes cantidades de frutos y semillas. Debido a la gran vagilidad (capacidad de dispersarse) de la zorra gris puede considerarse una especie clave para la dispersión de diferentes especies vegetales (Villalobos-Escalante et al., 2014). Se entiende como **zoocoria** a la dispersión de semillas a través del consumo y dispersión por animales (Velázquez-Escamilla *et al.*, 2019). El método más común es por **endozoocoria**, en el cual los frutos carnosos son consumidos por animales los cuales aprovechan los nutrientes que les brindan y, al defecar, pueden dispersar las semillas (Cypher y Cypher, 1999). Además, la endozoocoria adaptativa consiste en el consumo intencional de semillas por parte de los animales, comúnmente aves y mamíferos. Cabe aclarar que la interacción no siempre es benéfica para las especies de vegetales consumidas, debido a que algunos animales utilizan como alimento el endospermo y otras partes nutritivas de la semilla, lo que resulta en la muerte de éstas (Pijl, 1972). Sin embargo, en muchos casos el efecto es positivo, ya que después de pasar por el tracto digestivo de un vertebrado, se favorece la capacidad de germinación de las semillas, incrementando las probabilidades de establecimiento de los propágulos de las plantas, llegando así a ser un factor importante en el transporte y movimiento de las semillas (Cypher y Cypher, 1999).

La dispersión de semillas cumple un papel importante en la regeneración de la vegetación en los ecosistemas, debido a que es un proceso que está muy relacionado con otros como la germinación, el crecimiento y la supervivencia de plántulas, puesto que genera filtros ambientales e interacciones bióticas que operan para el establecimiento espacial de las poblaciones de plantas (Harper, 1977; Herrera 1989; Tsunamoto *et al.*, 2019). Igualmente, este proceso beneficia positivamente a las especies de plantas porque permite su distribución natural, y facilita la movilización, el establecimiento de nuevas poblaciones, la creación de

bancos de semillas en el suelo, lo que resulta en el mantenimiento de la diversidad genética dentro y fuera de la población (Font Quer, 1975; Niembro, 1982).

El objetivo general del trabajo fue analizar los hábitos alimenticios de la zorra gris en una comunidad en el norte del Estado de México durante el inicio y fin de la temporada de estiaje, con el fin de evaluar el papel que tiene esta especie en un hábitat de matorral crasicaule.

2. Antecedentes

El análisis de la dieta de la zorra gris tiene como objetivo incrementar nuestra comprensión acerca de los alimentos que utiliza en su medio circundante tanto de fauna como de flora, cuándo y dónde obtienen estos alimentos, así como describir su capacidad como forrajeador (Korschgen, 1987; Clevenger 1995).

Una de las herramientas más utilizadas para el estudio de dieta o hábitos alimenticios de una gran cantidad de especies de mamíferos es el método indirecto que consiste en analizar excretas, ya que estas son relativamente fáciles de encontrar, coleccionar y contienen restos no digeridos identificables tales como pelo, semillas y huesos, por lo que no es necesario sacrificar al animal (Aranda, 2012).

La zorra gris se considera como un dispersor de semillas de acuerdo a distintas investigaciones, como la de Villalobos-Escalante y colaboradores (2014) quienes observaron en las excretas la presencia de las semillas de *Ficus* sp (Moraceae), *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae), *Acacia cornigera* (Fabaceae, Mimosaceae), *Comocladia engleriana* (Anacardiaceae), *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae), *Ehretia tinifolia* (Boraginaceae), además de una especie sin determinar cuyo nombre común es nanche montés (Familia Malpighiaceae). Después de realizar algunos experimentos de germinación, los autores concluyeron que “...sí hubo un efecto positivo sobre los porcentajes de germinación de las semillas después de su paso por el tracto digestivo, esto indica el aporte de la zorra gris al

proceso de dispersión, ya sea incrementando los porcentajes o la velocidad de germinación de las semillas ingeridas...”.

También se ha detectado su papel en la dispersión de semillas de ciprés (*Juniperus comitana*) en Huehuetenango, Guatemala” (Viteri y Mármol, 2019), en donde se determinó que la dieta de esta especie es a base de semillas, mamíferos, insectos y aves. En dicho trabajo se demuestra la importancia de la zorra gris como una especie clave para la dispersión de las familias Poaceae, Asteraceae, una no identificada y principalmente de la especie *J. comitana*, debido a que se encuentra en peligro de extinción.

Además, estudios realizados por Guerrero *et al.* (2002), Rodríguez (2014), Villalobos-Escalante (2014) y Armenta-Méndez *et al.* (2020), por mencionar algunos, concluyen que este cánido es un dispersor de semillas y tiene una dieta omnívora, donde destacan con mayor proporción los ítems alimenticios de origen vegetal, y en menor proporción insectos, mamíferos y aves. Se sabe también que la dieta puede variar durante el año, adaptándola a la disponibilidad de recursos, por lo que puede argumentarse que es una especie de hábitos oportunistas.

3. Justificación

El análisis de los hábitos alimenticios de la zorra gris ayuda a generar información acerca de los alimentos que consume, al inicio y fin de la temporada de estiaje, y a su vez mediante este análisis se podrá determinar el papel de la especie como potencial dispersor de semillas en la localidad de estudio y se identifican cuáles especies se ven favorecidas con este tipo de dispersión (endozoocoria). Mediante este estudio se generó información para entender la importancia de la presencia de esta especie y el impacto ecológico que puede tener el desplazamiento de hábitat o la desaparición de esta especie en estas localidades.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

1. Analizar los hábitos alimenticios de la zorra gris en de los municipios Tequixquiac y Zumpango del Estado de México, respectivamente, durante el inicio y fin de la temporada de estiaje, con el fin de evaluar el papel que tiene esta especie en un hábitat de matorral crasicaule.

4.2 Objetivos específicos

1. Determinar mediante los ítems extraídos de las excretas de la zorra gris, las especies de animales y plantas que consume para estimar su frecuencia y porcentaje de ocurrencia, en los ejidos Santiago Tequixquiac y San Juan Zitlaltepec.
2. Evaluar si existe diferencias de los ítems consumidos entre inicio y fin de la temporada de estiaje.
3. Evaluar el espectro alimentario de la zorra gris.
4. Comparar el porcentaje de germinación de las semillas que pasaron por el proceso de endozoocoria vs semillas blanco que no pasaron por este proceso para determinar si existe un cambio en la germinación, además de poder identificar las especies que consume.

5. Área de estudio

El estudio se realizó en el cerro de San Juan Zitlaltepec que abarca los ejidos Santiago Tequixquiac y San Juan Zitlaltepec en los municipios Tequixquiac y Zumpango, respectivamente, en el Estado de México. Se ubica entre las coordenadas extremas de los 19°49'18" a 19°51'57" de latitud Norte y los 99°09'42" a 99°08'46 de longitud Oeste, la

extensión territorial es de 707.53774 ha. El sitio de estudio pertenece a la porción austral del Eje Neovolcánico Transversal, y presenta un clima clasificado como templado subhúmedo con lluvias escasas en verano, una temperatura mínima de 2.3 °C, una temperatura máxima de 31 °C y una temperatura media anual de 14.18 °C. La precipitación media anual es de 700-800 mm, con granizadas durante los meses de mayo y junio, mientras que la temporada de heladas se registra durante los meses de septiembre a marzo. Los vientos dominantes se registran del noreste (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, 2015) (Figura 3).

El área de estudio se caracteriza por poseer concentraciones de cactáceas como opuntias, biznagas y cardones, además de mimosas, flor de san juan (*Bouvardia longiflora*), bola africana del Rey (*Leonotis nepetifolia*), colorín (*Erythrina coralloides*), tepozán (*Buddleja cordata*), y pirul (*Schinus molle*), también árboles como alcanfores y eucaliptos. En cuanto a la fauna destacan principalmente lagomorfos, cánidos (*Urocyon cinereoargenteus*), reptiles (*Thamnophis eques*), aves y una gran cantidad de insectos (Ramírez-Curiel, 1999; Rodríguez-Peláez, 1999; Naturalista, 2018).

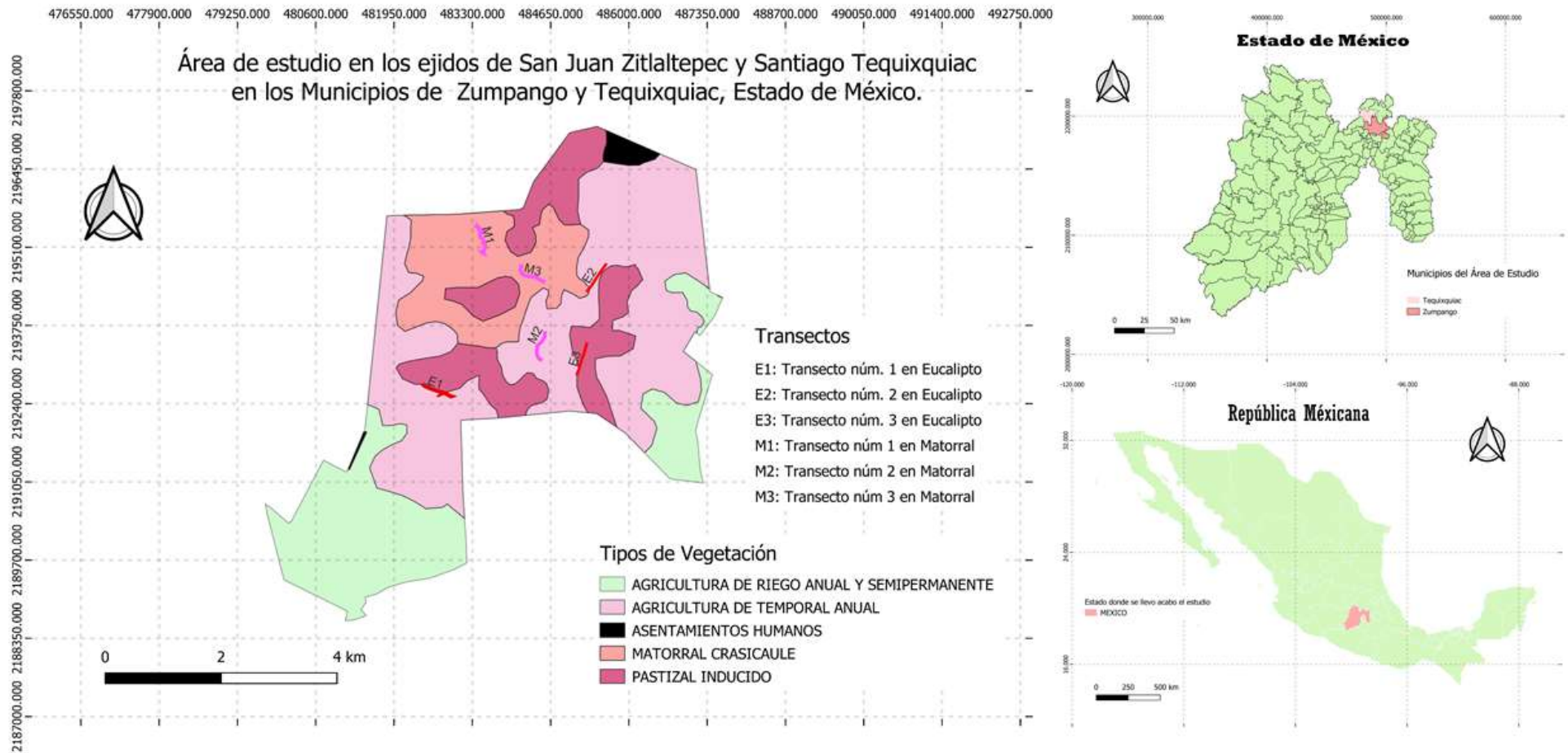


Figura 3. Área de estudio en los ejidos de Santiago Tequixquiac y San Juan Zitlaltepec de los municipios de Tequixquiac y Zumpango del Estado de México, respectivamente. Se señalan los seis transectos presentes en la zona de eucalipto señalado con el color rojo y otros tres en zona de matorral señalados con color rosa.

6. Material y Método



Figura 4. Excreta de zorra gris sobre una excreta de vaca.

6.1 Datos

Se realizó una búsqueda y recolección de excretas, que se identificaron de acuerdo con su forma, color y tamaño. Se consideró sólo aquellas excretas que midieron más de un centímetro de diámetro, y que se encontraban sobre la superficie del camino. La forma característica es más o menos cilíndrica y de color café oscuro, pero puede haber muchas variaciones, dependiendo de los alimentos consumidos (Figura 4). Es común que la zorra defecue sobre rocas, formando letrinas

(Aranda, 2012).

Para la colecta, se empleó el método indirecto que se basa en la búsqueda y recolección de excretas a lo largo de seis transectos lineales con una longitud de 600 metros (tres en zona de alcanfor plantación de eucalipto señalados en la figura 3 con el color rojo y otros tres en zona de matorral señalados en la figura 4 con color rosa). Las colectas se llevaron a cabo en los meses de marzo a junio del año 2021 (primera colecta) y enero de 2022 (segunda colecta). Para la búsqueda de las excretas se consideró principalmente los senderos, así como zonas rocosas y elevadas, debido a que es común encontrarlas en estos sitios (Flores y Rojas-Martínez, 2010).

6.2 Limpieza de excretas

Las excretas se colocaron en bolsas de papel de estraza etiquetadas con los datos: Número de excreta, número y nombre del transecto, cobertura vegetal, fecha y coordenadas. El procesamiento de excretas se llevó a cabo mediante el método tomado de los trabajos de Aranda y colaboradores (2012) y Rivera-Contreras (2010), modificado por Alanís-Hernández (2016). Para ello, se colocó cada una de las excretas en sacos de tela de media textil, dentro de frascos con una solución de agua con detergente por dos a tres días dependiendo de la consistencia, textura y tamaño del material fecal (Figura 5).

Después se extrajeron los sacos de los frascos, se enjuagaron con agua limpia y se exprimieron como una forma de tamizar las excretas, esto con la finalidad de limpiar y separar la materia orgánica que no se puede identificar y por tanto no es útil para esta investigación (Figura 5). Posteriormente los sacos se pusieron a secar a temperatura ambiente por 10 días.

Con ayuda de guantes de látex, cubre bocas y pinzas de disección se extrajo la excreta del saco, se separaron los ítems alimenticios (pelo, plumas, restos óseos, dientes, garras, semillas) y se colocaron en nuevas bolsas de papel de estraza etiquetados (Figura 5), para su posterior identificación con la ayuda de revisión de literatura especializada y ejemplares de la colección del Laboratorio de Conservación Biológica del CIB (Centro de Investigaciones Biológicas) de la UAEH.

Cabe mencionar que se utilizó este método ya que, como lo menciona en su trabajo Alanís-Hernández (2016), este método facilita la extracción de los ítems alimenticios, además, al extraer los mismos se encontraban más limpios de modo que favoreció la observación en el microscopio estereoscópico y su posterior identificación.



Figura 5. Procedimiento para el análisis de excretas de zorra gris. **a)** excreta en un saco de media textil dentro de un frasco con solución de agua con jabón; **b)** limpieza de excreta; **c)** separación de los ítems alimenticios y **d)** sobres de papel con los ítems alimenticios.

6.3 Identificación de ítems alimenticios

6.3.1 Restos óseos, plumas e insectos

Se realizó la identificación de los ítems alimenticios, principalmente de semillas, exoesqueletos de insectos, plumas, pelo y restos óseos como mandíbulas y dientes. La identificación de exoesqueletos de insectos y restos óseos (mandíbulas y dientes), se realizó por medio de la comparación con ejemplares previamente identificados que se encuentran en el Laboratorio de

Conservación Biológica. En el caso de las aves se identificaron con ayuda del libro “A guide North American species, Bird Feathers” (Scott y McFarland, 2010).

6.3.2 Pelo

La identificación de pelo se realizó por el método de preparación señalado en el libro “Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia” (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003). Para cada muestra que contenía pelo se seleccionaron principalmente pelos de guarda y de no estar presentes, se eligió el pelo de bajopiel. Se vertió peróxido de hidrógeno en cajas Petri rotuladas con el número de muestra y se sumergieron los pelos individualmente de manera que no se juntaran, se dejaron sumergidos dependiendo del grosor y color el pelo. Los pelos de guarda de roedores y lagomorfos se dejaron por 24 horas mientras que para pelos de bajo piel se dejaron solo por seis horas, mientras que los pelos de ardilla (*Otospermophilus variegatus.*) se dejaron 28 horas. Posteriormente, los pelos se extrajeron de la caja Petri, se montaron en portaobjetos y se observaron bajo microscopio óptico, donde se logró ver los patrones de la médula del pelo.

6.3.3 Componentes vegetales

Se germinaron las semillas obtenidas (más adelante se explica este proceso) y las plántulas se identificaron con ayuda de la plataforma NaturaLista México (2021) y del trabajo de Carrión (2010)

6.4 Análisis de datos.

6.4.1 Frecuencia y porcentaje de ocurrencia

Se calculó la frecuencia y porcentaje de ocurrencia de los ítems alimenticios utilizando las siguientes fórmulas: (Larson *et al.*, 2015).

- *Frecuencia de ocurrencia*

$$F_o = \frac{n}{N} \cdot (100)$$

Donde “n” es el número de veces que aparece la presa del total de las excretas y “N” es el total de excretas.

- *Porcentaje de ocurrencia*

$$P_o = \frac{n}{M} \cdot (100)$$

Donde “n” es el número de veces que aparece la presa del total de excretas y “M” es la sumatoria de la aparición de todos los ítems alimenticios.

6.4.2 Diversidad verdadera del orden 1

Para calcular la diversidad de especies consumidas y evaluar si existe diferencia entre el inicio y el fin de la temporada de estiaje, con los datos de frecuencia se calculó el índice de Shannon-Wiener (H') y su intervalo de confianza al 95%. Dichos cálculos se realizaron utilizando el programa Past 4.07b (Hammer, 2016). Después, a partir del valor del índice de Shannon calculado, se estimó el número de especies efectivas mediante el índice de Diversidad Verdadera del Orden 1 (Jost, 2006). De acuerdo con Moreno *et al.* (2011) este estimador permite evaluar diferentes facetas de la biodiversidad a partir de sus atributos (por ejemplo, la abundancia relativa de las especies), y da posibilidad de hacer comparaciones entre la diversidad que se gana o pierde de un conjunto de datos. Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$1 D = \exp (H')$$

6.4.3 Traslape de nicho

Para analizar el traslape de nicho entre el fin de la temporada de estiaje del año 2021 y el inicio de la temporada del año 2022, se generó una base de datos con los resultados del estudio. Se

colocaron en las filas ambos momentos de la temporada de estiaje, y cada columna contiene los órdenes de presas relevantes en la alimentación de la zorra gris (Rodentia, Lagomorpha, aves, ortópteros, coleópteros y semillas). Cada celda de la intersección conto con el valor del P_{ij} .

Los valores de traslape de nicho se calcularon mediante el programa EcoSim V.7.71 (Gotelli & Entsminger, 2004), con 1000 simulaciones al azar y con el algoritmo R3, usando el índice de Pianka's (1974):

$$O_{jk} = \frac{\sum P_{ij} P_{ik}}{(\sum P_{ij}^2 \sum P_{ik}^2)^{\frac{1}{2}}}$$

Donde:

O_{jk} = Traslape de nicho entre las localidades j y k.

P_i = Proporción del recurso i en la dieta de las localidades j y k.

Los valores que se obtienen de la fórmula anterior van de 0 (no existe traslape) a 1 (traslape total).

EcoSim v. 7.71. es un software implementado para el análisis de modelos nulos en ecología comunitaria. En estudios sobre la alimentación de las especies, es utilizado para calcular el traslape de nicho haciendo uso de modelos nulos mediante aleatorizaciones que dan como resultado un valor de confianza de la partición observada con respecto a un modelo que genera una distribución esperada. Los modelos que emplea se soportan en una tabla de medias que señala la prueba de probabilidad donde el traslape de nicho observado se compara con el de las localidades simuladas, infiriendo que cuando la media observada es mayor que la esperada, existe traslape entre las mismas (Gotelli & Graves, 1996). Otorga un valor de significancia de P, cuando el valor es inferior a 0.05 significa que el traslape de nicho es menor que el valor

esperado por azar, por lo que se asume que no existe un traslape de nicho, pero cuando es mayor que 0.05 significa que el traslape observado es mayor que el esperado por azar, y se asume que existe un uso compartido de los recursos.

De los modelos nulos con que cuenta EcoSim V.7.71, se empleó el modelo R3, el cual realeatoriza los estados de los recursos alimentarios, pero retiene un grado de especialización de las localidades permitiendo analizar si potencialmente pueden utilizar un estado de cualquiera de los recursos (Martínez-Falcón, 2009).

6.4.4 Amplitud de nicho

Para el cálculo de la amplitud de nicho se utilizaron los datos del porcentaje de ocurrencia (Po), mediante la medida de Levins estandarizada (Krebs 1999). Se siguió la fórmula:

$$B = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

Donde:

B = Amplitud de nicho.

Pi = Proporción del porcentaje de ocurrencia del recurso (categoría) i

Se estandarizó cada valor de la amplitud de nicho mediante la fórmula de Hulbert (Krebs, 1999). Esta medida se expresa en una escala de 0 (amplitud de nicho mínima, espectro alimentario estrecho) a 1 (especie poco selectiva de recursos, espectro alimentario amplio). Se siguió la fórmula:

$$B_{stan} = \frac{B - 1}{n - 1}$$

Donde:

B_{stan} = Estandarizado de la amplitud de nicho

B = Amplitud de nicho

N = Numero de recursos (categorías) posibles

Para la interpretación de los valores del estandarizado de nicho obtenidos, de forma arbitraria se asumió que el espectro alimentario es estrecho cuando los valores van de 0 a 0.5, y en contraparte un espectro alimentario amplio cuando van de 0.6 a 1 (Alanís-Hernández, 2019).

6.5 Semillas

6.5.1 Prueba y porcentaje de germinación

Se hizo una prueba de germinación donde se utilizó una muestra al azar de 50 semillas sin endozoocoria (semillas extraídas de la planta madre) y 50 con endozoocoria de las especies encontradas al examinar las excretas, con excepción de *Prosopis laeviagata* en la que se colocaron 12 semillas sin endozoocoria y 12 con endozoocoria. Las semillas fueron colocadas en charolas de germinación con tierra de monte como sustrato, en condiciones semejantes al hábitat original donde fueron encontradas las excretas. Se regaron las dos primeras semanas cada tercer día y las siguientes seis semanas una vez por semana, durante este tiempo se realizó una revisión semanal para registrar el número de semillas germinadas por especie con y sin endozoocoria. El porcentaje de germinación de semillas con y sin endozoocoria fue calculado dividiendo las semillas germinadas entre el total de semillas sembradas. Cabe mencionar que este proceso se repitió para cada una de las distintas especies de semillas identificadas.

7. Resultados

Se colectaron 55 excretas de las cuales 26 corresponden al fin y 29 a inicio de la temporada de estiaje, en las cuales se lograron identificar ítems alimenticios como componentes vegetales (*Schinus molle*, *Opuntia sp.* y *Prosopis laevigata*), ortópteros, coleópteros, roedores (*Peromyscus sp.*, *Reithrodontomys sp.*, *Sigmodon sp.*, *Heteromys irroratus* y *Otospermophilus variegatus*), lagomorfos (*Sylvilagus sp.* y *Lepus sp.*) y aves.

7.1 Identificación de ítems alimenticios

7.1.1 Restos óseos, plumas e insectos

Se observaron molares e incisivos de ejemplares de los géneros: *Sigmodon sp.* (Figura 6), *Reithrodontomys sp.* (Figura 7), *Heteromys irroratus* (Figura 8). Además, se identificaron la presencia de aves (cabe señalar que debido al estado de las plumas no se logró la identificación de las aves a otro nivel) (Figura 9), exoesqueletos de ortópteros (Figura 10) y coleópteros (Figura 11).

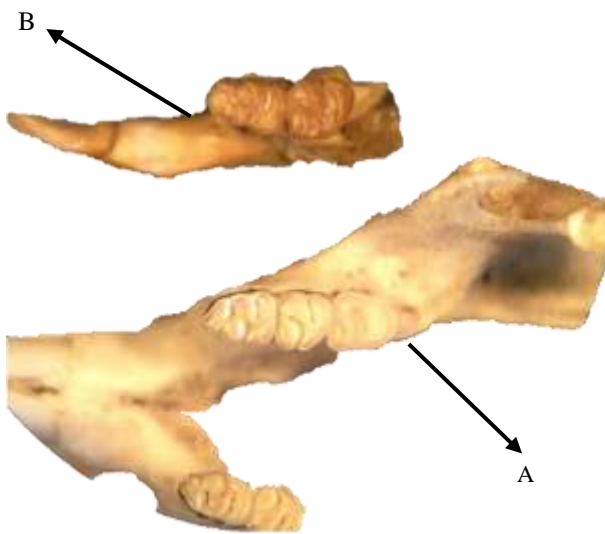


Figura 6. Molares de *Sigmodon sp.* donde el molar de la letra B pertenece a la muestra obtenida de las excretas y la letra A pertenece a ejemplares de la colección del Laboratorio de Conservación Biológica del CIB (Centro de Investigaciones Biológicas) de la UAEH.

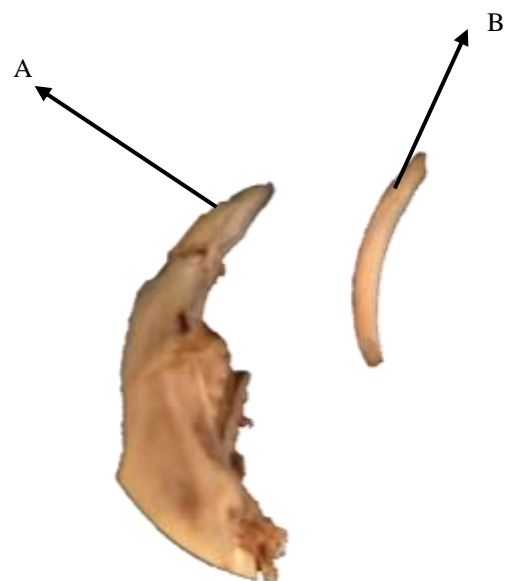


Figura 7. Incisivos de *Reithrodontomys sp.* donde el incisivo de la letra B pertenece a la muestra obtenida de las excretas y la letra A pertenece a ejemplares de la colección del Laboratorio de Conservación Biológica del CIB (Centro de Investigaciones Biológicas) de la UAEH.

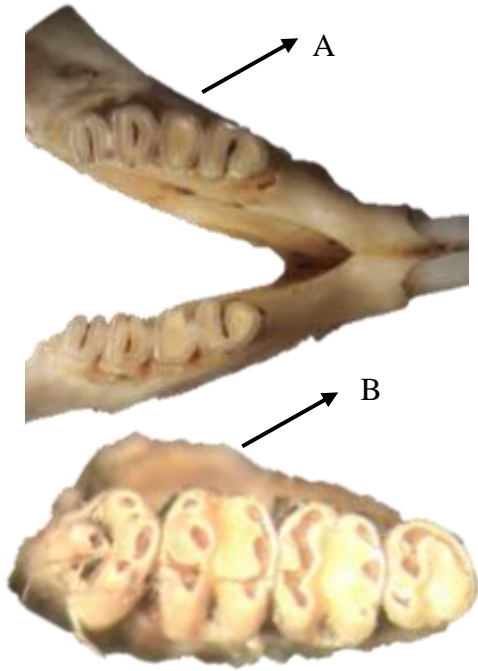


Figura 8. Molares de *Heteromys irroratus*, donde el molar de la letra B pertenece a la muestra obtenida de las excretas y la letra A pertenece a ejemplares de la colección del Laboratorio de Conservación Biológica del CIB (Centro de Investigaciones Biológicas) de la UAEH.



Figura 9. Pluma obtenida de las excretas.



Figura 10. Exoesqueletos de ortópteros obtenidos de las excretas, vista en microscopio estereoscópico



Figura 11. Exoesqueletos de coleópteros obtenidos de las excretas, muestra vista en microscopio estereoscópico

8.1.2 Pelo

Se lograron ver los patrones de la médula del pelo como se muestra en las figuras 9, 10 y 11.

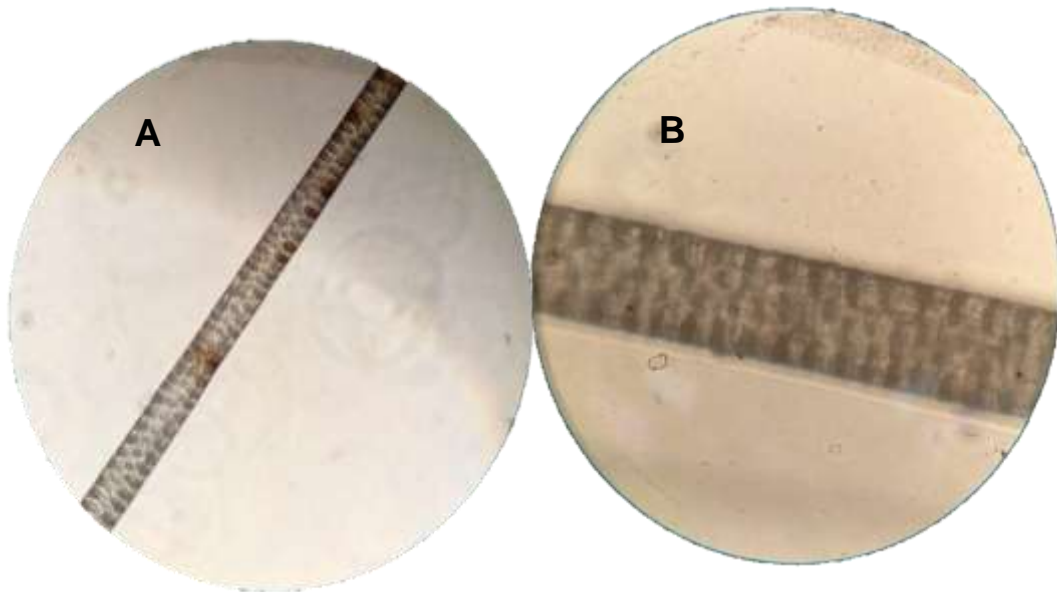


Figura 12. Muestra de pelo obtenido de las excretas, donde se aprecia la médula que se identifica como de *Peromyscus sp.*, tomado por microscopio óptico con objetivo 40x (letra A) y 100x (letra B).

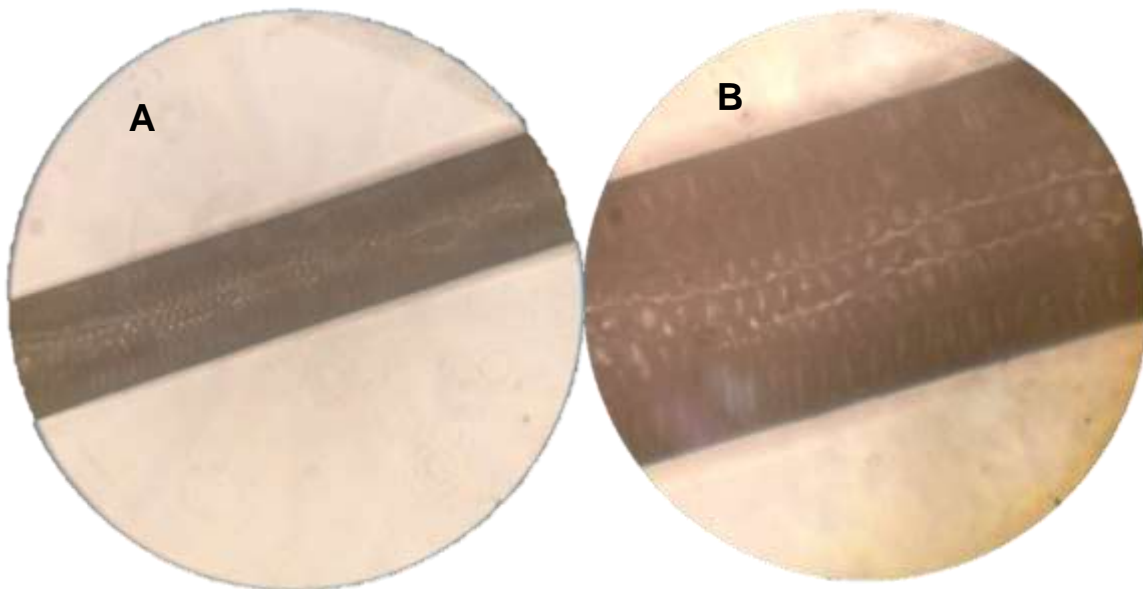


Figura 13. Muestra de pelo obtenido de las excretas, donde se aprecia la médula que se identifica como *Silvilagus sp.*, tomado por microscopio óptico con objetivo 40x (letra A) y 100x (letra B).

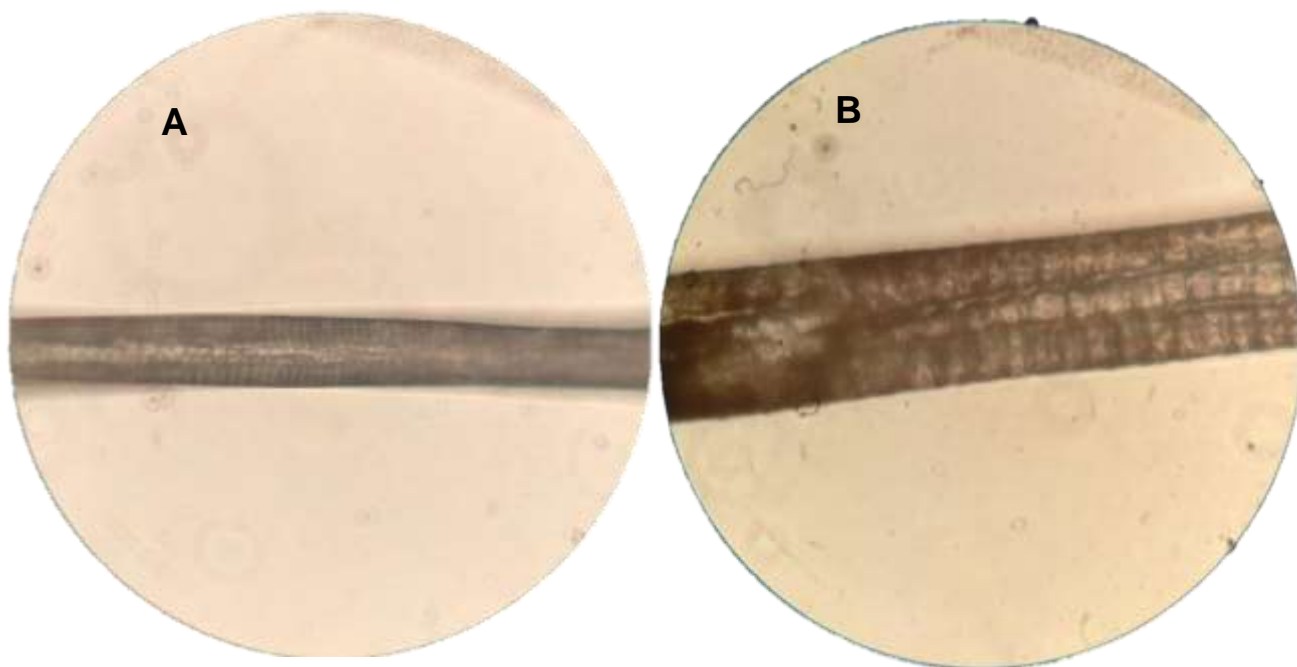


Figura 14. Muestra de pelo obtenido de las excretas, donde se aprecia la médula que se identifica como a *Lepus sp.*, tomado por microscopio óptico con objetivo 40x (letra A) y 100x (letra B).

7.1.3 Componentes vegetales

Se identificaron tres especies: *Schinus molle L.* (Figura 15), *Opuntia sp.* (Figura 16) y *Prosopis laeviagata* (Figura 17).



Figura 15. *Schinus molle L.* en charola de germinación



Figura 16. *Opuntia sp.* trasplantada de la charola de germinación a maceta



Figura 17. *Prosopis laeviagata* en charola de germinación

7.2 Análisis de datos

7.2.1 Frecuencia y porcentaje de ocurrencia

Entre los ítems antes mencionados, en el fin de la temporada de estiaje aparecieron con mayor frecuencia las semillas de *Schinus molle L.* (con 56.62% de aparición), semillas de *Opuntia sp.* (con 42.43% de aparición), con respecto a semillas de *Prosopis laeviagata* (con 0.37% de aparición), ortópteros (con 0.28% de aparición), coleópteros (con 0.09% de aparición), *Peromyscus sp.* (con 0.06% de aparición), *Reithrodontomys sp.*, *Heteromys irroratus* y *Silvilagus sp.* (con el 0.03% de aparición) y aves (con 0.06% de aparición). Y el inicio de la temporada de estiaje los ítems que tuvieron un mayor porcentaje de ocurrencia fueron las semillas de *Opuntia sp.* (con 84.92% de aparición) y semillas de *Schinus molle L.* (con 13.02 % de aparición), en contraste con ortópteros (con un 1.86% de aparición), coleópteros (con 0.02% de aparición), *Peromyscus sp.* (con 0.05% de aparición), *Reithrodontomys sp.*, *Sigmodon sp.*, *Heteromys irroratus*, *Otospermophilus variegatus* y *Lepus sp.* (con 0.02% de aparición) y aves con (con 0.05% de aparición) (Cuadro 1 y Figura 18).

Cuadro 1. Frecuencia de aparición y ocurrencia (FA), Porcentaje de ocurrencia (PO), Amplitud y Estandarizado, en los hábitos alimenticios

de la zorra gris.

Taxones identificados	Frecuencia de aparición			Frecuencia de ocurrencia (Fo) =(n/N)100			Porcentaje de ocurrencia (Po) = (n/M)100		
	Fin de estiaje	Inicio de estiaje	Anual	Fin de estiaje	Inicio de estiaje	Anual	Fin de estiaje	Inicio de estiaje	Anual
Componentes vegetales									
<i>Schinus molle</i>	1839	777	2616	3343.64	1412.73	4756.36	56.62	13.02	28.39
<i>Opuntia sp.</i>	1378	5068	6446	2505.45	9214.55	11720.00	42.43	84.92	69.94
<i>Prosopis laevigata</i>	12	0	12	21.82	0.00	21.82	0.37	0.00	0.13
ORTHOPTERA	9	111	120	16.36	201.82	218.18	0.28	1.86	1.30
COLEPTERA	3	1	4	5.45	1.82	7.27	0.09	0.02	0.04
RODENTIA									
<i>Peromyscus sp.</i>	2	3	5	3.64	5.45	9.09	0.06	0.05	0.05
<i>Reithrodontomys sp.</i>	1	1	2	1.82	1.82	3.64	0.03	0.02	0.02
<i>Sigmodon sp.</i>	0	1	1	0.00	1.82	1.82	0.00	0.02	0.01
<i>Heteromys irroratus</i>	1	1	2	1.82	1.82	3.64	0.03	0.02	0.02
<i>Otospermophilus variegatus</i>	0	1	1	0.00	1.82	1.82	0.00	0.02	0.01
LAGOMORPHA									
<i>Sylvilagus sp.</i>	1	0	1	1.82	0.00	1.82	0.03	0.00	0.01
<i>Lepus sp.</i>	0	1	1	0.00	1.82	1.82	0.00	0.02	0.01
AVES	2	3	5	3.64	5.45	9.09	0.06	0.05	0.05
Suma	3248	5968	9216						
Amplitud							1.0118	1.0422	1.0314
Estandarizado							0.002	0.008	0.0063

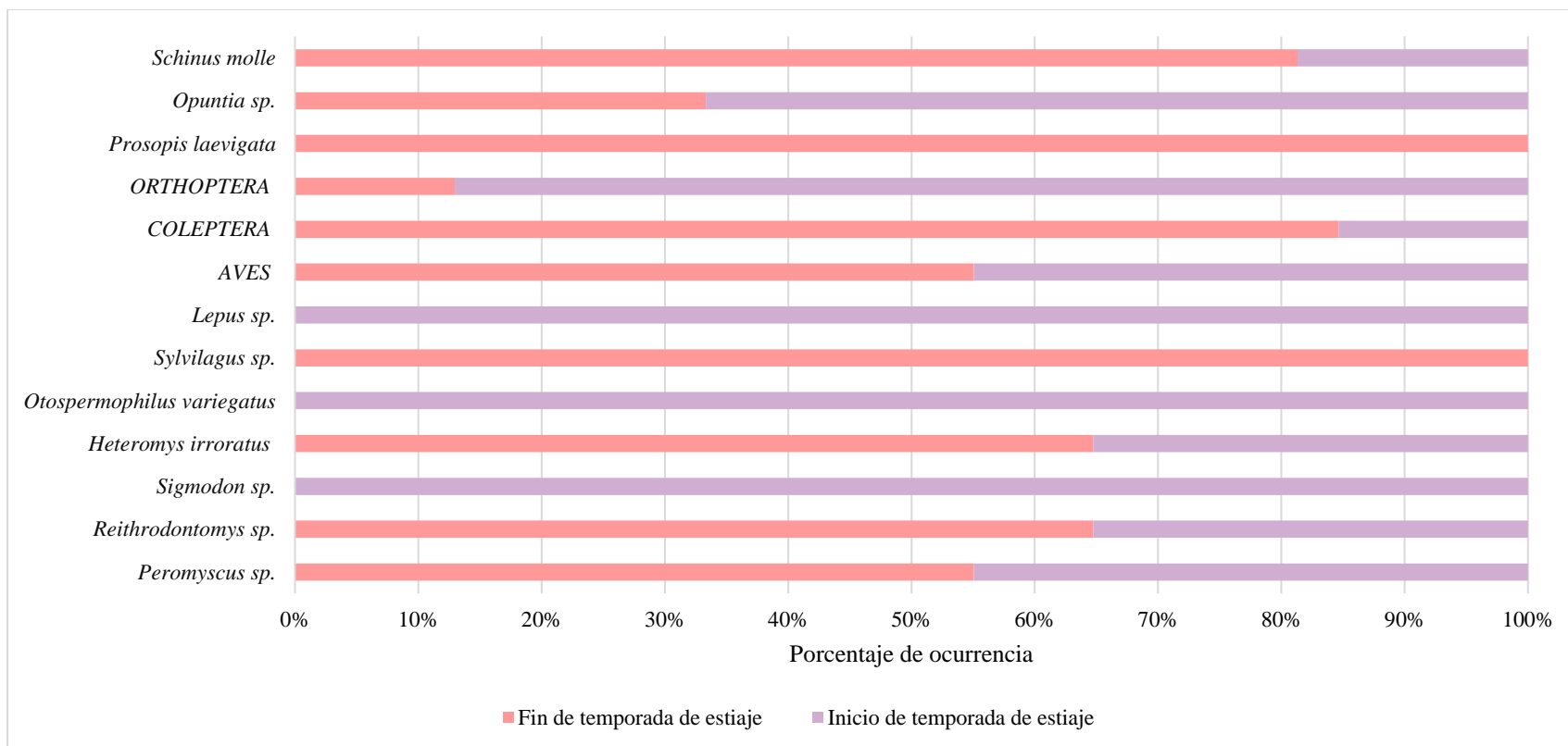


Figura 18. Comparación de proporción de aparición de los ítems encontrados en las 55 excretas de la zorra gris en el Estado de México entre fin e inicio de temporada de estiaje.

7.2.3 Diversidad verdadera del orden 1

Con base al método de remuestreo (Bootstrap, 9999 iteraciones) se calculó que el valor del índice de Shannon-Wiener para el fin de estiaje es de $H= 0.7472$ con un intervalo de 0.729 a 0.7655, mientras que para el inicio de estiaje es de $H= 0.4956$ con un intervalo de 0.474 a 0.5135. Basados en el número de especies efectivas se obtuvo el valor para el fin de la temporada de estiaje de $1D=1.64$ y para el inicio de la temporada de estiaje de $1D= 2.11$, por lo que se asume que no existen diferencias significativas en la diversidad de presas que consume entre inicio y fin de temporada de estiaje de estiaje (Figura 19).

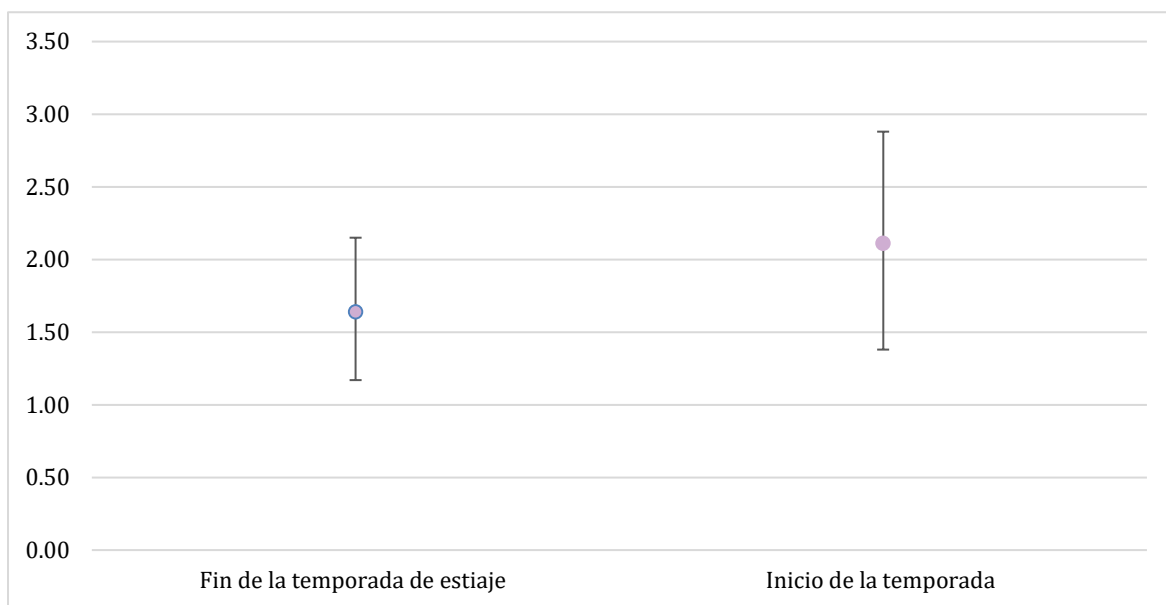


Figura 19. Diversidad de especies consumidas por zorra gris en la localidad de San Juan Zitlaltepec y Santiago Tequixquiac, Estado de México. Expresado como el número de especies efectivas y sus intervalos de confianza al 98%.

7.2.4 Traslape de nicho

A partir de los valores calculados para el traslape de nicho entre el fin de la temporada de estiaje del año 2021 vs el inicio de la temporada del año 2022, se observó un alto porcentaje de traslape ($\bar{x} = 99\%$, $\text{varianza} = 0$, $p = 0.04$), mayor al esperado por azar, por tanto, se asume que los

recursos alimentarios que consume la zorra gris son similares en el principio y final de la época de estiaje.

7.2.5 Amplitud de nicho

El espectro alimentario de la zorra gris fue estrecho en ambos eventos de la temporada de estiaje (Fin del estiaje, $B_{stan} = 0.002$; Inicio del estiaje, $B_{stan} = 0.008$), debido a que su alimentación muestra un número limitado de recursos (**Cuadro 1**).

7.3 Semillas

7.3.1 Prueba y porcentaje de germinación

Respecto a los porcentajes de germinación obtenidos de las especies vegetales encontradas con endozoocoria (obtenidas de las excretas) y sin endozoocoria (obtenidas directamente de la planta), se muestra que *Prosopis laevigata* tiene un porcentaje de germinación mayor sin endozoocoria (54%) vs con endozoocoria (25%) por lo que se puede asumir que las semillas de esta especie no se ven favoridas por el proceso del paso por el tracto digestivo de la zorra gris, por el contrario las especies *Schinus molle* y *Opuntia sp.* se vieron favorecidas por este proceso, debido a que *Schinus molle* obtuvo un porcentaje de germinación mayor con endozoocoria (24%) vs sin endozoocoria (4%), y *Opuntia* alcanzo un 4% de germinación con endozoocoria y 0% de germinación sin endozoocoria (Figura 20).

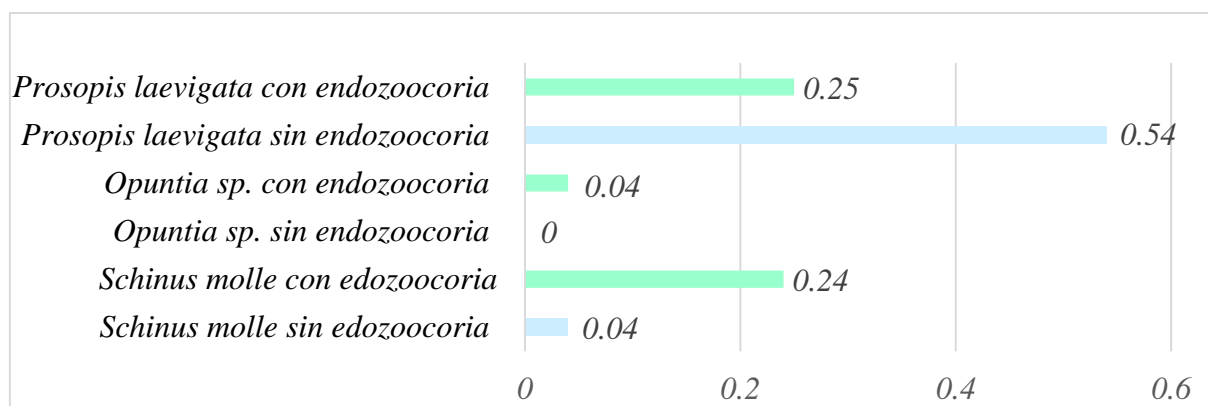


Figura 20. Proporción de germinación de las distintas especies encontradas con y sin endozoocoria por zorra gris.

8. Discusión

En el área de estudio la zorra gris se alimentó en mayor medida de componentes vegetales (semillas de *Schinus molle* y *Opuntia sp.*) y en menor medida de roedores, lagomorfos, aves, ortópteros y coleópteros (Cuadro 1), esto concuerda con lo expuesto por otros autores (Villareal (2012), Villalobos-Escalante *et al.* (2014), Hernández-Villanueva (2017), González-Pérez (2019), Viteri y Mármol (2019), Rodríguez-Luna *et al.*, (2021), Wong-Smer *et al.*, (2022)), quienes afirman que la dieta de la zorra posee un alto consumo de materia vegetal, seguido de insectos y en menor proporción de mamíferos pequeños y aves.

El resultado obtenido de la diversidad de especies consumidas (Figura 19) muestra que no hay una diferencia significativa en la diversidad de presas que consume entre fin e inicio de la temporada de estiaje, además el valor obtenido del traslape de nicho permite inferir que consume los mismos recursos alimenticios entre fin e inicio de temporada de estiaje. Sin embargo estudios previos mencionan que en diferentes épocas del año la dieta de este cánido cambia (Neale y Sack, 2001; Guerrero *et al.*, 2002; Villareal, 2012; Villalobos-Escalante *et al.*, 2014; Viteri y Mármol, 2019; Rodríguez-Luna *et al.*, 2021; Wong-Smer *et al.*, 2022).

Considerando los hábitos de forrajeo basados en la medida de la amplitud de nicho, se observó que el espectro alimentario de la zorra gris es estrecho debido a los limitados recursos identificados. De acuerdo con diversos estudios esta especie se puede presentar una alimentación limitada con un espectro alimentario estrecho (Neale y Sacks, 2001; Villareal, 2012), así como alimentación variada y con un espectro alimentario amplio (Chávez-Ramírez y Slack, 1993; Benítez, 2014; Guerra, 2019; Wong-Smer *et al.*, 2022), lo cual se relaciona con aspectos de su adaptabilidad ligados a la disponibilidad de recursos así como aspectos de perturbación ambiental, por lo que su nicho trófico se ve reducido (Villalobos-Escalante *et al.*, 2014)

En cuanto a los porcentajes de germinación obtenidos, se observó que de las especies vegetales encontradas, dos de ellas *Schinus molle* y *Opuntia sp.* se vieron favorecidas con el proceso de endozoocoria en nuestros tratamientos, mientras que para la especie *Prosopis laeviagata* no se observó un efecto positivo sobre su germinación. Por su parte, estudios realizados sobre dispersión de semillas por zorra gris coinciden que muchas de las semillas que pasan por el tracto digestivo de la zorra tienen porcentajes de germinación más altos (Villalobos-Escalante *et al.* (2014); Rubalcava (2017); González-Pérez (2019); Armenta-Méndez (2020)).

En el caso de la especie vegetal *Schinus molle L.*, el trabajo de Castro *et al.* (1994) realizado en el Parque Nacional Fray Jorge, menciona que los zorros (*Pseudalopex culpaeus*) no afectan negativamente la viabilidad de *Schinus molle L.*, porque el paso por el tracto digestivo aumenta el porcentaje de germinación de semillas en condiciones de laboratorio y los zorros defecan las semillas en sitios donde las condiciones de hábitat favorecen el establecimiento de las plántulas en terreno.

Por otra parte, González-Pérez (2019) registra en su trabajo que las semillas de *Prosopis laeviagata* que pasaron por el tracto digestivo de la zorra gris tuvieron un 80% de germinación en contraste con las semillas sin dicho proceso con un 15% de germinación, sin embargo en este estudio se obtuvo un resultado diferente, las semillas con endozoocoria presentaron 25% de germinación en comparación con las sin dicho proceso ya que se obtuvo un 54% de germinación, lo cual puede estar relacionado con el número limitado de semillas obtenidas a partir de las excretas revisadas.

En el caso de *Opuntia sp.*, los resultados obtenidos coinciden con los de Padrón *et al.* (2011) quien menciona en su estudio realizado en España que mamíferos como zorros pueden dispersar semillas viables de *Opuntia sp.*, sin embargo, esto puede estar influenciado por características de las semillas de *Opuntia sp.* debido a que poseen latencia fisiológica pues

necesitan un período de maduración para germinar y presentan una cubierta seminal dura y lignificada que dificulta la germinación (Monroy-Vázquez *et al.*, 2016) En muchas especies del género *Opuntia* se observa que la germinación puede ir desde el 50% hasta el 5% (Mandujano *et. al.*, 2007).

9. Conclusión

- La zorra gris en el área de estudio se alimenta principalmente de componentes vegetales de las especies *Schinus molle*, *Opuntia sp.* y *Prosopis laeviagata*, seguido de invertebrados como ortópteros y coleópteros, y de manera ocasional de mamíferos de talla pequeña como roedores y lagomorfos, además de aves.
- A partir del cálculo de la diversidad verdadera de presas consumidas para el inicio y el fin de la temporada de estiaje se observó que no hay diferencia entre éstas; en cuanto al traslape de nicho se encontró que consume los mismos recursos entre el fin y el inicio de temporada de estiaje.
- De acuerdo con la amplitud de nicho se interpreta que el espectro alimentario de la zorra gris es estrecho debido a que su alimentación se basa en un número limitado de recursos.
- Respecto a las especies vegetales encontradas se observó que la endozoocoria en *Schinus molle* y *Opuntia sp.* tiene un efecto positivo para su germinación y por ende su dispersión, excepto para *Prosopis laeviagata*.

10. Referencias

- Alanís-Hernández, L. (2016). Alimentación del lince (*Lynx rufus*) en la región de Nopala-Hualtepec, Hidalgo/Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Alanís-Hernández, L. (2019). Análisis de la dieta del gato montés (*Lynx rufus*, Schreber 1777) a lo largo de su distribución en Norteamérica/Tesis de maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Andrade-Ponce, G., J. Jiménez, S. Montaña & L. Riveros. (2015). Generalidades del orden Carnívora. A. Suárez-Castro, & H. Ramírez-Chaves (Ed.). Los carnívoros terrestres y semiacuáticos continentales de Colombia (pp. 23-55). Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Aranda, J. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México (primera edición). CONABIO
- Armenta-Méndez, L., Gallo-Reynoso, J., Wilder, B.T., Gardea, A., Ortega-Nieblas, M. & Barba-Acuña, J. (2020). The role of wild canids in the seed dispersal of *Washingtonia robusta* (Arecaceae) in Sonoran Desert oases. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91, 1-9.
- Benítez, H. (2014). Identificación Molecular de heces y análisis de hábitos alimenticios de carnívoros en la reserva de la Biósfera "Sierra del Abra Tanchipa", San Luis Potosí, México/Tesis de Licenciatura. Colegio de Posgrados Institución de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas. http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2291/Benitez_Aleman_HE_MC_Ganaderia_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carrión, A. (2010). Propagación botánica de *Schinus molle* L. en diferentes tipos de sustrato. Tesis de Licenciatura. Universidad del centro del Perú.
- Castro, S., Silva, S., Meserve, P., Gutierrez, J., Contreras, L. & Jaksic, F. (1994). Frugivoría y dispersión de semillas de pimiento (*Schinus molle*) por el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) en el Parque Nacional Fray Jorge (IV Región, Chile). *Revista Chilena de Historia Natural*, 67, 169- 176.
- Chávez-Ramírez, F. & Slack, D. R. (1993). Carnivore fruit-use and seed dispersal of two selected plant species of the Edwards Plateau, Texas. *Southwest. Nat*, 38, 141-145.

- Clevenger, A. (1995). Seasonality and relationships of food resource use on *Martes martes*, *Genetta genetta* and *Felis catus* in the Balearic Islands. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature* 50, 109-131
- Cypher, B. & Cypher, E. (1999). Germination rates of tree seeds ingested by coyotes and raccoons. *The American Midland Naturalist*, 149, 71-76.
- Flores, S.D. & Rojas-Martínez, A. (2010). Lista actualizada y estado de conservación de los mamíferos del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 26, 71-76.
- Font Quer, P. (1975). *Diccionario de Botánica*. Ediciones Península.
- González-Pérez, A. (2019). Mamíferos del Orden Carnívora como dispersores de semillas en una zona Semiárida del Estado de Puebla/Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. (UAM).http://tesiuami.izt.uam.mx/uam/aspuam/ver_texto.php?recno=23361&documento=UAMII23361.pdf
- Gotelli N. J. & Graves, G. R. (1996). *Null models in ecology*. Smithsonian Institution Press.
- Gotelli N. J. & Entsminger, G.L. (2004). *EcoSim: Null models software for ecology*. (7.a ed.). Acquired Intelligence Inc. & Kelsey-Bear.
- Guerra, L. (2019). Patrones de Coexistencia de tres especies de carnívoros en un Matorral Xerófilo de Baja California Sur, México/Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/2992/1683%20guerra_1%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guerrero, S., Badii, M., Zalapa, S. & 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*, 86, 119-137.
- Hammer, Ø. (2016). *Past: Paleontological Statistics*. Versión 3.12 (<http://folk.uio.no/ohammer/past/>)
- Harper, J. (1977). *Population biology of plants*. London: Academic press.
- Hernández-Villanueva, O. (2017). Hábitos de alimentación del coyote (*Canis latrans* Say, 1823), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber, 1775) y mapache (*Procyon lotor* Linnaeus, 1758) en la Cuenca del Río San Pedro, Nayarit, México/Tesis de

<https://riudg.udg.mx/bitstream/20.500.12104/84683/1/LCUCBA10034.pdf>

- Herrera, C. M. (1989). Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals, and associated fruit characteristics, in undisturbed Mediterranean habitats. *Oikos*, 55, 250-262.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 363-375.
- Korschgen, L. J. (1957). Food habits of the coyote in Missouri. *J. Wildl. Manage.*, 21, 424-435.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology*. Addison Wesley Longman, Inc.
- Larson, R.N., Morin, Wierzbowska, J.A. & Crooks, R. (2015). Food habits of coyotes, gray foxes, and bobcats in a coastal Southern California urban landscape. *Western North American Naturalist*, 75, 339–347.
- Mandujano, M. C., Golubov, J., & Rojas-Aréchiga, M. (2007). Efecto del ácido giberélico en la germinación de tres especies del género *Opuntia* (Cactaceae) del Desierto Chihuahuense. *Cactaceas y suculentas mexicanas*, 52, 46-52.
- Martínez-Falcón A. (2009). Diversidad de las comunidades de *Copestylum* (Diptera: Syrphidae) asociados a cactáceas en la Reserva de la Biosfera “Barranca de Metztitlán”, México/Diplomado de Estudios Avanzados (DEA). Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante.
- Monroy-Vázquez, M., Peña-Valdivia, C., García-Nava, J., Solano-Camacho, E., Campos, H. & García-Villanueva, E. (2016). Imbibición, viabilidad y vigor de semillas de cuatro especies de *Opuntia* con grado distinto de domesticación. *Agrociencia*, 51, 27-42.
- Monroy-Vilchis, O., & Rubio-Rodríguez, R. (2003). Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca.
- Moreno, C.E., Barragán, F., Pineda, E. & Pavón-Numa, P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82, 1249-1261. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400019&lng=es&tlng=es.
- Naturalista, CONABIO.(2018). Naturalista. <http://www.naturalista.mx>.

- Neale, J. C. C. & Sacks, B. N. (2001). Food habits and space use of gray foxes in relation to sympatric coyotes and bobcats. *Canadian Journal of Zoology*, 79, 1794-1800
- Niembro-Rocas, A. (1982). *Estructura y Clasificación de Semillas Forestales Mexicanas*. Editorial Limusa.
- Padrón, B., Nogales, M., Traveset, A., Vila, M., Martínez–Abraín, A., Padilla, D. & Marrero, P. (2011). Integration of invasive *Opuntia* spp. by native and alien seed dispersers in the Mediterranean area and the Canary Islands. *Biological Invasions*, 13, 831-844.
- Pianka E. R. (1974). *Evolutionary ecology*. New York: Harper and Row.
- Pijl, L. V. (1972). *Principles of dispersal in higher plants*. New York: Springer Verlag
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Estado de México. (2015). Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango, Estado de México. http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/Zumpango/pmdu.pdf
- Ramírez-Curiel, A. (1999). *Zumpango: monografía municipal*. Toluca, Estado de México/Instituto Mexiquense de Cultura, Asociación Mexiquense de Cronistas.
- Rivera-Contreras, I. K. (2010). Alimentación del gato montés (*Lynx rufus*, Schreber, 1777) durante primavera y verano en El Escobillo, Perote, Veracruz/Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad Biología. Xalapa, Veracruz.
- Rodríguez-Luna CR., Servín, J., Valenzuela-Galván, D. & List, R. (2021). Trophic niche overlap between coyotes and gray foxes in a temperate forest in Durango, Mexico. *PLoS ONE*, 16, 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260325>
- Rodríguez Peláez, M. (1999). *Tequixquiac: monografía municipal*. Toluca, Estado de México/ Instituto Mexiquense de Cultura, Asociación Mexiquense de Cronistas Municipales.
- Rubalcava, F. (2017). Dispersión por endozoocoria y establecimiento de dos especies forestales pioneras en un bosque templado del ANP Sierra Fría, Aguascalientes/Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias, Aguascalientes, México.
- Scott, S.D & McFarland, C. (2010). *A guide North American species, Bird Feathers*. Stackpole books.

- Servín, J. & Chacón, E. (2005). *Urocyon cinereoargenteus*. G, Ceballos. & G. Oliva, (Ed.). Los mamíferos silvestres de México (pp.354-355). Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad y Fondo de Cultura Económica.
- Trap, G. R., & Hallberg, D. L. (1975). Ecology of the grey fox (*Urocyon cinereoargenteus*) In the Wild Canids. Van Nostrand Reinhold Company.
- Tsunamoto, Y., Naoe, S., Masaki, T. & Isagi, Y. (2019). Different contributions of birds and mammals to seed dispersal of a fleshy-fruited tree. *Basic and Applied Ecology*, 43, 66-75.
- Roemer, G., Cypher, B. & List, R. 2016. *Urocyon cinereoargenteus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22780A46178068. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T22780A46178068.en>. Consultado en 19 September 2022.
- Velázquez-Escamilla, T. L., Díaz-Castelazo, C., Ruiz-Guerra, B. & Velázquez-Rosas, N. (2019). Síndromes de dispersión de semillas en comunidades de bosque mesófilo de montaña, en la región centro de Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 4, 568-578.
- Villalobos Escalante, A., Buenrostro-Silva, A & Sánchez-de la Vega, G. (2014). Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therya*, 5, 355-363.
- Villareal, J. (2012). Variación estacional en la dieta y traslape en el nicho alimenticio entre el coyote (*Canis latrans* Say, 1823) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber, 1775) en una zona rural de la porción sur del Altiplano Mexicano/Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5594/Villareal_Mendez_Jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Viteri, M. & Mármol, A. (2019). Dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y su posible importancia en la dispersión de semillas de ciprés (*Juniperus comitana*) en Huehuetenango, Guatemala. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Epoca)*, 9, 66-71.
- Wong-Smer, J. R., Soria-Díaz, L., Horta-Vega, J.V., Astudillo-Sánchez, C.C., Gómez-Ortiz, Y., & Mora-Olivo, A. (2022). Dieta y abundancia relativa de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* (Carnivora: Canidae) en el Área Natural Protegida Altas

Cumbres, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (N.S.), 38,1-16.
<https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812426>

Anexo 1

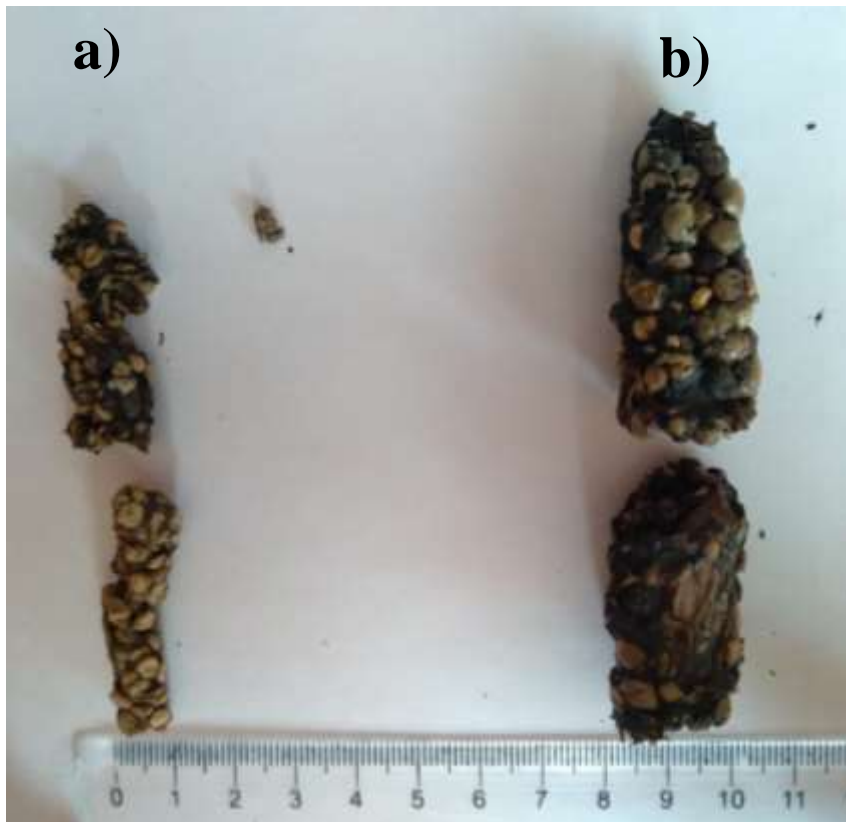


Figura 21. Comparación de excretas de *Bassariscus astutus* (cacomixtle) representada con la letra **a)** y *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) representada con la letra **b)**.