



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de estudios de Posgrado

**PATRONES DE COEXISTENCIA DE TRES
ESPECIES DE CARNÍVOROS EN UN MATORRAL
XERÓFILO DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.**

T E S I S

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales

(Orientación en Ecología de Zonas Áridas)

P r e s e n t a

Luz Karina Guerra Huitrón

La Paz, Baja California Sur, septiembre de 2019

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 11:00 horas del día 27 del Mes de agosto del 2019, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"PATRONES DE COEXISTENCIA DE TRES ESPECIES DE CARNÍVOROS EN UN MATORRAL XERÓFILO DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO".

Presentada por el alumno:

LUZ KARINA GUERRA HUITRÓN

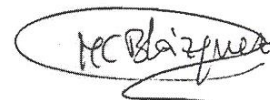
Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN **Ecología de Zonas Áridas**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA



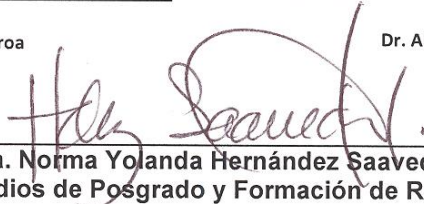
Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco
Co-Director de Tesis



Dra. María del Carmen Blázquez Moreno
Co-Directora de Tesis



Dr. Guillermo Romero Figueroa
Co-Tutor



Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra,
Directora de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos

Dr. Alberto González Romero
Co-Tutor

Conformación de Comités

Comité Tutorial

Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco
Co-Director de Tesis
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Dra. María del Carmen Blázquez Moreno
Co-Directora de Tesis
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Dr. Guillermo Romero Figueroa
Co-tutor
Universidad Autónoma de Baja California

Dr. Alberto González Romero
Co-tutor
Instituto de Ecología, A.C.

Comité Revisor de Tesis

Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco
Dra. María del Carmen Blázquez Moreno
Dr. Guillermo Romero Figueroa
Dr. Alberto González Romero

Jurado de Examen

Dr. Gustavo Alberto Arnaud Franco
Dra. María del Carmen Blázquez Moreno
Dr. Guillermo Romero Figueroa

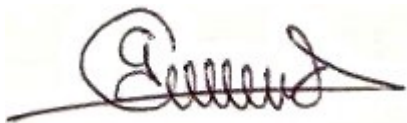
Suplente

Dr. Alberto González Romero

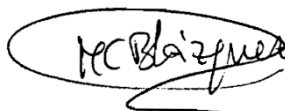
Resumen

En la comunidad de vertebrados terrestres del matorral xerófilo, conviven tres especies de carnívoros con semejanzas morfológicas, fisiológicas y comportamentales: el gato montés (*Lynx rufus*), el coyote (*Canis latrans*) y el zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Se propuso dilucidar los factores que permiten la co-existencia de las tres especies en una misma zona, en el área de Comitán-Zacatecas en el sur de la península de Baja California. La hipótesis planteada fue que, dada la simpatria, se esperaba encontrar segregación a nivel de nicho trófico, espacial o temporal. La dieta fue evaluada a través del análisis de sus excrementos, de febrero a noviembre de 2017. Los excrementos de coyote fueron los más abundantes y los del zorro las que menos. Las tres dietas resultaron muy similares. Se presentaron altos porcentajes de mamíferos, vegetales e invertebrados. La similitud osciló entre $Ojk = 0.55 - 0.71$, siendo más parecidas las de coyote y gato montés, después de las lluvias. El alto porcentaje de invertebrados en la dieta de los zorros, la diferenció de las otras. El nicho espacial y temporal se evaluaron con fototrampeo, además de estaciones olfativas para nicho espacial. Se encontró diferencia en las abundancias, siendo el gato la especie más registrada y el zorro la que menos (139:40:22). Las tres especies prefirieron los cauces secos de arroyo a la zona de planicie, pero usaron el área de forma distinta y el traslape espacial fue baja oscilando entre gato montés y zorro ($Ojk = 0.18 - 0.35$); para gato montés y coyote ($Ojk = 0.01 - 0.14$). Las estaciones olfativas fueron más efectivas para detectar a zorro gris. Se encontraron coincidencias en las horas de actividad entre las tres especies, todas prefirieron el horario nocturno entre 20:00 y 00:00 hrs, aunque los cánidos también fueron activos antes del amanecer en la temporada de lluvia. En el análisis de traslape de nicho temporal (por hora) el coyote y gato montés tuvieron el valor más alto tanto para temporada seca ($Ojk = 0.85$), como para temporada de lluvia ($Ojk = 0.53$). Como resultado, se obtuvo un patrón de coexistencia dinámico, en el que las tres especies evitan la competencia, variando la alimentación, el uso del microhábitat y también las horas de actividad en las diferentes temporadas del año.

Palabras clave: nicho trófico, nicho espacial, nicho temporal, carnívoro, segregación.



Vo. Bo. Dr. Gustavo Arnaud

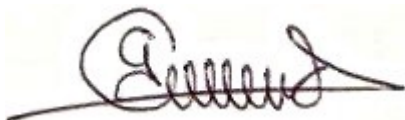
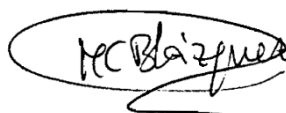


Vo. Bo. Dra. Ma. del Carmen Blázquez Moreno

Summary

In the community of terrestrial vertebrates of the xerophilous scrub, three species of carnivores coexist with morphological, physiological and behavioral similarities: the bobcat (*Lynx rufus*), the coyote (*Canis latrans*) and the gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*). It was proposed to elucidate the factors that allow the co-existence of the three species in the same zone, the Comitán-Zacatecas area, in the south of the Baja California peninsula. The hypothesis was that, given the sympatry, it was expected to find segregation at the trophic, spatial or temporal niche level. The diet was evaluated through the analysis of their excrement, from February to November 2017. Coyote excrement were the most abundant, and those of the fox were the least. The three diets were very similar. There were high percentages of mammals, plants and invertebrates. The similarities ranged between $O_{jk} = 0.55$ and 0.71 , with coyote and bobcat being more similar, after the rains. The high percentage of invertebrates in the diet of the fox differentiated it from the others. The space and temporal niche were evaluated with camera traps, in addition to scent-stations for space niche. Difference in abundance was found, with the bobcat being the most recorded species and the fox being the least (139: 40: 22). The three species preferred the dry stream beds to the plains zone, but used the area differently and the spatial overlap was low ranging between bobcat and fox ($O_{jk} = 0.18$ and 0.35); for bobcat and coyote ($O_{jk}=0.01-0.14$). Scent-stations were more effective in detecting gray foxes. Coincidences were found in the hours of activity between the three species, all preferred the nighttime between 20:00 and 00:00 hrs, although the canids were also active before dawn in the rainy season. In the analysis of temporal niche overlap (by hour) the coyote and bobcat had the higher value for dry season ($O_{jk}= 0.85$), and rainy season ($O_{jk}= 0.53$). As a result, a dynamic coexistence pattern was obtained, in which the three species avoid competition, changing the food, the use of the microhabitat, and also the hours of activity in the different seasons of the year.

Keywords: trophic niche, spatial niche, temporal niche, carnivore, segregation.

Vo. Bo. Dr. Gustavo Arnaud

Vo. Bo. Dra. Ma. del Carmen Blázquez Moreno

Dedicatoria

Con mucho amor: a mis papás, a mis hermanos Christopher, Junior y Elisa,
y a mi nana Lupita.

Agradecimientos

A mi familia, gracias por su paciencia y valores inculcados.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca otorgada (609291).

Al CIBNOR, por ser la institución receptora para realizar este posgrado, también por la beca adicional para finalizar este proyecto. Gracias a todo el personal de posgrado, especialmente al Lic. Horacio Sandoval, a la Lic. Osvelia Ibarra, Lic. Leticia González, Tania Nuñez, Dra. Norma Hernández, por su amabilidad, tiempo y disposición para ayudar.

Al comité tutorial: Dr. Gustavo, Dra. Carmen, Dr. Guillermo y Dr. Alberto, muchas gracias especialmente por su paciencia, por los momentos de pláticas, sus enseñanzas, su apoyo, sus regaños y exigencias. Esto ha sido un gran reto en el que he aprendido mucho de ustedes, tanto profesionalmente, como personalmente.

A Abelino Cota, técnico del Laboratorio de Ecología Animal de CIBNOR, por su asesoramiento en la identificación de los componentes de los excrementos analizados, su apoyo en campo y palabras de optimismo.

Al I. P. A. Mario Humberto Hernández Estrada, por el gran apoyo en campo y por la ayuda en el análisis de excrementos. Gracias por las pláticas y ánimos.

Al M. en C. Iván Fernando Pozas Ocampo, por el apoyo en campo, las pláticas, ánimos y la disposición para ayudar siempre.

A la Biól. Diana Carolina Reyes Sánchez, por el apoyo en campo, las pláticas y ánimos.

Al M. en C. Israel Guerrero Cárdenas, técnico responsable del Laboratorio de Ecología Animal de CIBNOR, por el apoyo brindado para el uso del mismo para el análisis de excrementos, por su apoyo en campo y por las pláticas de apoyo.

A la M. en C. Patricia Vázquez Correa, técnico responsable del Laboratorio de Ecología del Comportamiento del CIBNOR, por su apoyo en campo e ideas aportadas para la tesis.

Al Dr. Víctor Ortíz, por su apoyo en campo y por las ideas aportadas.

A la M. en C. Isabel Raymundo González por su hospitalidad durante mi estancia en la UABC.

A los encargados del herbario de CIBNOR y al Dr. José Luis León De La Luz, por su ayuda en la identificación de material vegetal.

Al Laboratorio de SIG de CIBNOR, especialmente a Gil Ezequiel Ceseña por la elaboración de mapas para la tesis.

A los doctores del posgrado que contribuyeron a mi formación académica.

Agradezco los buenos deseos y por sus amables atenciones al personal de la biblioteca, especialmente a Susana Luna y a la Lic. Ana María Talamantes.

A mis amigos y compañeros de Cibnor, a todos les aprendí mucho.

A los compañeros de comedor y tiendita por sus atenciones y simpáticas pláticas.

A mis amigos de siempre y a los que hice por aquí, gracias por apoyarme, por las pláticas y palabras de apoyo.

Gracias especiales a los “vecinos” que me ayudaron cuando lo necesité

CONTENIDO	
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice de figuras	vii
Índice de tablas	x
Abreviaturas	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. JUSTIFICACIÓN	11
4. HIPÓTESIS	12
5. OBJETIVOS	13
5.1 Objetivo General.....	13
5.2 Objetivos Específicos	13
6. MATERIAL Y MÉTODOS	14
6.1 Descripción de las especies de estudio:.....	14
6.1.1 Coyote.....	14
6.1.2 Gato Montés.....	15
6.1.3 Zorro gris.....	16
6.2 Ubicación y Descripción del área de estudio.....	17
6.2.1 Clima.....	18
6.2.2 Suelo.....	19
6.2.3 Vegetación.....	19
6.2.4 Fauna.....	20
6.3 Selección de sitios de muestreo.....	21
6.3.1 Colecta de excrementos.....	21
6.3.2 Cámaras trampa.....	21
6.3.3 Estaciones olfativas.....	23
6.3.4 Trampeo de roedores.....	24
6.4 Análisis del nicho trófico de los tres carnívoros.....	25
6.5 Análisis del nicho espacial de los tres carnívoros.....	28
6.6 Análisis del nicho temporal de los tres carnívoros.....	30
7. RESULTADOS	31
7.1 Análisis del nicho trófico en ambas temporadas.....	31
7.1.1 Coyote.....	31
7.1.2 Gato montés.....	32
7.1.3 Zorro gris.....	34
7.2 Disponibilidad de roedores	35
7.3 Porcentaje de ocurrencia de roedores del género <i>Chaetodipus</i> en excrementos de los tres carnívoros.....	35
7.3.1 Coyote.....	35
7.3.2 Gato montés.....	36

7.3.3 Zorro gris.....	37
7.4 Disponibilidad de presas en cámaras trampa.....	37
7.5 Porcentaje de ocurrencia de presas (que aparecieron en cámaras trampa) en excrementos de los tres carnívoros.....	38
7.5.1 Coyote.....	38
7.5.2 Gato Montés.....	39
7.5.3 Zorro gris.....	40
7.6 Translape (Ojk) de nicho trófico	40
7.7 Amplitud (D_s) de nicho trófico.....	41
7.8 Análisis de Nicho Espacial de tres carnívoros simpátricos en los dos hábitats (planicie y arroyo) con cámaras trampa.....	42
7.9 Traslape (Ojk) espacial entre las tres especies.....	43
7.9.1 Planicie.....	43
7.9.2 Arroyo.....	44
7.10 Análisis de nicho espacial utilizando los registros de las trampas olfativas.....	44
7.10.1 Planicie.....	45
7.10.2 Arroyo.....	45
7.11 Traslape Espacial (Ojk) utilizando los registros de trampas olfativas.....	46
7.12 Análisis de nicho espacial en ambas temporadas con cámaras trampa.....	46
7.13 Translape (Ojk) espacial en ambas temporadas.....	49
7.14 Análisis del Nicho Espacial en las ambas temporadas utilizando los registros de las trampas olfativas.....	49
7.14.1 Planicie y arroyo en temporada seca.....	50
7.14.2 Planicie y arroyo en temporada de lluvia.....	50
7.15 Translape (Ojk) espacial en ambas temporadas con trampas olfativas.....	51
7.16 Análisis de nicho temporal (patrón de actividad) en ambas temporadas.....	52
7.16.1Coyote.....	52
7.16.2 Gato montés.....	53
7.16.3 Zorro gris.....	54
7.17 Translape (Ojk) de nicho temporal en ambas temporadas.....	55
8. DISCUSIÓN	56
8.1 Nicho trófico.....	56
8.2 Nicho espacial.....	60
8.3 Nicho temporal.....	62
9. CONCLUSIONES	65
9.1 Recomendaciones.....	67
10. LITERATURA CITADA	68
11. ANEXOS	80

Índice de figuras

Figura 1. Coyote. (Tomada de fototrampeo del presente estudio).....	14
Figura 2. Gato montés. (Tomada de fototrampeo del presente estudio).....	15
Figura 3. Zorro gris. (Fotografía de: Biól. L. E. Pérez-Montes).....	16
Figura 4. Localización de la zona de estudio: predio Comitán Zacatecas. (Mapa realizado por: Gil Ezequiel del Laboratorio SIG del CIBNOR).....	18
Figura 5. Climograma de la zona Comitán-Zacatecas, región de la Paz, BCS. (Tomado de: Velderrain A., 2007)	19
Figura 6. Ubicación de Cámaras Trampa en Comitán-Zacatecas. Las cámaras trampa ubicadas en planicie son L1 y L4. Las cámaras ubicadas en arroyo son L2, L3, L5 y L6. (Mapa realizado por: Gil Ezequiel del Laboratorio SIG-CIBNOR).....	22
Figura 7. Instalación de cámara trampa. (Fotografía de: Dr. Gustavo Arnaud).....	23
Figura 8. Ubicación de trampas olfativas en Comitán-Zacatecas. Cada trampa está marcada con número romano, enseguida se marca el hábitat en que se encuentra (A es para arroyo, P es para planicie). Las repeticiones se marcaron con r. (Mapa realizado por: Gil Ezequiel del Laboratorio SIG del CIBNOR).....	24
Figura 9. Separación de componentes presentes en los excrementos en el Laboratorio de Ecología Animal del CIBNOR. (Fotografías de: I.F. Pozas-Ocampo).....	25
Figura 10. Colocación del atrayente (sardina) en estación olfativa (Fotografía de: I. P. A. Mario Hernández	29
Figura 11. Porcentaje de ocurrencia por categorías en los excrementos de coyote en la temporada seca (a) y en la temporada de lluvia (b).....	31
Figura 12. Porcentaje de ocurrencia por categorías en excrementos de gato montés en la temporada seca (a) y en la temporada de lluvia (b).....	33
Figura 13. Porcentaje de ocurrencia por categorías en excrementos de zorro gris en la temporada seca.....	34
Figura 14. Éxito de captura de roedores por mes.....	35
Figura 15. Porcentaje de ocurrencia de roedores del género <i>Chaetodipus</i> en los excrementos de coyote (gráfica de líneas) de los meses de febrero a noviembre	

del 2017. El éxito de captura de ratones en trampas Sherman aparece en el eje secundario (gráfica de barras).	36
Figura 16. Porcentaje de ocurrencia de roedores del género <i>Chaetodipus</i> en los excrementos de gato montés (gráfica de líneas). El éxito de captura de ratones en trampas Sherman aparece en el eje secundario (gráfica de barras).....	36
Figura 17. Porcentaje de ocurrencia de roedores del género <i>Chaetodipus</i> en excrementos de zorro gris (gráfica de líneas). El éxito de captura de ratones en trampas Sherman aparece en el eje secundario (gráfica de barras).	37
Figura 18. Porcentaje de ocurrencia de presas en cámaras trampa.....	38
Figura 19. El porcentaje de ocurrencia de ítems en excrementos de coyote (gráfica de líneas) está representado en el eje secundario. El porcentaje de ocurrencia de presas en cámaras trampa está en gráfica de barras.	39
Figura 20. El porcentaje de ocurrencia de ítems en excrementos de gato montés (gráfica de líneas) está representado en el eje secundario. El Porcentaje de ocurrencia de presas en cámaras trampa está en gráfica de barras.....	39
Figura 21. El porcentaje de ocurrencia de ítems en excrementos de zorro gris (gráfica de líneas) está representado en el eje secundario. El porcentaje de ocurrencia de presas en cámaras trampa está en gráfica de barras.	40
Figura 22. Translape de nicho trófico entre pares de especies durante época seca y de lluvia.....	41
Figura 23. Amplitud de nicho estandarizado (BA) de los 3 carnívoros durante la época seca y de lluvia.	41
Figura 24. Frecuencia de aparición de los carnívoros en los 2 diferentes hábitats evaluados.....	42
Figura 25. Frecuencia de aparición de los tres carnívoros por cámara, donde el número indica la cámara utilizada. P= hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo.....	43
Figura 26. Cámaras donde se presentó traslape (Ojk) de nicho espacial.....	44

Figura 27. Frecuencia de aparición de huellas en los hábitats muestreados utilizando estaciones olfativas.....	45
Figura 28. Frecuencia de aparición de huellas en ambas temporadas, donde el número indica la estación olfativa utilizada. P = hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo.....	46
Figura 29. Frecuencia de registro de las tres especies en temporada seca (a) y en temporada de lluvia (b), donde el número indica la cámara utilizada. P= hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo.....	48
Figura 30. Cámaras donde se presentó traslape (Ojk) de nicho espacial en temporada seca y en temporada de lluvia.....	49
Figura 31. Frecuencia de aparición de huellas en temporada seca, donde el número indica la estación olfativa utilizada. P= hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo.....	50
Figura 32. Frecuencia de aparición de huellas en temporada de lluvia, donde el número indica la estación olfativa utilizada. P= hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo.....	51
Figura 33. Patrón de actividad del coyote en temporada seca y temporada de lluvia.....	53
Figura 34. Patrón de actividad de gato montés en temporada seca y temporada de lluvia.....	54
Figura 35. Patrón de actividad de zorro gris en temporada seca y temporada de lluvia.....	55
Figura 36. Traslape (Ojk) de nicho temporal entre pares de especies en las dos temporadas.....	55

Índice de tablas

Tabla I. Ítems más consumidos por el coyote y su porcentaje de ocurrencia durante la temporada seca y de lluvias.....	32
Tabla II. Ítems más consumidos por gato montés y su porcentaje de ocurrencia durante la temporada seca y de lluvia.....	33
Tabla III. Ítems más consumidos por el zorro gris y su porcentaje de ocurrencia durante la temporada seca.....	34

Abreviaturas

D_s = Amplitud en una de las dimensiones del nicho

EC = Éxito de captura de roedores.

FO = Frecuencia de ocurrencia

I = Índice de abundancia relativa

Kg = Kilogramos

N = Número de recursos disponibles

n_j = Número de noches operables de las estaciones en el transecto j

O_{jk} = Traslape en una de las dimensiones del nicho entre las especies J y K .

p_i = Valor de importancia del recurso i para la especie (Proporción de ocurrencia del ítem i para la especie).

P_{ij} = Proporción de ocurrencia del ítem i para la especie j

I = Índice de abundancia relativa con el método de trampas olfativas.

v_j = Número de estaciones visitadas por una especie en el transecto j

s_j = Número de estaciones activas en el transecto j

n_j = Número de noches operables de las estaciones en el transecto j

1. INTRODUCCIÓN

En México se distribuyen alrededor del 11% de todas las especies de mamíferos del mundo, lo cual lo ubica en el tercer lugar a nivel mundial, con 564 especies de mamíferos (Ceballos *et al.*, 2005; Nowak, 2005). Entre éstos, el Orden Carnívora está representado por 245 especies terrestres, agrupadas en 107 géneros y 13 familias (Wilson, 2009); en México se distribuyen 33 especies terrestres (Ceballos, 2005), mientras que en Baja California Sur se encuentran descritas nueve especies (Cortés-Calva *et al.*, 2016; Hall, 1981). Los carnívoros son mamíferos que presentan una dentadura especializada para cortar y triturar carne, con caninos muy desarrollados (colmillos), así como molares y premolares con cúspides. La vista, audición y olfato lo tienen muy desarrollado, lo cual los hace eficientes depredadores (Nowak, 2005). La mayoría de las especies son de hábitos crepusculares o nocturnos, elusivos al hombre y a sus actividades; se desplazan solitarios en grandes extensiones territoriales, con ámbitos hogareños extensos, con requerimientos de hábitat tales que les proporcionen suficiente alimento y refugio, nichos ecológicos especializados, presentan bajas tasas de reproducción y reducidos tamaños de población (Servín, 2013).

El entendimiento del uso de los recursos por parte de los depredadores de un área, así como las relaciones que tienen con sus presas y el ambiente, son importantes para comprender los mecanismos que influyen en la estructura de la comunidad de los vertebrados (Viera y Port, 2007), igualmente las interacciones entre especies simpátricas de carnívoros influyen directa o indirectamente en las comunidades de plantas y animales, al afectar la cadena trófica, en este contexto, la estructura del gremio de carnívoros, es importante en un ecosistema (Gompper *et al.*, 2016).

Un gremio se define como un grupo funcional de organismos de una comunidad, que comparte recursos (Simberloff y Dayan, 1991) y que muestran adaptaciones similares (de comportamiento, morfológicas y fisiológicas), por lo que se espera cierto grado de competencia entre ellos (Barravientos y Virgós, 2006; Bianchi *et al.*, 2016); en este sentido, la competencia puede implicar afectaciones demográficas en las comunidades de carnívoros (Bianchi *et al.*, 2016).

Los gremios de carnívoros tienen un papel vital en los ecosistemas porque participan en la transferencia de energía y de nutrientes. Su tamaño corporal influye en las interacciones intra-gremio, porque interviene para el acceso a ciertos recursos como presas y es un factor de vulnerabilidad de depredación intra-gremio (Lesmeister *et al.*, 2015).

Entender cómo se lleva a cabo la dinámica de los traslapes sobre el uso de los recursos y de las interacciones entre especies simpátricas, hace posible comprender los mecanismos que operan entre las especies, para permitir su coexistencia. En este sentido, las interacciones intra-gremio se pueden dividir en dos categorías: 1) interacciones explotativas y 2) por interferencia. Las primeras son el resultado de una baja disponibilidad de recursos (Schoener, 1974); las segundas ocurren cuando los recursos no son un factor limitante, y se pueden presentar comportamientos agresivos que pueden resultar en la muerte de uno de los competidores (Linnell y Strand, 2000). Así, con la existencia de interacciones intensas intra-gremio, evitar la confrontación puede ser crucial para la sobrevivencia de un individuo frente a su competidor (Schuette *et al.*, 2013). En este sentido, los mesocarnívoros (carnívoros de tamaño medio), exhiben más frecuentemente comportamientos elusivos, que las especies de depredadores de mayor talla, los cuáles para evadir a otros competidores, buscan refugios y cambian sus períodos de actividad y de búsqueda de alimento (Ritchie y Johnson, 2009).

En la competencia interespecífica influyen factores como el alimento y el uso del espacio (Barravientos y Virgós, 2006), así como el tiempo en que se utilizan dichos recursos (Chiang *et al.*, 2012; Kitchen *et al.*, 1999; Koehler y Hornocker, 1991; Kroenfeld-Schor y Dayan, 2003; Lesmeister *et al.*, 2015; Neale y Sacks, 2001a; Torretta *et al.*, 2015), además de la influencia de la talla corporal, y que esta está relacionada con la de su presa (Barravientos y Virgós, 2006; Lesmeister *et al.*, 2015). En este contexto, el uso de los recursos que ocurre entre especies simpátricas, puede llevarse a cabo a través de una diferenciación en el tamaño de las presas utilizadas y en los diferentes patrones de actividad que presentan (Chiang *et al.*, 2012; Vieira y Port, 2007), siendo posible así su separación ecológica (segregación de nicho) en tres aspectos: 1) uso del hábitat o microhábitat, 2) dieta y 3) horas de actividad (Barull *et al.*, 2014; Bianchi *et al.*, 2016), evitando así conflictos entre las especies (Barull *et al.*, 2014; Pianka, 1981; Shoener, 1974, 1983).

Para comprender el reparto de recursos entre las especies de una comunidad, es necesario entender la posición que tienen los individuos en el ecosistema, esto es, su nicho ecológico. El nicho ecológico es un hipervolumen con “n” dimensiones (o ejes de nicho) correspondiente al número de factores bióticos y abióticos al que las especies pueden exhibir diferentes respuestas (Hutchinson, 1957).

El patrón de actividad de las especies tiene relación con el uso que hacen de los recursos, en este sentido pueden ser clasificados como: diurnos, nocturnos, crepusculares y catemerales (activos durante todo el día) (Bennie *et al.*, 2014). El patrón de actividad es la adaptación a las variaciones diarias y estacionales que pueden diferir con la edad, sexo, estado fisiológico, hora del día y las condiciones climáticas, de acuerdo con los requerimientos de los animales y sus interacciones con el ambiente (Gallina y Bello Gutiérrez, 2014). Estos patrones pueden variar entre regiones y temporadas, incluso entre la misma especie. También pueden verse afectados por las interacciones depredador-presa (Foster *et al.*, 2013), o por

cambios estacionales en la abundancia de los recursos, pudiendo afectar la distribución y patrones de actividad de sus presas potenciales (Valeix *et al.*, 2009).

En el estado de Baja California Sur, se distribuyen nueve especies de carnívoros terrestres: coyote (*Canis latrans*), zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), zorrilla del desierto (*Vulpes macrotis*), gato montés (*Lynx rufus*), puma (*Puma concolor*), tejón (*Taxidea taxus*), mapache (*Procyon lotor*), babisuri (*Bassariscus astutus*) y zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*) (Alvarez-Castañeda y Patton, 1999); de ellos, el coyote, el gato montés y el zorro gris, son los carnívoros con la mayor distribución en el estado, estando presentes en todos los ambientes (Arnaud *et al.*, 2012; Minjarez, 2013), de los cuales se desconoce el tipo de interacciones que existen entre ellos y los mecanismos que les permiten vivir en simpatria.

Los carnívoros se encuentran entre los mamíferos más amenazados por las actividades antropogénicas, como la destrucción del hábitat, la cacería furtiva y comercial, la explotación irracional, la destrucción de aquellas especies consideradas depredadoras y la introducción de enfermedades (Ceballos, 2005). En México existen vacíos de información sobre las relaciones ecológicas de las diferentes especies, más aún, sobre las interacciones ecológicas entre especies, lo cual dificulta implementar estrategias para su conservación (Servín, 2013).

En este contexto, el presente estudio se desarrolló con el fin de comprender cómo es que tres especies de depredadores de tallas, dietas y patrones de actividad similares, como el coyote, el gato montés y el zorro gris, pueden cohabitar.

2. ANTECEDENTES

Varias investigaciones sobre las diferentes dimensiones de nicho que influyen en la coexistencia entre especies han encontrado que la dimensión de nicho espacial es una de las más importantes en regular interacciones competitivas debido a que involucra accesibilidad, no solo a hábitats adecuados, sino también a las presas disponibles (Fedriani *et al.*, 2000; Ritchie y Johnson, 2009; Wilson *et al.*, 2010).

Estudios sobre competencia por interferencia en carnívoros, se han abordado en felinos africanos (Balme *et al.*, 2017), donde se encontró que la competencia por interferencia con leones no afectaba la distribución y abundancia de los leopardos; los adultos de esta especie con un peso de 18–72 kg, no evitaban activamente a los leones, que pesaban entre 90 y 225 kg. Los leones preferían presas mucho más grandes por lo que no había altos valores en el traslape por el uso de presas. Se determinó que la coexistencia era posible debido a la repartición de recursos entre estas dos especies, donde la disponibilidad de presas de tamaño adecuado para cada una resultaba un factor importante. Según Rosenzweig (1966) la presencia de carnívoros simpátricos es posible debido a las diferencias de tamaño entre ellos, porque se especializan en presas de diferente tamaño.

No solo la diferencia en tamaño de los depredadores es importante, también lo es el tamaño de las presas, como se evidenció en el centro de Brasil con tres cánidos: el lobo de crin (*Chrysocyon brachyurus*), el zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*) y el zorro hoary (*Lycalopex vetulus*). El traslape entre sus dietas fue mayor entre el lobo de crin y el zorro cangrejero, donde el lobo de crin se alimentó de presas más grandes que el zorro cangrejero, mientras que el zorro hoary tuvo una dieta frugívora – insectívora (Juarez y Marinho-Filho, 2002). Lo mismo se obtuvo en otro estudio al sureste de Brasil, donde el lobo de crin

depredó sobre presas grandes, mientras que el zorro cangrejero (*C. thous*) consumió presas más pequeñas (Arruda y Motta-Junior, 2004).

En relación con estudios llevados a cabo con coyotes y gato montés habitando en simpatria, se mostró que tienen diferencias en el tamaño de presas que consumen, los coyotes prefirieron presas grandes como ungulados, en tanto que el gato montés consumió predominantemente presas pequeñas (Neale y Sacks, 2001a). Por otra parte, en Illinois, se mostró que el zorro gris tuvo cambios temporales y espaciales en su comportamiento como una probable respuesta a la presencia de coyotes (Lesmeister *et al.*, 2015).

Felinos y cánidos generalmente cazan en diferentes hábitats (Kleiman y Eisenberg, 1973), de tal manera que se reparten los hábitats (Chamberlain *et al.*, 2000) y presas (Chamberlain y Leopold, 2005). Por otro lado, coyotes y zorros con una dieta similar (Cypher, 1993; Dibello *et al.*, 1990), tienen una competencia potencial por recursos, mientras que entre el gato montés y el zorro gris sus dietas son menos parecidas (McCord y Cardoza, 1982; Samuel y Nelson, 1982). Uno de los pocos estudios en donde se evalúan las relaciones entre gato montés y zorro gris mostró que no había competencia entre ellos (Major y Sherburne, 1987).

En otro estudio de Fedriani *et al.* (2000), sobre coyote, gato montés y zorro gris en las montañas de Santa Mónica, California, 7 de 12 registros de muertes de zorro gris y 2 de 5 registros de muertes de gato montés, fueron causadas por depredación de coyote. Además, en el estudio, los zorros evitaron los hábitats con alto riesgo de depredación por coyotes, ya que hubo una relación negativa entre las abundancias de coyotes y zorro gris. En cuanto a su dieta, el gato montés dependió de pequeños mamíferos (lagomorfos y roedores), en tanto que el coyote y zorro se alimentaron también de frutos. Los coyotes además de presentar una dieta más variada y utilizar más tipos de hábitat, también fueron más abundantes que los otros dos carnívoros, limitando la distribución de el zorro, mostrando así

que la relación entre tamaño corporal y abundancia local es representada por la dominancia competitiva de la especie más grande.

En relación con el nicho trófico, el zorro gris mostró una mayor omnivoría que el coyote en el sur de Illinois y también una segregación espacial, ya que el zorro gris puede trepar árboles y prefiere los sitios rocosos. Witczuk *et al.* (2015) encontraron que coyotes y gatos monteses, tienen dietas similares en zonas altas de las montañas, pero se diferencian en cuanto al hábitat utilizado.

Con relación al nicho temporal, Toweill (1986) reportó diferentes patrones de actividad entre el gato montés y el coyote, evitando encontrarse entre ellos. Los coyotes fueron consistentemente más nocturnos que el gato montés. En las estrategias de caza, se encontró que los coyotes cazaban en pares o en grupos, lo cual les facilita la depredación sobre ungulados (Gese *et al.*, 1988; Gese y Grothe 1995; Sacks *et al.*, 1999), en cambio el gato montés, tiende a cazar solo (Bailey, 1974; Major y Sherburne, 1987).

En México, en la Sierra de Manantlán, Jalisco, los patrones de actividad del zorro gris fueron más amplios durante el período otoño–invierno en comparación con los de primavera-verano y se sugiere que es debido a la diferencia en disponibilidad de recursos alimentarios. Por su parte, el coyote presentó comportamiento similar al zorro gris, aunque la actividad nocturna es menor en primavera-verano (González Pérez *et al.*, 1992).

Benton *et al.* (2013) sugieren que la actividad de los carnívoros depredadores puede estar influida por la de sus presas. En el caso del zorro gris en el Desierto Sonorense, su actividad es más baja en los meses más calientes del año porque cuentan con fuentes adicionales de alimento (Neale y Sacks, 2001b). Por otro parte, la selección de presas por los gatos monteses puede variar cuando la temperatura disminuye, consumiendo menos cantidad de ardillas del

desierto, ya que en la temporada de invierno es cuando estas presas hibernan (Merlin y Siminsky, 2000).

En relación a la segregación espacial, un carnívoro más pequeño como la mangosta egipcia (*Herpestes ichneumon*), puede coexistir en escala local con su depredador, el lince ibérico (*Lynx pardinus*), al usar diferentes tipos de hábitat previniendo encuentros fatales, lo que apoya la hipótesis de que cambios en el uso de hábitat disminuyen el riesgo de depredación (Viota *et al.*, 2012).

En una comunidad de diversos carnívoros en África subsahariana, las especies subordinadas han explotado un nicho temporal que evita los períodos de mayor actividad de los competidores dominantes (Schuette *et al.*, 2013).

En Asia, en el sur de Taiwán, se ha reportado también la segregación temporal y de uso de hábitat entre cuatro especies de carnívoros pequeños simpátricos, la civeta enana o rasa (*Viverricula indica*), la civeta de las palmeras enmascarada o paguma (*Paguma larvata*), la mangosta cangrejera (*Herpestes urva*) y el tejón turón chino (*Melogale moschata*) (Chen *et al.*, 2009).

Vieira y Port (2007) abordaron los mecanismos de repartición de recursos entre dos especies de zorros simpátricos de Sudamérica, el zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*) y el zorro de las pampas (*Lycalopex gymnocercus*), los cuales tienen un alto traslape en su tamaño corporal. Ambas especies son generalistas en su dieta y se encuentran en simpatría en el sur de Brasil y Argentina. Su dieta es muy similar para todas las estaciones, sin embargo, presentaron diferencias en los nichos que ocupaban. *L. gymnocercus* ocurría solo en áreas abiertas, mientras que *C. thous* era más generalista; también presentaron diferencias en sus patrones de actividad, siendo el zorro cangrejero significativamente más nocturno que el de las pampas. Como *C. thous* es más grande en talla, limita la actividad de *L. gymnocercus* por competencia por interferencia.

En un estudio de mesocarnívoros en un humedal de Brasil (Bianchi, *et al.*, 2016) con zorro cangrejero (*C. thous*), coatís (*Nasua nasua*), ocelotes (*Leopardus pardalis*) y mapache sudamericano (*Procyon cancrivorus*), encontraron un alto traslape (75%) en los períodos de actividad entre ocelotes y mapaches y mínimo entre ocelote y coatís (25%). Lo anterior sugiere una segregación temporal más importante que la segregación espacial, entre el coatí generalista, y el zorro cangrejero y el mapache cangrejero especialistas.

En Italia (Toretta *et al.*, 2015), el zorro rojo (*Vulpes vulpes*) y el tejón europeo (*Meles meles*) también mostraron segregación temporal. En el mismo estudio, los patrones de actividad del zorro rojo y del lobo (*Canis lupus*) revelaron un traslape de moderado a alto y densidades similares en todas las temporadas, excepto durante el invierno. La coexistencia entre estas especies ocurre debido a segregación temporal durante invierno (cuando los recursos alimenticios son escasos) y segregación espacial durante verano. En cuanto al tejón europeo y el lobo, se sugiere que existe una moderada segregación temporal

Koehler y Hornocker (1991) encontraron diferencias morfológicas y de comportamiento que les permiten a los pumas, linceos y coyotes lograr la repartición de recursos, pero las estaciones también tienen influencia en la selección y el grado de solapamiento en el uso de los recursos. Los coyotes usan hábitats y presas que tienen solapamiento con los felinos.

En California coyotes y gatos monteses se encuentran tanto en hábitats abiertos como densos, mientras que los zorros grises prefieren hábitats densos. No hubo evidencia de que los zorros grises evitaran a los linceos o coyotes espacialmente, a pesar de tener dietas muy similares (Fedriani *et al.*, 2000; Neale y Sacks, 2001b).

En Maine, los hábitos alimenticios de coyote (*Canis latrans*), zorro rojo (*V. vulpes*) y gato montés (*Lynx rufus*), se solaparon en la dieta, ya que coincidieron en el alimento que consumieron mayoritariamente, la liebre americana (*Lepus americanus*). En verano los frutos fueron comunes en la dieta del coyote y del zorro (Diabello *et al.*, 1990).

Los estudios anteriores sugieren que las diferencias en el uso de hábitat y en los patrones de actividad son, en parte, una respuesta para minimizar el riesgo y exposición a competidores intra-gremio más grandes y fuertes.

Son pocos los estudios que se han realizado en la región meridional de la península de baja California sobre coyote (*Canis latrans*), gato montés (*Lynx rufus*) y zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), los cuales se han enfocado en los hábitos alimenticios de carnívoros mediante análisis de excrementos de coyote (Arnaud, 1993), gato montés (Delibes *et al.*, 1997) y zorro gris (Arnaud y Acevedo, 1990).

3. JUSTIFICACIÓN

Los carnívoros se encuentran entre los mamíferos más amenazados por las actividades antropogénicas, como la destrucción del hábitat, la cacería, la explotación irracional, la destrucción de aquellas especies consideradas depredadoras y la introducción de enfermedades (Ceballos, 2005). Es común que cuando desaparecen animales domésticos de los ranchos (cabras, borregos, becerros), se le atribuya a algún carnívoro la causa de dicha desaparición, sin tener plena seguridad de lo ocurrido, lo cual origina la persecución de estos depredadores, evidenciando así un pleno desconocimiento de la biología y ecología de estas especies o de un verdadero conflicto con las especies.

En México existen vacíos de información sobre las relaciones ecológicas de las diferentes especies de carnívoros, más aún, sobre las interacciones ecológicas entre estas especies, lo cual dificulta implementar estrategias para su conservación (Servín, 2013).

Disponer de información sobre la composición y abundancia de los gremios de carnívoros a niveles locales, permitirá entender no sólo como utilizan su ambiente, sino también cómo pueden responder a las modificaciones en el paisaje y proponer eventuales medidas de manejo, buscando así disminuir las interacciones negativas con las actividades humanas y, por otro lado, propiciar su conservación.

En este contexto, el presente estudio se desarrolló con el fin de comprender cómo es que tres especies de depredadores de tallas, dietas y patrones de actividad similares, como el coyote, el gato montés y el zorro gris pueden cohabitar.

4. HIPÓTESIS

Dado que el coyote, gato montés y zorro gris son carnívoros con tallas, dietas y patrones de actividad similares, viviendo en simpatria en el hábitat de matorral xerófilo en la zona de Comitán-Zacatecas, se espera que exista un reparto efectivo de los recursos para evitar la competencia mediante una diferenciación de sus nichos.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar los factores que permiten la coexistencia entre tres especies de carnívoros simpátricos: coyote (*Canis latrans*), gato montés (*Lynx rufus*) y zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en el matorral xerófilo del predio Comitán-Zacatecas, en la región de la Paz, Baja California Sur.

5.2. Objetivos específicos

- Analizar el nicho trófico de los tres carnívoros.
- Analizar el nicho espacial de los tres carnívoros.
- Analizar el nicho temporal de los tres carnívoros.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Descripción de las especies de estudio:

6.1.1 Coyote (*Canis latrans*)



Figura 1. Coyote. (Tomada de: fototrampeo del presente estudio).

El coyote (*Canis latrans* Say 1823) tiene un peso que varía entre los 8 y los 20 kg (Fig. 1). Es un carnívoro omnívoro que ha expandido su rango de distribución debido a cambios en el paisaje y a la disminución de las poblaciones de su enemigo natural: el lobo gris. Su dieta la constituyen roedores, lagomorfos, reptiles, insectos y frutos (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2008). Es una especie oportunista por lo que puede ser carroñera (Álvarez-Castañeda, 2000; Bekoff, 1977). En invierno y verano, cuando los recursos alimenticios son limitados, pueden llegar a cazar mamíferos grandes como el venado cola blanca y/o ganado principalmente ovino y caprino o crías de bovinos.

En varios estudios se ha mostrado al coyote como dominante sobre el zorro rojo (*Vulpes vulpes*) (Major y Sherburne, 1987; Sargeant y Allen, 1989), zorro ligero (*Vulpes velox*) (Kitchen *et al.*, 1999), y zorrilla nortea (*Vulpes macrotis*)

(Ralls y White, 1995). En el sur de California, Estados Unidos, (Fedriani *et al.*, 2000) encontró que existe una relación negativa entre la abundancia de coyotes (*Canis latrans*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Hay evidencia de muertes de diferentes especies de zorros causadas por coyotes que han sido reportadas en varios estudios y generalmente se cree que constituye una competencia por interferencia, debido a la falta de consumo del cadáver del zorro por el coyote (Farias *et al.*, 2005; Kamler *et al.*, 2003; Sovada *et al.*, 1988).

6.1.2 Gato montés



Figura 2. Gato montés. (Tomada de: fototrampeo del presente estudio).

El gato montés (*Lynx rufus* Schreber 1777) tiene un peso entre los 5 y los 15 kg, se distribuye desde Canadá y Estados Unidos hasta el estado de Chiapas en México; típicamente la disponibilidad de presas determina su selección de hábitat (Fig. 2). Su talla es comparable a la del coyote y su dieta es similar, aunque el coyote es más omnívoro y el gato montés es estrictamente carnívoro. Generalmente su dieta está basada en lagomorfos (liebres y conejos), se dice que su físico ha evolucionado para especializarse en la caza de estas presas (Kurten,

1968). Es capaz de depredar ungulados como el venado bura y cola blanca, aves, reptiles, peces e insectos (Delibes *et al.*, 1997). Existen reportes donde el gato montés apareció como parte de la dieta del coyote (Neale y Sacks, 2001a).

6.1.3 Zorro gris



Figura 3. Zorro gris. (Fotografía de: Biól. L. E. Pérez-Montes).

El zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus* Schreber 1775) pesa entre 3 y 5 kg; prefiere hábitats con cobertura vegetal cerrada, densas y rocosos (Fig 3). Se distribuye desde Canadá hasta el norte de Sudamérica (Fritzell y Harolson, 1982). Tiene hábitos alimenticios parecidos a los del coyote, durante los meses de verano los invertebrados dominan su dieta (Cypher, 2003). Tiene la capacidad de trepar los árboles, siendo capaz además de evitar hábitats con alto riesgo de depredación (Nowak y Paradiso, 1983; Sillero-Zubiri, 2009).

6.2 Ubicación y descripción del área de estudio

El área de estudio se localiza a 17 km al oeste de la ciudad de La Paz, en la región meridional de la península de Baja California Sur, en la zona comprendido por el predio El Comitán, donde se encuentra la Estación Biológica “Dra. Laura Arriaga Cabrera” y el Rancho Zacatecas (cuenta con ganado vacuno, en régimen de ganadería extensiva de baja densidad), situada al nivel del mar (Fig. 4). Los límites del predio son las coordenadas 24°07'97"N/110°26'53"W al noroeste y 24°07'21"N/110°25'35"W al sureste. La zona se encuentra en una llanura aluvial, denominada Valle del Carrizal, La Paz, caracterizada por suelos arenosos profundos y con escasa pendiente; varios arroyos arenosos la atraviesan, los cuales en tiempos de lluvias funcionan como escorrentías con fuertes volúmenes de agua (León de la Luz *et al.*, 1996).

El Comitán, de 2 km² es propiedad del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y desde hace 30 años fue destinado a la investigación científica por lo que no se llevan a cabo actividades productivas (Velderrain-Algara y León-de la Luz, 2010). Su importancia radica en que la comunidad de plantas y animales que lo habitan, son representativos de uno de los ecosistemas más distribuidos en el ambiente cálido semidesértico de la península de Baja California: el matorral sarcocaulé (Ortega-Rubio y Lagunas-Vázquez, 2013).

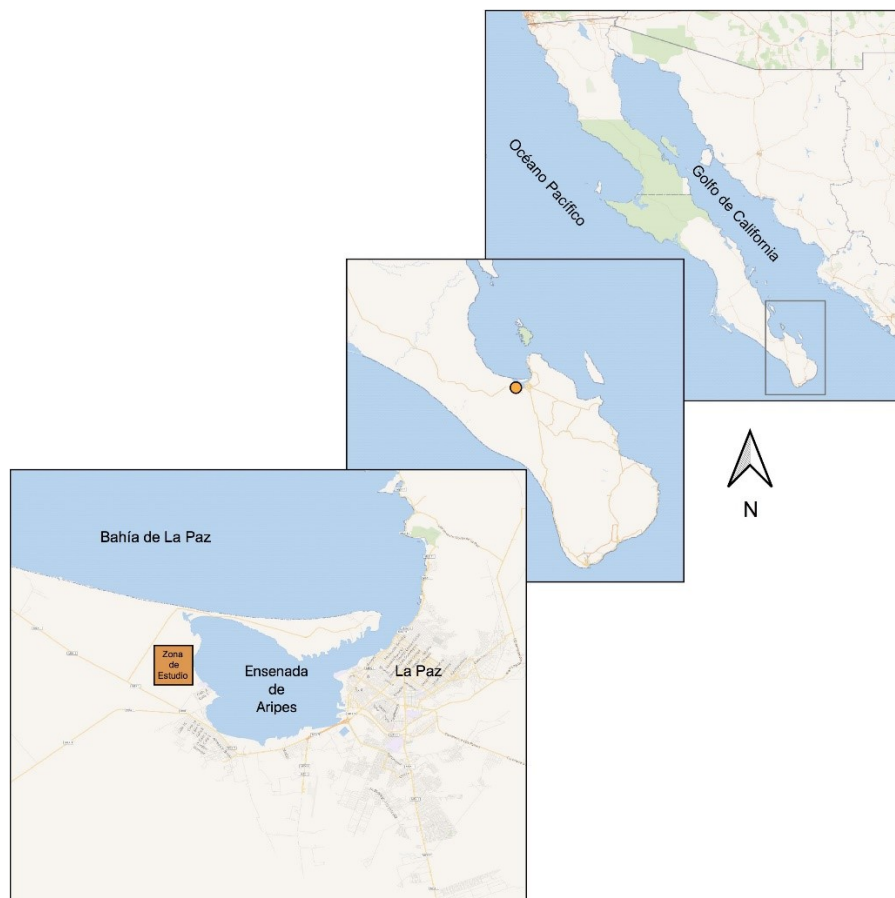


Figura 4. Localización de la zona de estudio: predio Comitán-Zacatecas. (Mapa realizado por: Gil Ezequiel del Laboratorio SIG del CIBNOR)

6.2.1 Clima

El clima de la zona es del tipo BW (h') hw (e), es decir, cálido muy seco. La temperatura mínima promedio mensual es de 18°C registrada en el mes de enero y la máxima promedio mensual es de 30°C, que se presenta durante el mes de agosto. La precipitación media anual es de 180 mm, con las mayores precipitaciones durante la temporada de agosto-septiembre (lluvias de verano) y con una precipitación invernal inferior a 10% entre los meses de diciembre-febrero (lluvias de invierno o "equipatas"), el período de sequía corresponde a los meses de marzo a julio (García, 1973) (Fig. 5).

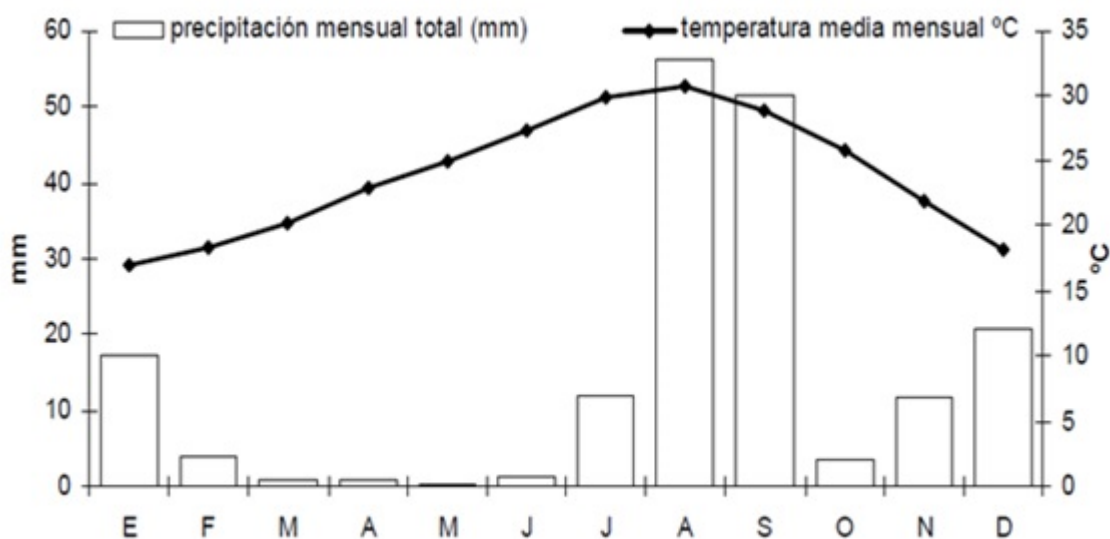


Figura 5. Climograma de la zona Comitán-Zacatecas, región de la Paz, Baja California Sur. (Tomado de: Velderrain, 2007).

6.2.2 Suelo

Los suelos dominantes son xerosoles y yermosoles, típicos de zonas áridas (Arriaga *et al.*, 1989). El suelo del área de estudio se ha formado en tiempos recientes a partir de acarrees y depósitos aluviales. Al ser de origen aluvial, la pendiente del terreno luce aproximadamente de manera horizontal, aunque es cruzado por un arroyo que permite el desagüe de la mayoría del área. La erosión hídrica después de una lluvia es común, ya que la mayor parte del suelo es de deposición. Existen montículos debajo de la vegetación que protegen al suelo, dejando un desnivel de suelo desnudo (INEGI, 1999).

6.2.3 Vegetación

Fitogeográficamente el área pertenece a la región de El Cabo (Shreve, 1937), siendo el tipo de vegetación existente un matorral sarcocaulé, presente en la mayor parte de la superficie de la región y mejor representada en las planicies aluviales (León de la Luz *et al.*, 2000). Este matorral está compuesto

principalmente por algunas cactáceas columnares, además de arbustos que pueden o no presentar corteza exfoliante con tallos suculento, la mayoría presenta hojas pequeñas. Esta comunidad vegetal, de acuerdo con Shreve y Wiggings (1964) se considera de filiación árida y tropical. En el área se han registrado apróximadamente 130 especies de plantas vasculares dominando las cactáceas *Pachycereus pringlei*, *Lophocereus schottii*, *Stenocereus gummosus*, y *Cylindropuntia cholla*, pero también se cuenta con especies de los géneros: *Bursera*, *Jatropha*, *Parkinsonia*, *Prosopis*, entre otras (González-Abraham *et al.*, 2010).

6.2.4 Fauna

En El Comitán se han descrito 32 especies de mamíferos. Entre ellos se encuentran siete carnívoros nativos: *Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Lynx rufus*, *Bassariscus astutus*, *Procyon lotor*, *Taxidea taxus* y *Spilogale gracilis*. También hay dos especies de lagomorfos: *Lepus californicus* y *Silvilagus audubonii*. También hay 1 soricomorfo, *Notiosorex crawfordi* y 10 roedores: *Ammospermophilus leucurus*, *Thomomys bottae*, *Chaetodipus arenarius*, *Chaetodipus dalquesti*, *Chaetodipus rudinoris*, *Chaetodipus spinatus*, *Dipodomys merriami*, *Neotoma bryanti*, *Peromyscus eva*, *Peromyscus maniculatus*. Por parte de los ungulados está *Odocoileus hemionus*. El resto son mamíferos voladores (Blázquez y Cortés-Calva, 2013).

Por parte del grupo de reptiles hay 29 especies, del grupo de anfibios hay dos especies (Blázquez, 2013). En cuanto a las aves no marinas, se encuentran 70 especies (Silva y Mendoza, 2013).

6.3 Selección de sitios de muestreo

6.3.1 Colecta de excrementos

Se implementó una ruta permanente de muestreo de 6 km de longitud, siguiendo caminos, brechas, cauces de arroyos y senderos de ganado. En esta ruta permanente se colectaron periódicamente excrementos de los tres carnívoros; en diferentes puntos de esta ruta, se dispusieron trampas con sensor de movimiento para llevar a cabo el foto-trampeo (Figs. 6 y 7), y se implementaron estaciones olfativas (o trampas para huellas) (Fig. 8).

6.3.2 Cámaras trampa

Para la colecta de información se instalaron seis estaciones de muestreo y en cada una de ellas se colocó una cámara con sensor de movimiento (modelo Bushnell HD), colocada en sitios transitados por los carnívoros estudiados (ya que había rastros, como huellas y excremento), con orientación norte o sur, a una altura de 50 cm del suelo, fijadas a una estaca de madera (Chávez *et al.*, 2013) (Fig. 7). Se instalaron dos cámaras en la planicie aluvial y cuatro más en tres arroyos (Fig. 6), éstas últimas zonas presentan mayor cobertura vegetal y un sustrato más arenoso que las primeras. Las cámaras permanecieron activas durante las 24 horas, de febrero a diciembre del 2017.



Figura 6. Ubicación de cámaras trampa en Comitán-Zacatecas. Las cámaras trampa ubicadas en planicie son L1 y L4; las cámaras ubicadas en arroyo son L2, L3, L5 y L6. (Mapa realizado por: Gil Ezequiel del Laboratorio SIG del CIBNOR).

De febrero a diciembre del 2017 se llevaron a cabo salidas de campo mensuales para recolectar (y cambiar) la memoria SDH de la cámara trampa y obtener las imágenes, para posteriormente procesarlas en la computadora y hacer los análisis correspondientes.

Los muestreos se dividieron en dos periodos: la temporada de secas (febrero-junio 2017) y la temporada de lluvias (julio-noviembre 2017).



Figura 7. Instalación de cámara trampa. (Fotografía de: Dr. Gustavo Arnaud).

6.3.3 Estaciones olfativas

Se instalaron estaciones olfativas (Linhart y Knowlton, 1975) en transectos de 1000 m, cada uno con 5 estaciones olfativas (separadas por intervalos de 250 m). Se eligió realizar un transecto en arroyo (con respectiva repetición) y otro en planicie (con respectiva repetición) para hacer comparaciones (Fig. 8).



Figura 8. Ubicación de trampas olfativas. Cada trampa está marcada con número romano, seguida por el hábitat en que se encuentra (A es para arroyo, P es para planicie) y las repeticiones se marcaron con r. (Mapa realizado por: Gil Ezequiel del Laboratorio SIG del CIBNOR).

6.3.4 Trampeo de roedores

Con el fin de obtener información sobre la presencia de presas potenciales como roedores, se utilizaron 50 trampas Sherman, divididas en dos transectos (cada uno con 25 trampas separadas 10 metros entre trampa y trampa). Los transectos se establecieron entre la vegetación cercana a arroyos. Las trampas se colocaron una vez al mes (de febrero a noviembre).

6.4 Análisis del nicho trófico de los tres carnívoros

Para conocer la dieta de coyote, zorro gris y gato montés se llevó a cabo un análisis de excrementos. Los excrementos se identificaron en el campo de acuerdo con su forma y tamaño (Aranda, 2000; Danner y Nod, 1982; Green y Flinders, 1981; Weaver, 1979). Previo al inicio de la colecta de excrementos, en febrero 2017, se recorrió la ruta para remover todas las heces presentes. En cada muestreo mensual no se colectaron heces viejas, evidenciadas por su color blanquecino. Los excrementos colectados se depositaron en bolsas de plástico etiquetadas, con fecha, lugar y número de colecta. Posteriormente se trasladaron al laboratorio de Ecología Animal de CIBNOR, donde fueron procesadas.

Cada excremento fue considerado como una muestra. Para su procesamiento fueron colocadas individualmente, en recipientes con agua y jabón durante 48 horas. Posteriormente se lavaron con agua corriente sobre un tamiz de 125 micras de abertura y los contenidos se separaron con ayuda de pinzas y agujas de disección y un microscopio estereoscópico (Korschgen, 1987) (Fig. 9).

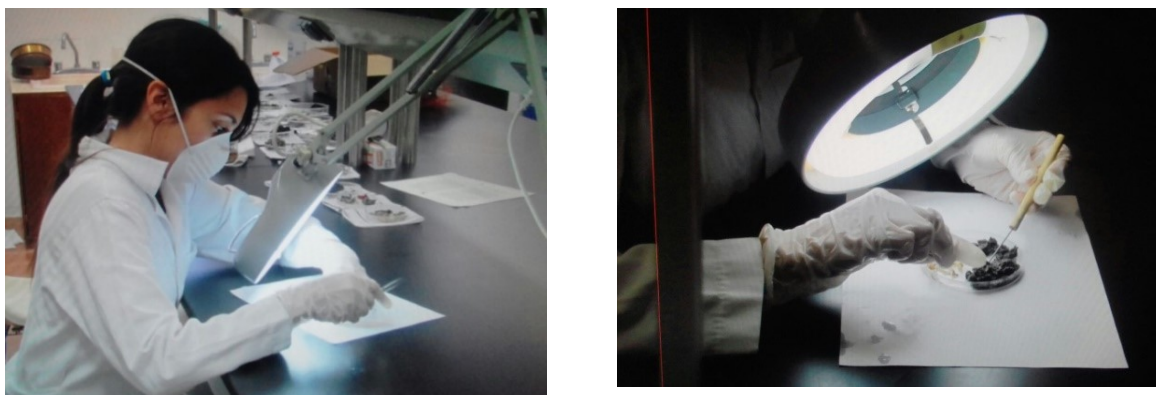


Figura 9. Separación de componentes presentes en los excrementos en el Laboratorio de Ecología Animal del CIBNOR. (Fotografías de: I.F. Pozas-Ocampo).

Una vez separados los diferentes componentes (ítems) de los excrementos, se procedió a su identificación hasta especie cuando fue posible. La identificación

fue a través de su comparación, con una colección biológica de referencia del área, que se encuentra en el Laboratorio de Ecología Animal del CIBNOR, además se contó con el apoyo de los técnicos. La colección incluye pelos, escamas, dientes, picos, plumas, uñas de mamíferos, aves y reptiles. Para la identificación de semillas y plantas, se consultó al personal del herbario de CIBNOR. Para la identificación de artrópodos, se consultó al personal de Laboratorio de Artrópodos de CIBNOR.

Los contenidos de los excrementos fueron agrupados por categorías (mamíferos, aves, reptiles, invertebrados, plantas). Se determinó la frecuencia de ocurrencia (FO) de cada ítem, expresado como el número de excrementos conteniendo el ítem, en función del número total de excrementos

$$\text{FO: } \frac{\text{Número de excrementos "x" ítem}}{\text{Número total de excrementos}} \quad (1)$$

Para expresar el resultado en porcentaje se multiplicó por 100. Este método nos proporciona una buena representación de los hábitos alimenticios. (Corbett, 1989). Los resultados son presentados por mes y por período.

Se evaluó la similitud de la dieta entre especies, a través del índice de (Pianka, 1986):

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

Donde:

O_{jk} = traslape en una de las dimensiones del nicho entre las especies J y K.

P_{ij} = proporción de ocurrencia del ítem i para la especie j .

Se calculó el Índice de Pianka, el cual varía entre 0 (separación total) y 1 (superposición total).

Para evaluar la amplitud del nicho trófico, se utilizó la modificación de la ecuación de Simpson (1949) (citado en Witthaker y Levin, 1976):

$$D_s = \frac{[\sum p_i^2]^{-1} - 1}{(N - 1)} \quad (3)$$

Donde:

D_s = Amplitud en una de las dimensiones del nicho

p_i = Valor de importancia del recurso i para la especie. (Proporción de ocurrencia del ítem i para la especie).

N = Número de recursos disponibles

Los valores de este índice tienden a 0 cuando los organismos son selectivos y a 1 cuando son generalistas.

Conjuntamente, para evaluar el nicho trófico, se llevó a cabo la evaluación de la disponibilidad de roedores como alimento. Para ello se usaron los trampeos con las trampas Sherman, 50 trampas en total, divididos en 2 transectos. El cebo utilizado fue avena. Las especies de ratón se identificaron mediante una guía de campo (Bowers *et al.*, 2004) y con la asesoría de técnicos del laboratorio de Ecología Animal. Una vez identificados, fueron liberados en el sitio donde se encontraron.

Los resultados se expresaron por éxito de captura y se presentaron en porcentaje, con el fin de identificar las variaciones mensuales de disponibilidad.

$$EC = \frac{\text{Número de roedores capturados}}{\text{Número de trampas utilizadas}} \times 100 \quad (4)$$

Para conocer la disponibilidad de otros vertebrados presa (lagomorfos, reptiles, aves, entre otros) se estimaron sus frecuencias de ocurrencias a través de los registros en el fototrampeo. Esta información se comparó con la frecuencia de ocurrencia de estas presas en las excretas de los carnívoros.

6.5 Análisis del nicho espacial de los tres carnívoros.

Con el fototrampeo, se determinó la frecuencia de registros de los tres carnívoros en los dos hábitats diferenciados dentro del área de estudio: arroyo y planicie aluvial.

Se consideraron como registros fotográficos independientes sólo los siguientes casos:

- a) Fotografías consecutivas de diferentes individuos de la misma especie.
- b) Cada individuo de una especie en un grupo fotográfico.
- c) Fotografías de individuos de la misma especie con una separación de 1 hora.
- d) Fotografías consecutivas de individuos de diferentes especies.
- e) Fotografías de individuos que pueden ser identificados individualmente (O'Brien, *et al.*, 2003).

Como método comparativo, se utilizaron estaciones olfativas, colocadas en arroyo (5 estaciones con su respectiva repetición) y planicie (5 estaciones con su respectiva repetición). Cada estación olfativa consistió en un área de círculo con un metro de diámetro. La tierra del sitio fue previamente cernida y dispuesta homogéneamente, para que la superficie quedara uniforme. En el centro del círculo se colocó una estaca hierro, de 60 cm de altura, con un soporte en la parte superior, donde se colocó sardina como atrayente (Fig. 10). Para activar cada

trampa se hizo una marca en el suelo con la mano del operador, si ésta marca permanecía al día siguiente, la trampa fue tomada en cuenta, pero si la marca había desaparecido a la mañana siguiente, el registro de esa trampa fue descartado. Las trampas fueron revisadas cada mañana, siendo nuevamente activadas, por 3 días consecutivos. Para la detección e identificación de huellas, aquellas que no fueron claras, fueron descartadas y omitidas de los análisis (Linhart y Knowlton, 1975).



Figura 10. Colocación del atrayente (sardina) en estación olfativa. (Fotografía de: I. P. A. Mario Hernández).

El método de las estaciones olfativas fue utilizado una vez en el periodo seco (mayo) y otra en el periodo de lluvias (octubre). Para el cálculo de la abundancia relativa, se utilizó la siguiente fórmula:

$$I = \ln\left(\frac{v_j}{s_j n_j} + 1\right) * 1000 \quad (5)$$

Donde:

I = Es el índice de abundancia relativa

v_j = Número de estaciones visitadas por una especie en el transecto j

s_j = Número de estaciones activas en el transecto j

n_j = Número de noches operables de las estaciones en el transecto j

Se utilizó el índice de Pianka (Ojk) para cuantificar el traslape de nicho entre las tres especies de carnívoros.

6.6 Análisis del nicho temporal de los tres carnívoros.

Se utilizaron los registros fotográficos obtenidos a través de las cámaras trampa, los cuales contaban con la hora marcada en las fotografías. El amanecer se consideró de 6-8 h, día de 8 a 18 h, atardecer de 18 a 20 h y el horario nocturno de 20 a 6 h. Para hacer más preciso el análisis, los registros fotográficos se dividieron en los siguientes periodos horarios: 00:00-04:00, 04:00-08:00, 08:00-12:00, 12:00-16:00, 16:00-20, 20:00-00:00 (Maffei *et al.*, 2002). Se realizaron gráficas de barra para mostrar el porcentaje de registros durante esos horarios.

Se utilizó el índice de Pianka (Ojk) para cuantificar el traslape temporal, por hora, entre los 3 carnívoros.

7. RESULTADOS

7.1 Análisis del nicho trófico en ambas temporadas.

7.1.1 Coyote

Para coyote se encontraron 30 excrementos en la temporada seca, mientras que para temporada de lluvia fueron 12 excrementos. El mayor porcentaje de ocurrencia por categorías fue para mamíferos (31.71% en temporada seca y 36.67% en temporada de lluvia), seguido por material vegetal (30.49% en temporada seca y 23.33% en la de lluvia) (Fig.11).

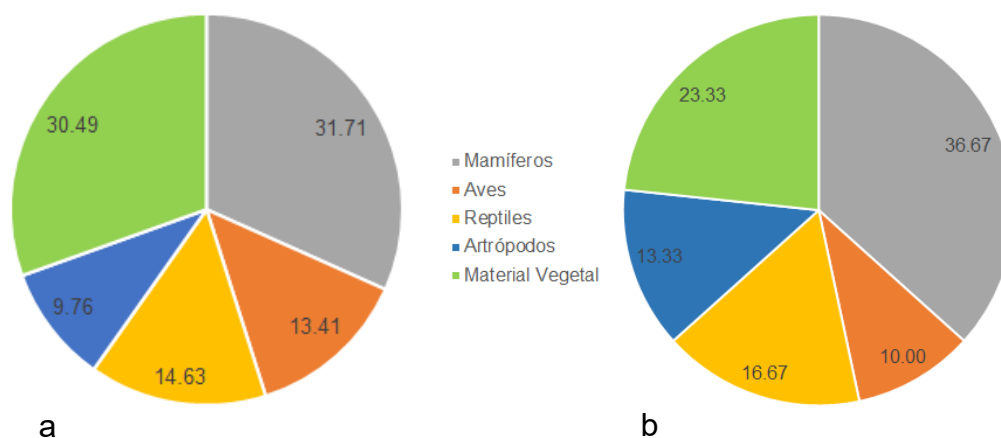


Figura 11. Porcentaje de ocurrencia por categorías en los excrementos de coyote en la temporada seca (a) y en la temporada de lluvia (b).

El mayor porcentaje de ocurrencia de ítems para los excrementos de coyote fue para *Lepus californicus* en ambas temporadas (Tabla I; Anexos A y B).

Tabla I. Ítems más consumidos por el coyote y su porcentaje de ocurrencia durante la temporada seca y de lluvias.

Temporada	Item	% de ocurrencia
Seca	<i>Lepus californicus</i>	50.00
	Roedores del género <i>Chaetodipus</i>	43.33
	Aves (No identificadas)	36.67
Lluvia	<i>Lepus californicus</i>	41.67
	Roedores del género <i>Chaetodipus</i>	50.00
	Ave (No identificadas)	25.00
	Scarabaeidae	25.00
	Poaceae (hojas)	25.00

7.1.2 Gato montés

En temporada seca, se encontraron 56 excrementos para gato montés, mientras que en temporada de lluvia se encontraron 54 excrementos. El mayor porcentaje de ocurrencia por categorías fue para mamíferos (29.19% en temporada seca y 40.98% en temporada de lluvia), seguido por material vegetal (28.57% en temporada seca y 22.95 % para la de lluvia) (Fig. 12).

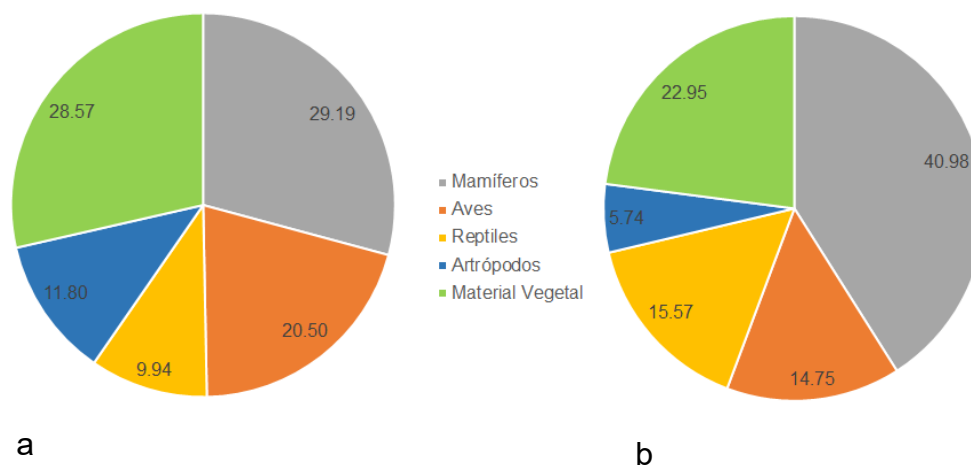


Figura 12. Porcentaje de ocurrencia por categorías en excrementos de gato montés en la temporada seca (a) y en la temporada de lluvia (b).

El mayor porcentaje de ocurrencia fue para aves (no identificadas) en temporada seca, mientras que *Lepus californicus* lo tuvo en temporada de lluvia (Tabla II, Anexos C y D).

Tabla II. Ítems más consumidos por gato montés y su porcentaje de ocurrencia durante la temporada seca y de lluvia.

Temporada	Item	% de ocurrencia
Seca	Aves (No identificadas)	53.57
	Roedores del género <i>Chaetodipus</i>	46.43
	<i>Lepus californicus</i>	32.14
Lluvia	<i>Lepus californicus</i>	53.70
	Roedores del género <i>Chaetodipus</i>	46.30
	Aves (No identificadas)	33.33

7.1.3 Zorro Gris

Para zorro gris, solamente se encontraron 10 excrementos en temporada seca. El mayor porcentaje de ocurrencia por categorías fue para el material vegetal (33.33%), seguido por mamíferos (25 %) (Fig. 13).

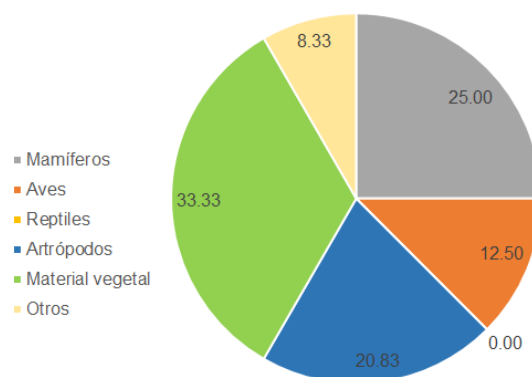


Figura 13. Porcentaje de ocurrencia por categorías en excrementos de zorro gris en la temporada seca.

Para los excrementos de zorro gris, el mayor porcentaje de items fue para Scarabaeidae, myriapoda y hojas de la familia Poacea (Tabla III; Anexo E).

Tabla III. Ítems más consumidos por el zorro gris y su porcentaje de ocurrencia durante la temporada seca.

Temporada	Ítem	% de ocurrencia
Seca	Scarabaeidae	40
	Myriapoda	40
	Poacea (hojas)	40
	Aves (No identificadas)	30
	Acrididae	30
	<i>Prosopis articulata</i> (Hojas)	30

7.2 Disponibilidad de roedores

Del grupo de roedores presentes en el área, sólo se capturaron roedores del género *Chaetodipus*. Se encontraron *Chaetodipus arenarius*, *Chaetodipus spinatus*, pero como hubo muchos que no pudimos identificar, decidimos agruparlos como roedores por mes para calcular el éxito de captura. El mes que presentó mayor éxito de captura fue junio (38). El mes que presentó menor éxito de captura fue julio (6) (Fig. 14).

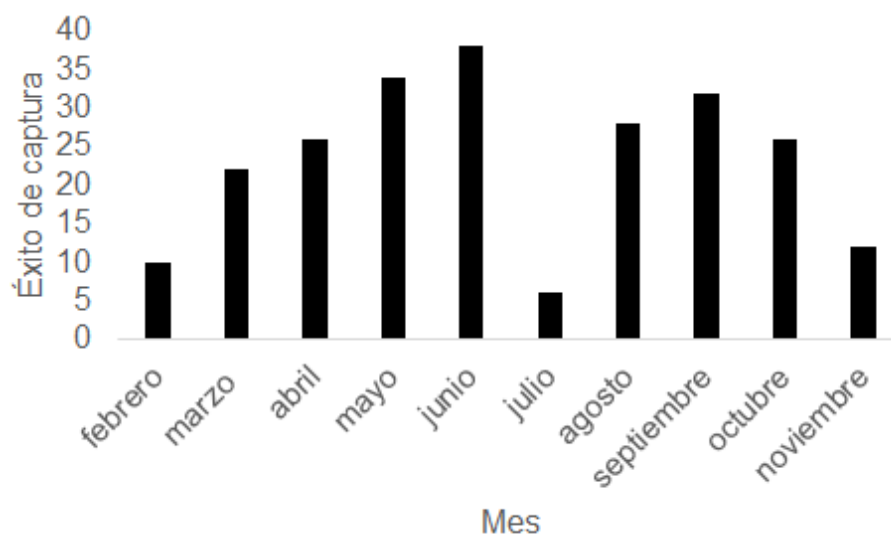


Figura 14. Éxito de captura de roedores por mes.

7.3 Porcentaje de ocurrencia de roedores del género *Chaetodipus* en excrementos de los tres carnívoros

7.3.1 Coyote

En los excrementos de coyote, los roedores del género *Chaetodipus* tuvieron los mayores porcentajes en mayo y junio (71.43%), seguido por julio (62.5 %) (Fig. 15).

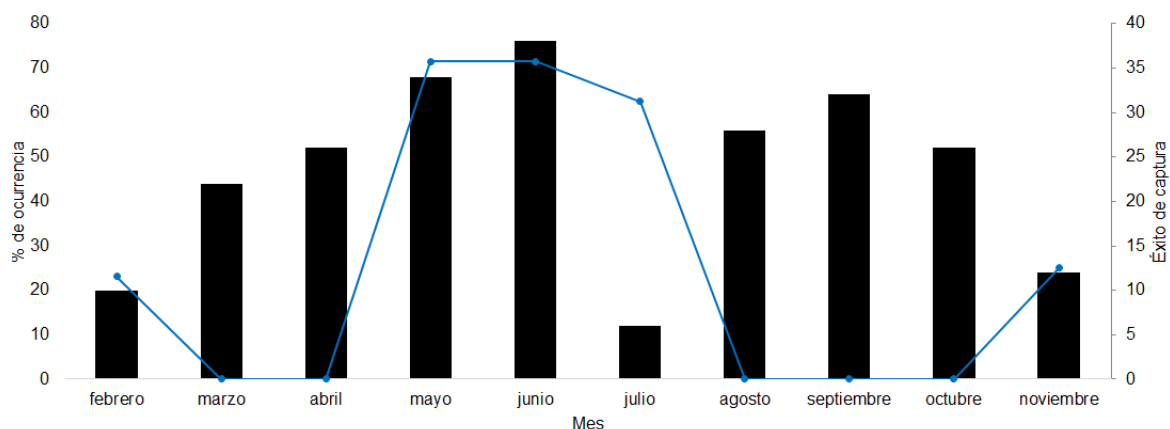


Figura 15. Porcentaje de ocurrencia de roedores del género *Chaetodipus* en los excrementos de coyote (gráfica de líneas) de los meses de febrero a noviembre del 2017. El éxito de captura de ratones en trampas Sherman aparece en el eje secundario (gráfica de barras).

7.3.2 Gato montés

Para excrementos de gato montés, los mayores porcentaje de ocurrencia de roedores del género *Chaetodipus* (No identificados) fue en agosto (100%), seguido por mayo (71.43%) y junio (64.29%) (Fig. 16).

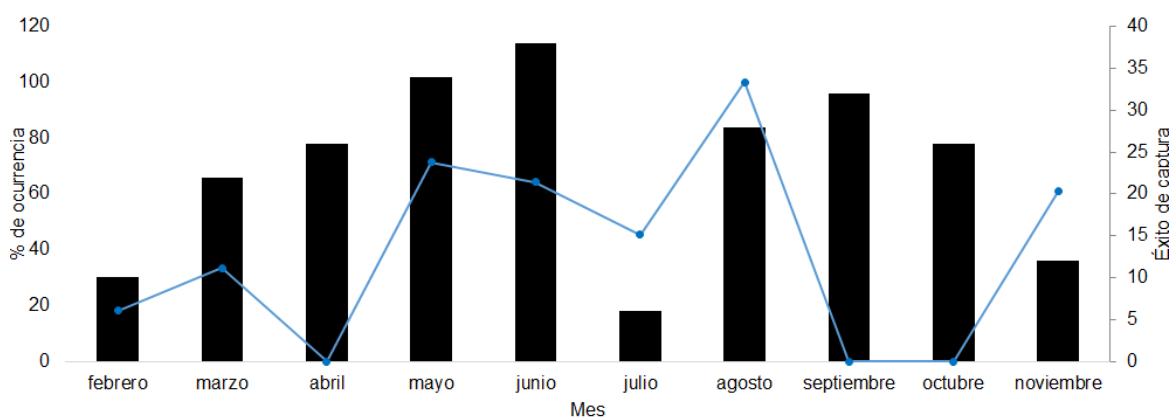


Figura 16. Porcentaje de ocurrencia de roedores del género *Chaetodipus* en los excrementos de gato montés (gráfica de líneas). El éxito de captura de ratones en trampas Sherman aparece en el eje secundario (gráfica de barras).

7.3.3 Zorro gris

Para las excrementos de zorro gris, los roedores del género *Chaetodipus* aparecieron únicamente en junio (100 %). Solamente se encontraron excrementos de zorro gris en los meses de abril y junio (Fig. 17).

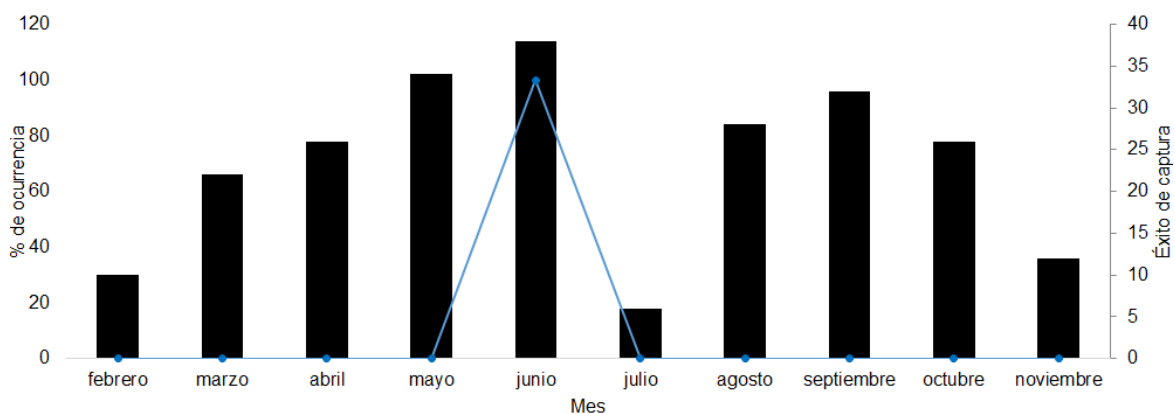


Figura 17. Porcentaje de ocurrencia de roedores del género *Chaetodipus* en excrementos de zorro gris (gráfica de líneas). El éxito de captura de ratones en trampas Sherman aparece en el eje secundario (gráfica de barras).

7.4 Disponibilidad de presas en cámaras trampas.

Con las trampas cámara se registraron las siguientes presas potenciales para los tres carnívoros estudiado: *Lepus californicus*, *Sylvilagus audubonii*, *Urocyon cinereoargenteus*, culebras, *Dipsosaurus dorsalis*, *Sceloporus zosteromus*, *Ctenosaura hemilopha* y Aves.

L. californicus tuvo el mayor porcentaje de ocurrencia en el mes de noviembre (76 %), para *S. audubonii* fue febrero (11.11 %) para *U. cinereoargenteus* fue febrero (16.67 %), para culebras fue noviembre (4 %), para *D. dorsalis* fue mayo (5.66 %), para *S. zosteromus* fue julio (4.48 %), para *C. hemilopha* fue septiembre (1.37 %) y para aves fue junio (60 %).

Las presas se dividieron en categorías para presentarlas en gráficas. Los lagomorfos tuvieron el mayor porcentaje de ocurrencia en noviembre (76 %), para

U. cinereoargenteus y aves fueron los mencionados arriba, mientras que para reptiles fue septiembre (9.59 %) (Fig. 18).

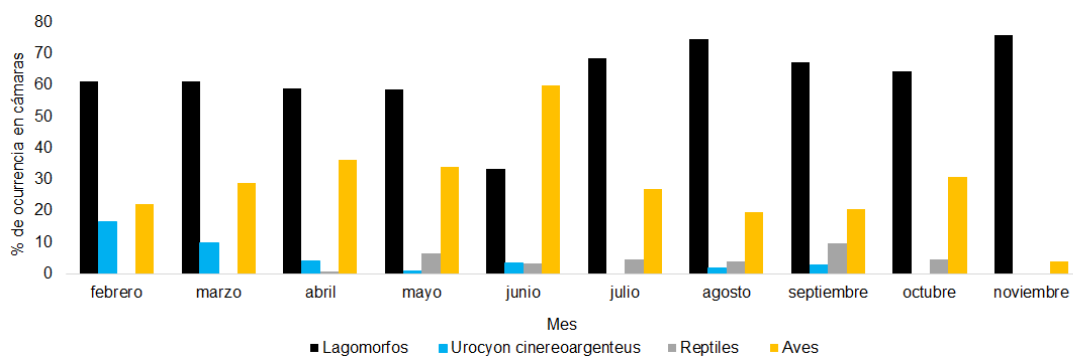


Figura 18. Porcentaje de ocurrencia de presas en cámaras trampa.

7.5 Porcentaje de ocurrencia de presas (que aparecieron en cámaras trampa) en excrementos de los tres carnívoros.

7.5.1 Coyote

En los excrementos de coyote, *L. californicus* tuvo el mayor porcentaje de ocurrencia en marzo y abril (100 %), para *U. cinereoargenteus* fue en mayo (28.57 %), para culebras fue en junio (42.86 %), para *S. zosteromus* (28.57 %) y *C. hemilopha* (42.86 %) fue en mayo; para aves fue en abril (100 %).

En cuanto a las categorías más generales, los lagomorfos fueron marzo y abril (100 %) y para reptiles fue septiembre (9.59 %) (Fig. 19).

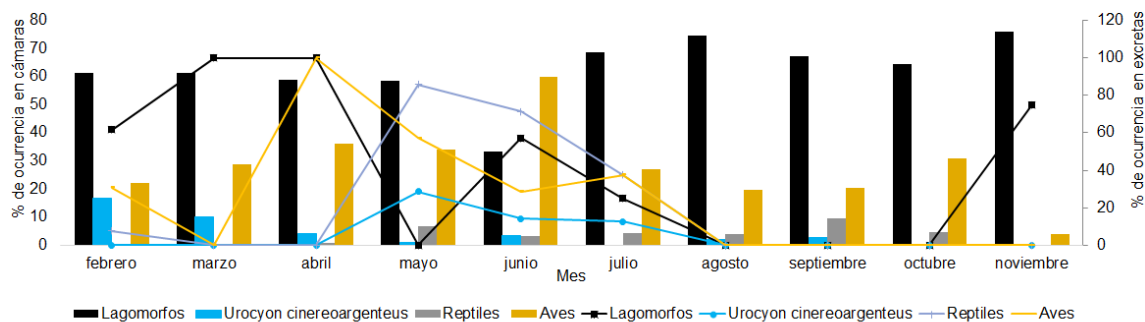


Figura 19. El porcentaje de ocurrencia de ítems en excrementos de coyote (gráfica de líneas) está representado en el eje secundario. El porcentaje de ocurrencia de presas en cámaras trampa está en gráfica de barras.

7.5.2 Gato Montés

En los excrementos de gato montés, *L. californicus* tuvo el mayor porcentaje en el mes de septiembre (75 %); *S. audubonii* y *U. cinereoargenteus* no aparecieron; para culebras fue en septiembre (37.5 %); para *D. dorsalis* fue mayo (14.29 %), así como para *S. zosteromus* (21.43 %) y *C. hemilopha* (28.57 %); para aves fue en agosto (100 %). En cuanto a las categorías más generales, para lagomorfos el mayor porcentaje fue en noviembre (56.52 %) y para reptiles fue en mayo (78.57 %) (Fig. 20).

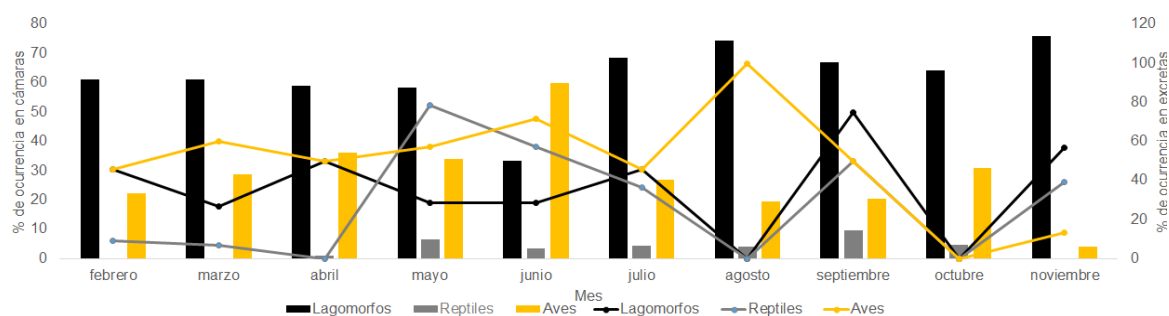


Figura 20. El porcentaje de ocurrencia de ítems en excrementos de gato montés (gráfica de líneas) está representado en el eje secundario. El Porcentaje de ocurrencia de presas en cámaras trampa está en gráfica de barras.

7.5.3 Zorro gris

En los excrementos de zorro gris, solamente apareció *Silvilagus audubonii* en abril (16.67 %) y aves en los meses de abril (33.33 %) y en junio (100 %) (Fig. 21).

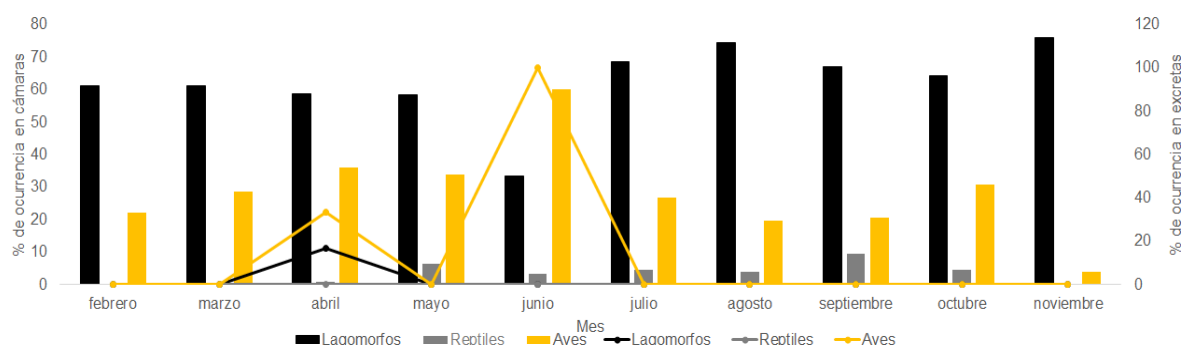


Figura 21. El porcentaje de ocurrencia de ítems en excrementos de zorro gris (gráfica de líneas) está representado en el eje secundario. El porcentaje de ocurrencia de presas en cámaras trampa está en gráfica de barras.

7.6 Translape (Ojk) de nicho trófico.

Para el análisis de translape de nicho trófico se utilizaron los datos de frecuencia de ocurrencia de los ítems.

El mayor translape ($O_{jk} = 0.71$) se presentó entre coyote y gato montés durante la época seca; mientras que para época de lluvia fue un valor parecido ($O_{jk} = 0.67$). El menor translape ($O_{jk} = 0.55$) se presentó entre gato montés y zorro gris en temporada seca (Fig. 22).

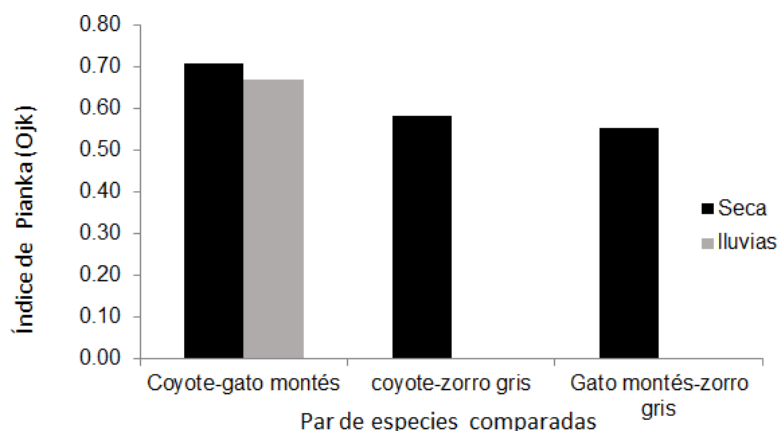


Figura 22. Translape de nicho trófico entre pares de especies durante época seca y de lluvia.

7.7 Amplitud (D_s) de nicho trófico

Para el análisis de amplitud de nicho trófico se utilizaron los datos de frecuencia de ocurrencia de los ítems.

La mayor amplitud de nicho ($D_s = 0.81$) fue para el gato montés durante la época seca; mientras que para la otra temporada bajó considerablemente ($D_s = 0.64$). El coyote presentó $D_s = 0.73$ para ambas temporadas. La menor amplitud ($D_s = 0.60$) fue para zorro gris en la misma época (Fig. 23).

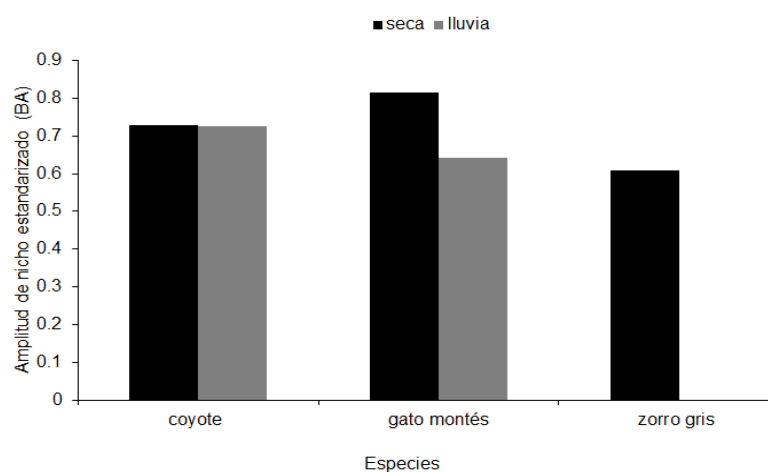


Figura 23. Amplitud de nicho estandarizado (BA) de los 3 carnívoros durante la época seca y de lluvia.

7.8 Análisis de Nicho Espacial de tres carnívoros simpátricos en los dos hábitats (planicie y arroyo) con cámaras trampa

En las seis cámaras que se instalaron, se registraron un total anual de 200 fotografías de los tres carnívoros, de las cuales 30 fueron de coyote, 148 de gato montés y 22 de zorro gris.

Las 2 cámaras para hábitat planicie tomaron 24 fotos (12 % del total); 8 de coyote, 9 de gato montés y 7 de zorro gris. Por su lado, las 4 cámaras colocadas en arroyo tomaron 176 fotos (88 % del total de fotos); de ellas fueron 22 de coyote, 139 de gato montés y 15 de zorro gris (Fig. 24).

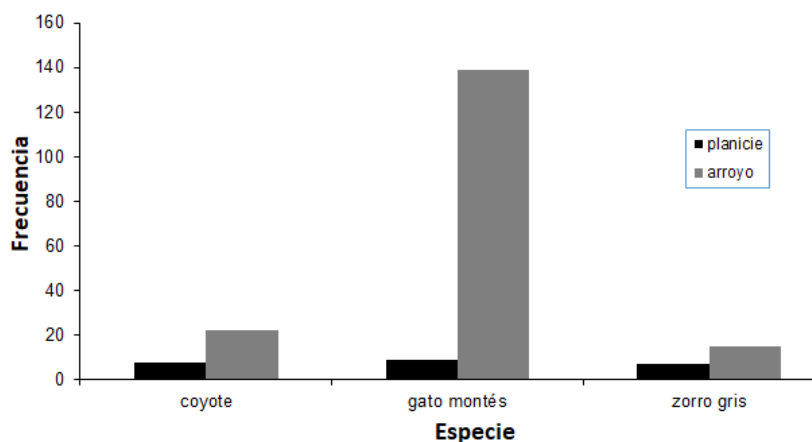


Figura 24. Frecuencia de aparición de los carnívoros en los 2 diferentes hábitats evaluados.

Los coyotes aparecieron en 5 cámaras y con mayor frecuencia en las cámaras de arroyo No 2 y No 5 (separadas 2.97 km entre sí) con 8 y 9 fotos respectivamente y la cámara 4 de planicie con 7 fotos (Fig. 25).

Los gatos monteses fueron los que más veces se registraron, apareciendo en todas las cámaras, prefiriendo las de arroyo y especialmente las cámaras No. 2 y 3 (con 63 y 52 observaciones) (Fig. 25).

El zorro gris fue la especie menos abundante, aunque también se registró en todas las cámaras. Su mayor frecuencia la registró la cámara No. 2 de arroyo con 12 fotografías y la siguiente fue la cámara No. 4 de planicie con 4 fotos (Fig. 25).

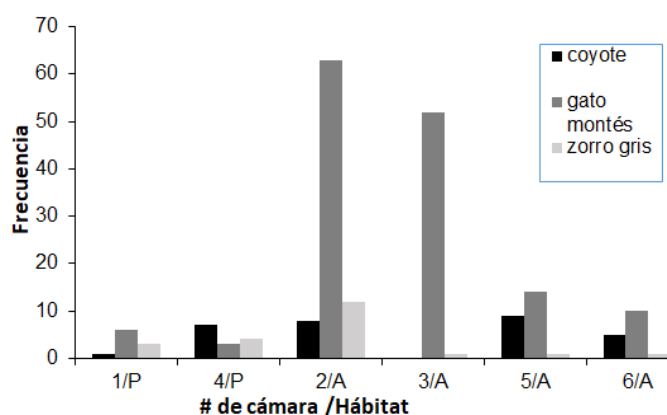


Figura 25. Frecuencia de aparición de los tres carnívoros por cámara, donde el número indica la cámara utilizada. P= hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo.

7.9 Traslape espacial entre las tres especies

7.9.1 Planicie

Aunque la planicie es utilizada menos por los 3 carnívoros, las dos cámaras situadas allí registraron a las 3 especies.

El coyote apareció en 7 fotografías (cámara No. 4), gato montés (en 6 fotografías cámara No. 1) y zorro gris en 4 fotografías (cámara No. 4). No hubo traslape espacial en este hábitat.

7.9.2 Arroyo

En las cuatro cámaras de arroyo se registraron las tres especies, excepto coyotes en la cámara 3.

Coyote y gato montés tuvieron un valor de traslape espacial en las cámaras 2 ($O_{jk}=0.08$) y 6 ($O_{jk}=0.14$) (Fig. 27), separadas 2.96 km entre sí. Coyote y zorro gris no presentaron coincidencia; mientras que gato montés y zorro gris solo traslaparon espacialmente en la cámara 2 pero con el valor más alto ($O_{jk}=0.21$) encontrado en el área (Fig. 26).

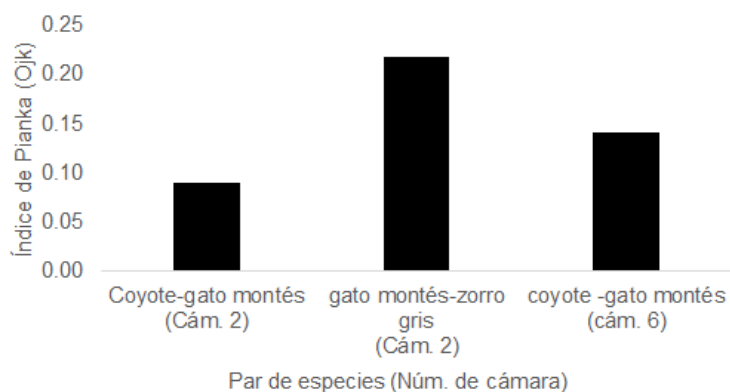


Figura 26. Cámaras donde se presentó traslape (O_{jk}) de nicho espacial.

7.10 Análisis de nicho espacial utilizando los registros de las trampas olfativas

De las 10 estaciones olfativas (con sus respectivas repeticiones) instaladas y que estuvieron activas durante tres días consecutivos (tanto para temporada seca como para lluvia), se encontraron un total de 24 registros de huellas, de las cuales 1 fue de coyote, 5 de gato montés y 18 de zorro gris (Fig. 27).

Con la fórmula de abundancia relativa, antes mencionada, se obtuvo 2.08 coyote, 10.36 gatos montes y 36.81 zorros gris.

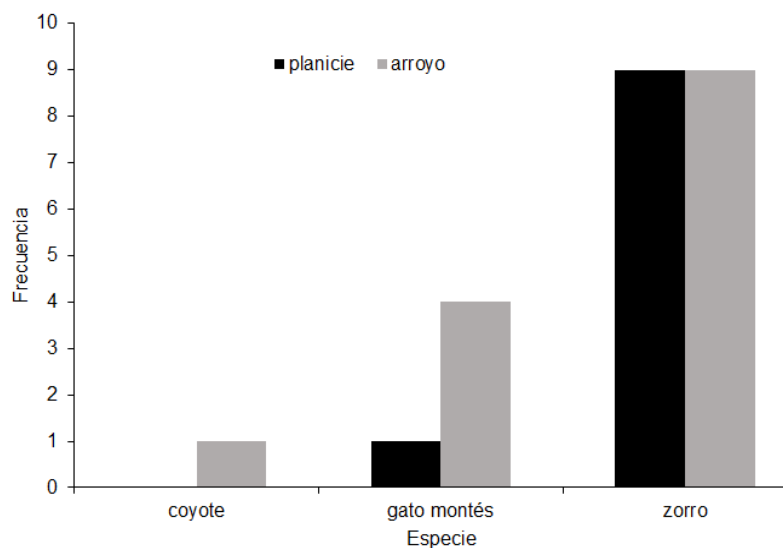


Figura 27. Frecuencia de aparición de huellas en los hábitats muestreados utilizando estaciones olfativas.

7.10.1 Planicie

En hábitat planicie se obtuvieron un total de 10 huellas. No aparecieron coyotes y registramos una sola huella de, gato montés (estación olfativa I) y 9 de zorro gris (todas las estaciones). Las huellas de zorro gris se detectaron en todas las estaciones olfativas en planicie (Fig. 28).

7.10.2 Arroyo

En el hábitat de arroyo se obtuvieron un total de 14 huellas y se presentaron los mayores registros de huellas para las 3 especies (Fig. 27) Se encontró una sola huella de coyote (IV), 4 de gato montés (estaciones I , II, IV y V) y 9 de zorro gris (todas las estaciones) (Fig. 28).

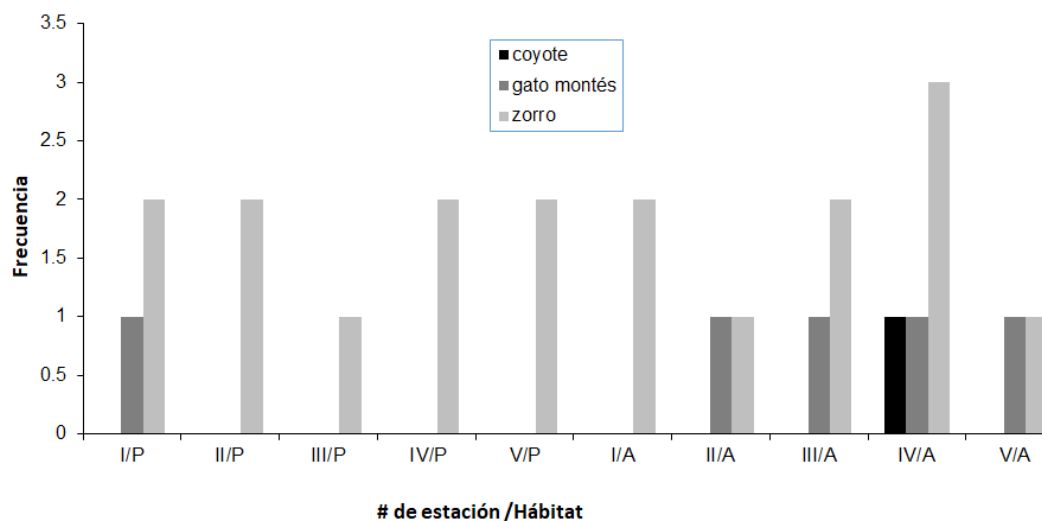


Figura 28. Frecuencia de aparición de huellas en ambas temporadas, donde el número indica la estación olfativa utilizada. P = hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo.

7.11 Traslapo Espacial (Ojk) utilizando los registros de trampas olfativas

Los datos obtenidos de las trampas olfativas se utilizaron para evaluar el traslapo espacial entre los tres carnívoros (Pianka, 1973). No se presentó traslapo espacial entre estas especies.

7.12 Análisis de nicho espacial en ambas temporadas con Cámaras trampa

En la temporada seca se encontraron un total de 133 fotografías (66.5 % del total para ambas temporadas), siendo 24 de coyote, 90 de gato montés y 19 de zorro gris.

Dentro de esta temporada, para planicie fueron 16 fotos (12 % de las encontradas en temporada seca), siendo 6 de coyote, 4 de gato montés y 6 de zorro gris.

Para la misma temporada, en hábitat arroyo, se encontraron un total de 117 fotos, (88 %), siendo 18 de coyote, 86 de gato montés y 13 de zorro gris.

En la temporada de lluvia se encontraron un total de 67 fotos (33.5 % del total para ambas temporadas), siendo 6 de coyote, 58 de gato montés y 3 de zorro gris.

Dentro de esta temporada para planicie fueron 8 fotos, siendo 2 de coyote, 5 de gato montés y una de zorro gris.

Para la misma temporada en hábitat arroyo, se encontraron un total de 59 fotos, siendo 4 de coyote, 53 de gato montés y 2 de zorro gris.

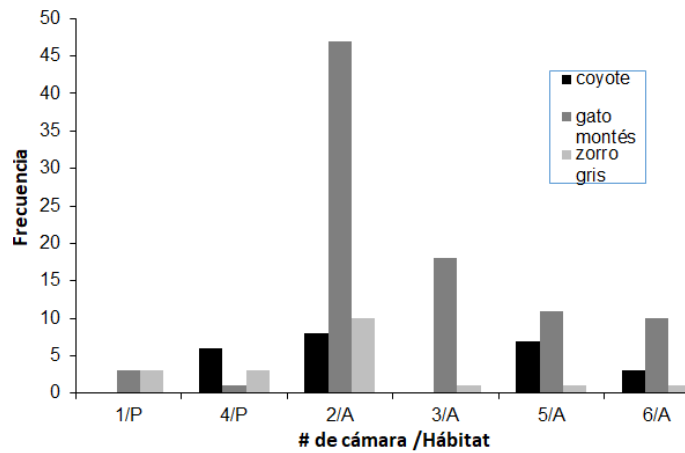
Para la temporada seca el mayor registro de fotografías en la planicie, por cámara, fue para el coyote con 6 fotografías (cámara No. 4); para el gato montés fue 3 fotografías (cámara No. 1); para el zorro gris fueron 3 fotografías (cámaras No. 1 y 4) (Fig. 29a).

En la misma temporada para hábitat de arroyo, el mayor registro de fotos para coyote fue de 8 fotos; 47 de gato montés y ninguna del zorro gris. Cabe destacar que la mayoría de registros mencionados fueron en la cámara No. 2 (Fig. 29a).

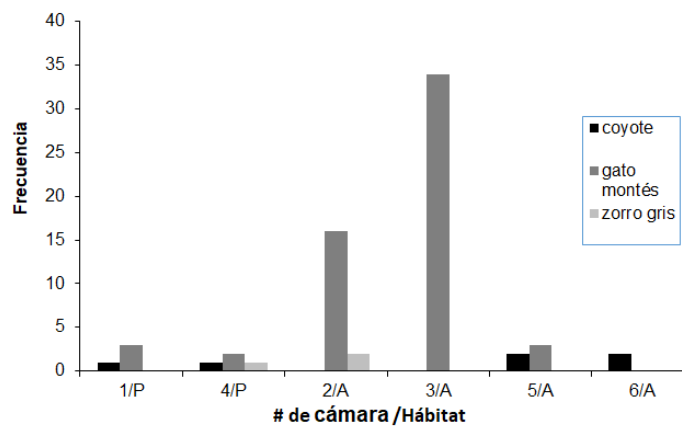
Por otra lado, para temporada de lluvia, el mayor registro de fotografías que se presentaron en hábitat planicie para coyote fue 1 foto (cámaras No. 1 y 4); para gato montés fue 3 fotos (cámara No. 1) y para zorro gris fue 1 (cámara No.4) (Fig. 29b).

En la misma temporada para hábitat de arroyo, el mayor registro de fotografías para coyote fue de 2 (cámaras No. 5 y 6, a una distancia de 0.70 km de

la cámara anterior); para gato montés fueron 34 fotos (cámara No. 3, ubicada a 2 .15 km de la cámara No. 6); para zorro gris fue 2 fotos (cámara No. 2, que se encuentra a 3.03 km de la cámara No.6 (Fig. 29b).



a



b

Figura 29. Frecuencia de registro de las tres especies en temporada seca (a) y en temporada de lluvia (b), donde el número indica la cámara utilizada. P= hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo.

7.13 Translape (Ojk) espacial en ambas temporadas

En temporada seca el mayor translape ($O_{jk}=0.18$) se encontró en la cámara No. 2 de arroyo, fue entre gato montés y zorro gris (Fig. 30).

En esta misma temporada, se encontró translape entre coyote y gato montés en la cámara 2 ($O_{jk}=0.1$) y en la cámara No. 6 ($O_{jk}= 0.01$) (Fig. 30).

En temporada de lluvia solamente se dio translape ($O_{jk}= 0.35$) entre gato montés y zorro gris en la cámara No. 2 de arroyo (Fig. 30).

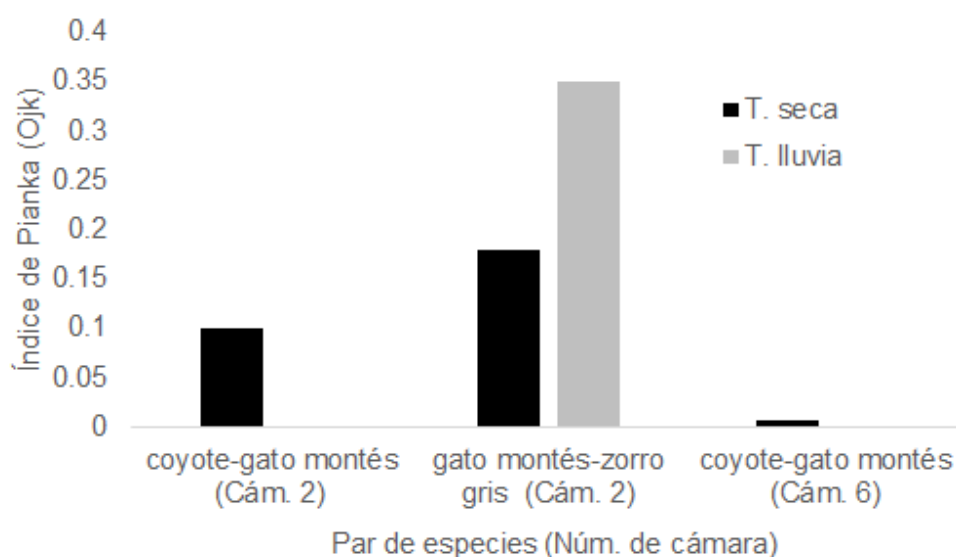


Figura 30. Cámaras donde se presentó traslape (O_{jk}) de nicho espacial en temporada seca y en temporada de lluvia.

7.14 Análisis del Nicho Espacial en ambas temporadas utilizando los registros de las trampas olfativas

De las estaciones olfativas en arroyo (5 estaciones con su respectiva repetición) y planicie (5 estaciones con su respectiva repetición), durante la temporada seca, se encontraron un total de 20 registros de huellas; el mayor número de huellas de los 3 carnívoros fue en esta temporada. Se registraron 1 para coyote, 2 de gato montés y 17 de zorro gris.

Con respecto a la temporada de lluvia, el total fue de 4 huellas: 3 de gato montés y 1 de zorro gris; no se presentó registro de coyote

7.14.1 Planicie y arroyo en temporada seca

En temporada seca los resultados para planicie son: 1 registro para gato montés (estación I/P) y 9 registros para zorro gris (cada una de las estaciones).

Para arroyo se registraron 1 huella para coyote (estación IV/A), 1 para gato montés (estación IV/A) y 8 para zorro (2 en cada una de las estaciones a excepción de la II/A y V/A, las cuales tuvieron 1 cada una) (Fig. 31).

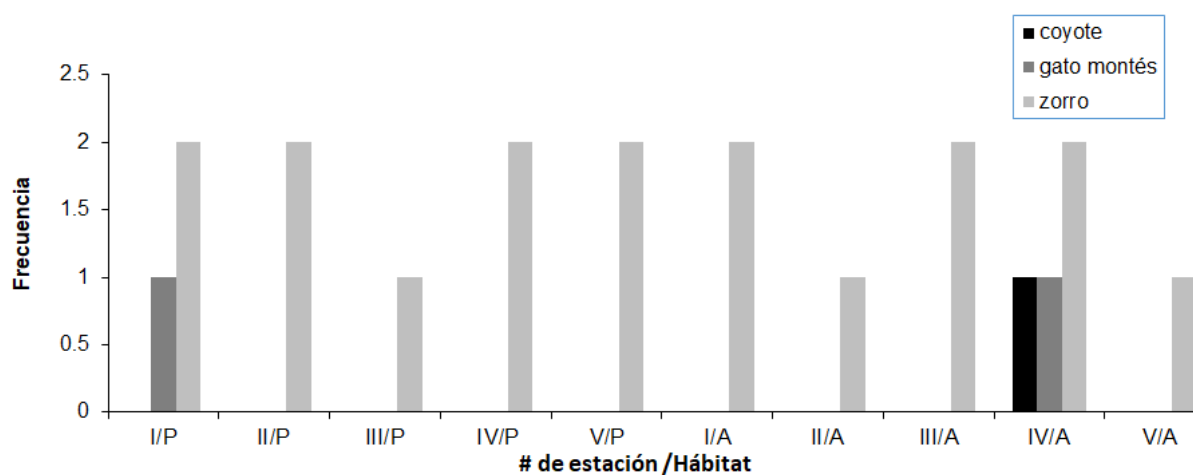


Figura 31. Frecuencia de aparición de huellas en temporada seca, donde el número indica la estación olfativa utilizada. P= hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo. trampas olfativas.

7.14.2 Planicie y arroyo en temporada de lluvia

En planicie no se presentaron huellas durante esta temporada.

Para arroyo se encontró registro de 3 huellas de gato montés (estación IIA, III/A y V/A) y 1 huella de zorro gris (estación IV/A) (Fig. 32)

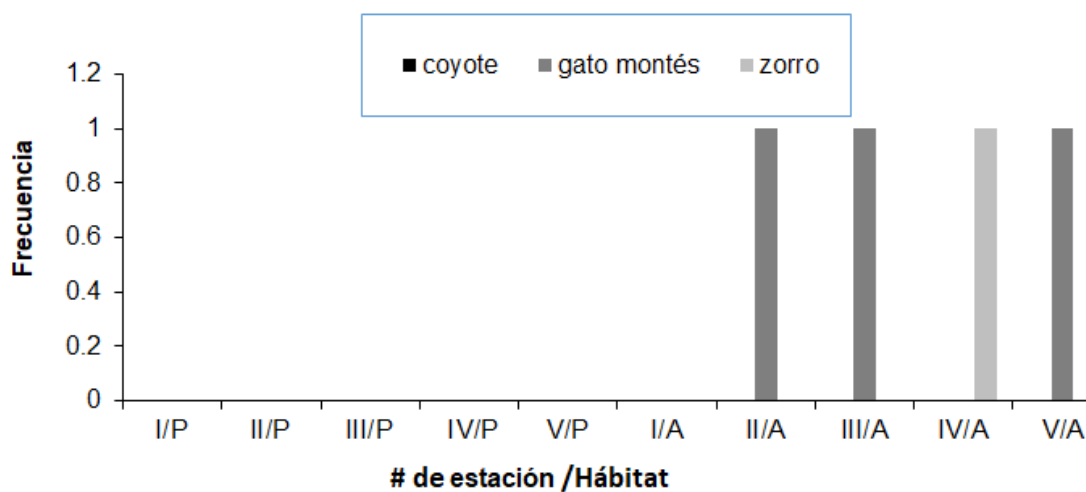


Figura 32. Frecuencia de aparición de huellas en temporada de lluvia, donde el número indica la estación olfativa utilizada. P= hábitat de planicie, A=hábitat de arroyo.

Contrastando las dos temporadas, el hábitat planicie presentó el mayor número de registro de huellas para las especies de zorro (9) y de gato montés (1) durante la temporada seca. (Fig. 39). Para el hábitat arroyo, el mayor número de registro se presentó para las especies de coyote (1) y para zorro gris (8) durante temporada seca, mientras que el mayor registro para gato montés (3) fue durante la temporada de lluvia.

7.15 Translape (Ojk) espacial en las dos temporadas con trampas olfativas.

Los datos obtenidos de las trampas olfativas se utilizaron para evaluar el translape espacial en las dos temporadas, entre los tres carnívoros (Pianka, 1973). No se presentó translape espacial entre estas especies.

7.16 Análisis del Nicho Temporal (Patrón de actividad) en ambas temporadas

El esfuerzo de muestreo fue de 303 días-trampa y se obtuvieron 228 fotografías de los 3 carnívoros estudiados. Del total de fotografías, el 95.6 % fueron clasificadas como registros independientes, de las cuales el 66.97 % se obtuvieron de noche. Del total de fotografías independientes, el 100% presentaban la hora visible y fueron usadas para analizar los patrones de actividad.

Para tener un patrón de actividad más específico se hizo una división con intervalos de cuatros horas (00:00-04:00, 04:00-08:00, 08:00-12:00, 12:00-16:00, 16:00-20, 20:00-00:00).

7.16.1 Coyote

Se encontraron 21 registros de coyote en la temporada seca y solo 7 en la temporada de lluvia.

En temporada seca se presentaron con un pico máximo de actividad en el horario de 20 hrs a 00 h, con 33.33 % de registros (n=7) (Fig. 33).

Durante las lluvias los coyotes se mostraron más activos en horas diurnas, registrando un pico máximo en el horario de 4 a 8 h con 42.86% (n = 3) (Fig. 33).

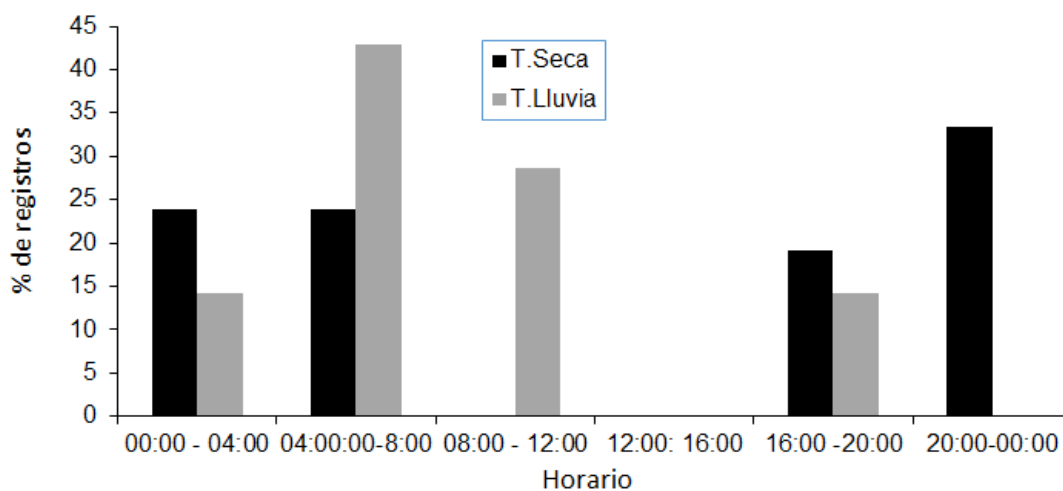


Figura 33. Patrón de actividad del coyote en temporada seca y temporada de lluvia.

7.16.2 Gato montés

Durante la temporada seca tuvimos 99 registros de esta especie y durante la temporada de lluvia fueron 69 registros.

Para gato montés, en temporada seca, el pico máximo fue en el horario de 20:00 a 00:00 h con 34.34 % (n=34) (Fig. 34).

Esta especie mantuvo sus horarios de actividad muy parecidos también en temporada de lluvia, con el pico de actividad en horario de 20 a 00 h con 31.88 % (n= 22) (Fig. 34).

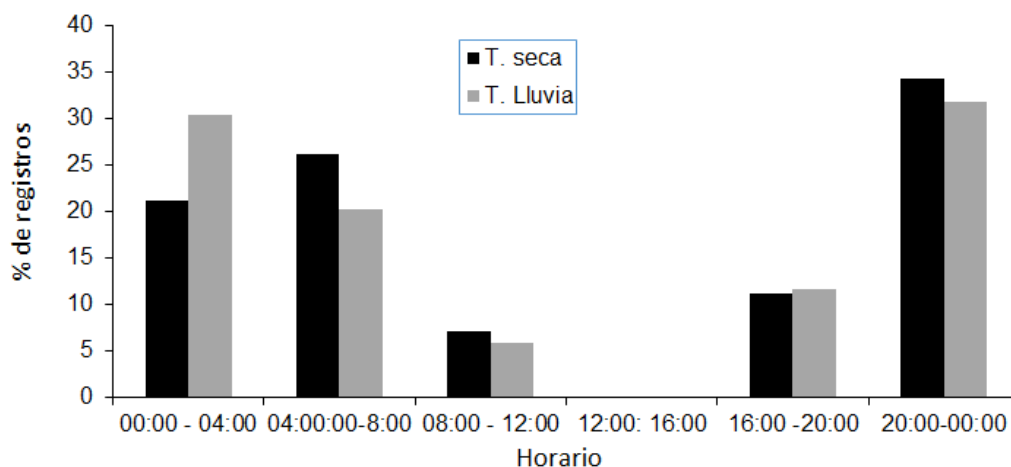


Figura 34. Patrón de actividad de gato montés en temporada seca y temporada de lluvia.

7.16.3 Zorro gris

En total se encontraron 17 registros, en temporada seca y 5 en temporada de lluvias.

Para zorro gris, en temporada seca, el pico de actividad fue de 20 a 00 h con 52.94 % (n= 9). No presentó actividad de 12 a 20 h (Fig. 35).

En temporada de lluvias cambió su horario de actividad hacia las horas del amanecer. El pico de actividad fue en horario de 4 a 8 h con 40 % (n=2) (Fig. 35).

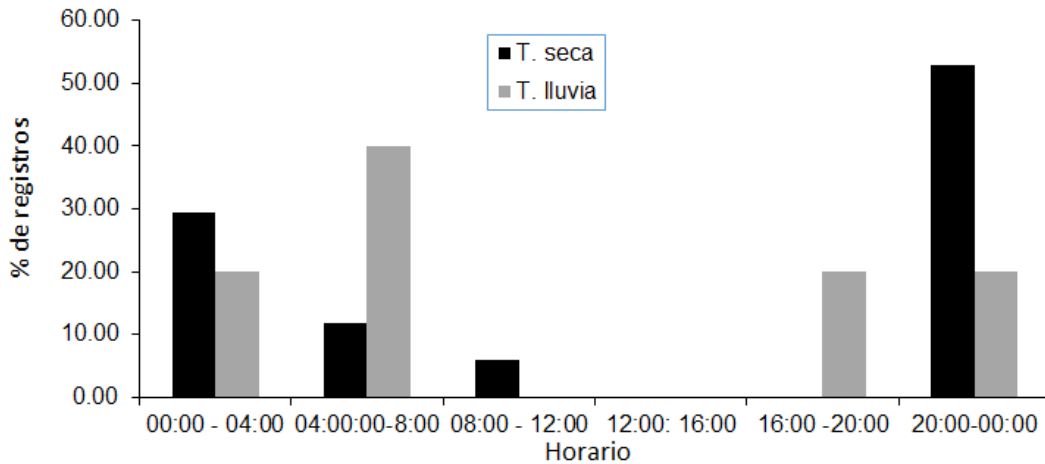


Figura 35. Patrón de actividad de zorro gris en temporada seca y temporada de lluvia.

7.17 Translape (Ojk) de nicho temporal en ambas temporadas

Al realizar el análisis de Pianka para nicho temporal (por hora) se encontró que los valores más altos se dieron en temporada seca. Para ambas temporadas, los valores más altos fueron para el par de especies coyote- gato montés ($O_{jk} = 0.85$ en temporada seca y $O_{jk} = 0.53$ en temporada de lluvia) y los valores con menor valor fueron para el par coyote-zorro gris ($O_{jk} = 0.69$, en temporada seca y $O_{jk} = 0.22$ en temporada de lluvia) (Fig. 36).

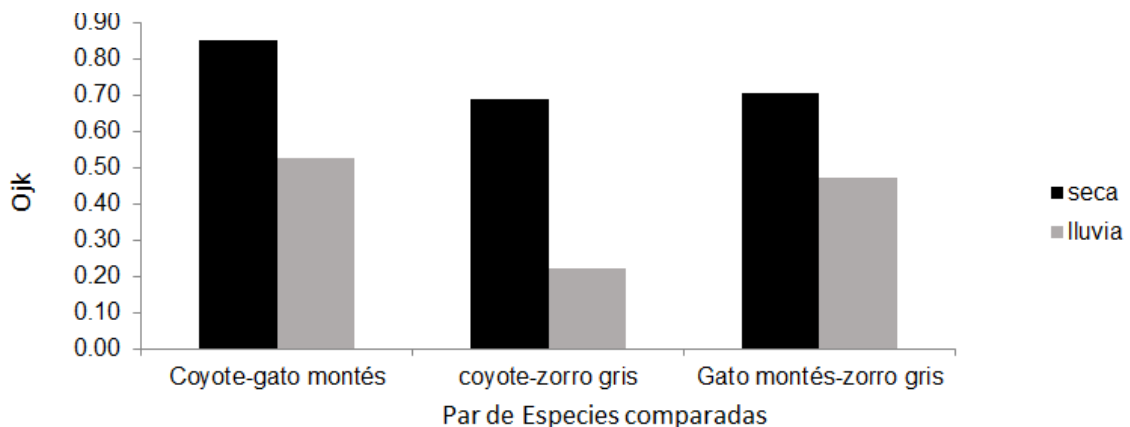


Figura 36. Translape (Ojk) de nicho temporal entre pares de especies en las dos temporadas.

8.DISCUSION

8.1 Nicho trófico

En el presente estudio los componentes de la dieta del coyote y gato montés que ocuparon los mayores porcentajes fueron los mamíferos (para coyote fue 31.71 % en temporada seca y 36.67 % en temporada de lluvia, mientras que para gato montés fue 29.19 % en temporada seca y 40.98 % en temporada de lluvia) y el material vegetal (para coyote fue 30.49 % en temporada seca y 23.33 % en temporada de lluvia, mientras que para gato montés fue 28.57 % para temporada seca y 22.95 % para temporada de lluvia), similar a lo reportado en California (Fedriani *et al.*, 2000), pero diferentes en relación a los resultados de la década de los 90s en esta misma zona, donde el material vegetal fue poco consumido (Arnaud, 1993; Delibes *et al.*, 1997); mientras que la dieta del zorro gris mostró un mayor porcentaje en el consumo de invertebrados, lo cual fue contrastante con lo reportado en California (Neale y Sacks, 2011b) en esta misma zona en la década de los 90's, donde los invertebrados fueron poco consumidos (Arnaud, 1990), lo que muestra que la dieta puede variar a través del tiempo, y que los carnívoros eligen sus presas con base a su tamaño, hábitos, facilidad de captura y cantidad de nutrientes obtenidos (Rosenzweig, 1966).

La aparición de algunos componentes en la dieta de los tres carnívoros estuvo relacionada con su disponibilidad en el campo. Por ejemplo, los ratones del género *Chaetodipus*, que presentaron sus mayores abundancias en el campo un poco antes de la época de lluvias, aparecieron en los excrementos durante esta misma época. Como se ha mencionado en otros estudios, los roedores son un componente importante de la dieta de los carnívoros, variando las especies consumidas de acuerdo a las diferentes áreas geográficas (Dibello *et al.*, 1990; Grajales-Tam y González-Romero, 2014; Sánchez- González *et al.*, 2018). Por otra parte, ocurrió que hubo presas disponibles durante todo el año, pero que fueron particularmente consumidas en solo una época, tal fue el caso de las liebres, que presentaron las mayores ocurrencias en la dieta del coyote en marzo

y abril, mientras que en la del gato montés fue durante septiembre, lo que mostró una preferencia estacional de esta presa por los dos depredadores, pero en diferentes épocas del año.

La liebre fue importante en la dieta del coyote y del gato montés, lo que concuerda con otros estudios (Dibello *et al.*, 1990; Grajales-Tam y González-Romero, 2014); aunque el conejo ha sobresalido en la dieta de gato montés en otras investigaciones (Sánchez-González *et al.*, 2018), en este estudio su consumo fue escaso.

Considerando que la época de apareamiento de coyote es de febrero a marzo (Merlin y Siminsky, 2000) y que las crías nacen de abril a mayo (Knowlton, 1972), es posible que haya buscado consumir presas de mayor tamaño que los roedores, para satisfacer sus necesidades energéticas. En este sentido, es posible que el consumo de liebres haya sido mayor en esta época, por ser una presa que aporta una mayor cantidad de nutrientes (por individuo), en relación a los roedores.

El gato montés, que tiene un período reproductivo similar al del coyote (Ceballos y Oliva, 2005), presentó un consumo de liebres diferente, con los mayores porcentajes durante septiembre. Una explicación pudiera ser que en septiembre haya más abundancia de otros alimentos (debido a las lluvias) y el coyote diversifique su dieta, dejando más liebres para los gatos.

Dada la amplitud del espectro alimentario del coyote, se le ha considerado como un consumidor de carácter generalista y oportunista (Bond, 1934; Bowyer *et al.*, 1983; Litvaitis y Shaw, 1980; Meinzer *et al.*, 1975; Mulder, 1979; Nellis y Keith, 1976; VanVuren y Thompson, 1982); sin embargo, se le ha considerado como un consumidor selectivo dentro de dicho oportunismo, ya que a pesar de la disponibilidad y abundancia de ciertos alimentos en determinados períodos, consume mayores cantidades de otros (Arnaud, 1992; Clark, 1972; Johnson y Hansen, 1977; Todd *et al.*, 1981). En este estudio, el coyote se mostró como una

especie generalista ($D_s = 0.73$ para ambas temporadas) y oportunista. Al respecto MacCracken y Uresk (1984) consideran que el término oportunista para describir los patrones alimentarios del coyote, es una simplificación en un animal con un patrón complejo de comportamiento.

El gato montés ha sido señalado como un depredador generalista-oportunista (Sánchez-González, 2018), pero también especialista (Aranda, *et al.*, 2002), particularmente en hábitats de matorral donde las densidades y biomasa de roedores es mayor que las de los lagomorfos, argumentando que la disponibilidad de presas no influye en su selección (López-Vidal *et al.*, 2014). En nuestro estudio, este férido fue considerado el carnívoro más generalista en la selección de presas, durante temporada seca, ya que su valor de amplitud de nicho trófico fue alto ($D_s = 0.81$), mientras que en temporada de lluvia fue menos generalista ($D_s = 0.64$).

Si bien el zorro gris ha sido señalado como un depredador generalista (Chávez-Ramírez y Slack, 1993), así como especialista (Neale y Sacks, 2001b), en nuestro estudio se comportó como un depredador más especialista que los otros carnívoros, ya que la menor amplitud de nicho trófico fue para esta especie ($D_s = 0.60$). Sin embargo, debido a su adaptabilidad, en temporadas cortas y en función de la disponibilidad de recursos, puede reducir su dieta al consumo de sólo una o dos categorías alimentarias (Villalobos-Escalante *et al.*, 2014).

A pesar de la presencia de Poáceas (gramíneas), en los excrementos del gato montés y del coyote, no pueden ser consideradas parte de su dieta, ya que se presentaron en pedazos grandes, no triturados. Su presencia puede ser atribuida como un agente desparasitante, como fue evidenciado en Nuevo León, donde estuvieron asociadas a endoparásitos (céstodos) (Arnaud, 1992).

Aunque las dietas de los tres carnívoros fueron parecidas, el mayor traslape de nicho trófico se presentó entre las del gato montés-coyote ($O_{jk} = 0.71$ en temporada seca y $O_{jk} = 0.67$ en temporada de lluvia); el menor traslape de nicho

trófico se dio entre gato montés-zorro gris en temporada seca ($O_{jk} = 0.55$). En otros estudios se encontraron traslapes en la dieta de estos tres carnívoros, pero con valores diferentes a los de esta investigación. Así, por ejemplo, en las montañas de Santa Mónica, en California, el mayor traslape ocurrió entre gato montés-zorro gris ($O_{jk} = 0.79$) y el menor para coyote-zorro gris ($O_{jk} = 0.52$) (Fedriani *et al.*, 2000); mientras que en el condado de Mendocino, también en California, el mayor traslape ocurrió entre los coyotes-zorro gris durante verano y otoño ($O_{jk} = 0.89$), y el menor entre gato montés-zorro gris durante las mismas temporadas ($O_{jk} = 0.37$) (Neale y Sacks, 2001b). Esta diferencia entre zonas puede tener su origen en la disponibilidad y variabilidad y movilidad de las presas en cada una de ellas (Rosenzweig, 1966).

Dado que el estudio se llevó a cabo en la Estación Biológica “Laura Arriaga”, que es considerada una zona de refugio para fauna silvestre, ya que no existe perturbación por actividades humanas, los recursos alimentarios que aquí encuentran los tres carnívoros abordados se encuentran en un aparente buen estado, es decir, están disponibles a ser utilizados como presas, lo que puede ser un factor que permita la coexistencia de los tres depredadores. Es posible que en otras áreas, donde los recursos alimenticios sean más limitados, la coexistencia sea más difícil entre ellos.

La determinación de dietas, con base en el análisis de heces fecales, es una metodología no invasiva útil para los estudios de carnívoros, ya que no es necesario sacrificar animales; sin embargo, presenta el inconveniente de la subestimación de presas grandes y la sobreestimación de las presas pequeñas (Weaver y Hoffman, 1979).

Aunque parte del área de estudio estuvo representada por una zona de ganadería extensiva de bovinos, y de que el coyote ha sido señalado como un factor de riesgo para la actividad ganadera, por los daños económicos que su depredación provoca (Rolling *et al.*, 1995), no se encontraron indicios de depredación de bovinos ni caprinos, lo cual deberá ser considerado por

manejadores de fauna silvestre y ganaderos antes de pensar en implementar un control de este depredador, ya que la sola presencia del coyote en áreas con ganado no implica necesariamente que ocurrirá depredación sobre estos animales.

8.2 Nicho espacial

En el presente estudio, el traslape espacial entre el coyote y el zorro gris fue nulo, lo que probablemente evidencia que el zorro está evitando al coyote en el área de Comitán-Zacatecas. Esto concuerda con lo reportado por Chamberlain y Leopold (2005) en Mississippi y Small (1971) en Arizona, donde las interacciones negativas entre estas dos especies, con evidencias en el uso diferencial de los tipos de hábitat por ambos, puso de manifiesto la posibilidad de que el zorro gris evitaba espacialmente al coyote, ya que, como reporta Fedriani *et al.* (2000), el coyote es un factor que provoca mortalidad en los zorros.

En los estudios de Fedriani *et al.* (2000) y Small (1971) se observó una alta superposición entre la dieta de los dos cánidos, lo que aparentemente agudizó las interacciones negativas entre ellos, igualmente, en nuestro estudio, la dieta entre estos carnívoros fue similar, y la abundancia de recursos puede ser un factor que reduce entre ellos una eventual competencia. También la abundancia de recursos permitió la tolerancia entre zorro gris, coyote y gato montés en California, donde habitan en simpatría (Neale y Sacks, 2001b).

En otros estudios que abordan las interacciones entre coyotes y varias especies de zorros (*Vulpes vulpes*, *Vulpes velox* y *Vulpes macrotis*), se reportó que los coyotes ejercen dominancia sobre ellos, dada la manifestación de comportamientos agresivos y de depredación que presentan (Kitchen *et al.*, 1999; Major y Sherburne, 1987; Ralls y White, 1995; Sargeant y Allen, 1989).

Por otra parte, las relaciones entre gato montés y zorros han sido poco abordadas. En nuestro estudio, estas dos especies presentaron no muy altos

índices de traslapo de nicho espacial ($O_{jk} = 0.18$ y 0.35), sobre todo en el hábitat de arroyo, lo cual concuerda con lo reportado en California, donde no se encontraron evidencias de que los zorros evitaran a los gatos monteses (Fedriani *et al.*, 2000; Small, 1971). Sin embargo, en Ohio, se evidenciaron relaciones negativas entre el gato montés y el zorro gris (Rich *et al.*, 2018). En otro estudio, donde se examinó el uso del espacio por otro zorro (*Vulpes vulpes*) y el gato montés, no se mostró evidencia de la existencia de competencia entre ellos (Major y Sherburne, 1987).

Tanto el gato montés como el zorro gris presentan segregación de nicho espacial respecto al coyote, debido a sus bajos índices de traslapo (no hubo traslapo entre coyote y zorro gris, mientras que para coyote y gato montés el O_{jk} estuvo entre 0.01 y 0.14), tanto en arroyos como en planicies, lo que podría ser una evidencia de que lo están evitando en esta región de la península de Baja California. Si bien la talla corporal del gato montés es próxima a la del coyote, el felino tiende a evitarlo, porque como ya ha sido reportado, el coyote lo puede afectar negativamente por competencia directa, o por segregación espacial (Rich *et al.*, 2018).

En otros estudios se ha mostrado que el gato montés (Witczuk *et al.*, 2015) y el zorro gris (Farías *et al.*, 2012; Fedriani *et al.*, 2000; Sollmann *et al.*, 2013), prefieren zonas con mayor cobertura vegetal, donde exista la presencia de árboles o arbustos, lo cual coincide con este estudio, donde buen número de los registros fotográficos de las tres especies se presentaron en el hábitat de arroyo. Estos hábitats con árboles les permite trepar a ellos y escapar de peligros (Nowak y Paradiso, 1983; Sillero-Zubiri, 2009), por lo que les darían ventaja, tomando en cuenta que existen casos de depredación por parte del coyote (Farias *et al.*, 2005).

El ámbito hogareño y la densidad son factores que también pueden incidir en la coexistencia de carnívoros simpátricos, ya que a una mayor densidad y ámbitos hogareños reducidos, puede haber mayores presiones sobre los recursos alimentarios, generando competencia, además de que una mayor densidad

implica una mayor probabilidad de encuentros interespecíficos. En el área de Comitán-Zacatecas que no es un área tan grande, la abundancia de los tres carnívoros estudiados no es alta, como se evidenció en el número de excrementos colectadas y de los registros en el fototrampeo y de las trampas de huellas. Aunado a esto, con animales como el coyote, que tiene ámbitos hogareños y desplazamientos mayores que el gato montés y el zorro gris (Elizalde-Arellano *et al.*, 2014), la probabilidad de encuentros entre ellos se reduce. Si a lo anterior se suma que durante los períodos reproductivos las hembras de gato montés reducen sus desplazamientos (Rich *et al.*, 2018), la probabilidad de encuentros con coyotes puede reducirse. Por otra parte, dado que en la temporada seca el zorro presentó en el hábitat de planicie un mayor número de registro de huellas en las trampas olfativas, aunque prefiere el hábitat de arroyo con cobertura vegetal densa en sus márgenes, se mostró que a través del tiempo puede existir una diferenciación en el uso del hábitat, que puede implicar mayor o menor riesgo de ser depredado por coyotes en el área.

8.3 Nicho temporal

La técnica de fototrampeo utilizada en este estudio para identificar el nicho temporal, fue un método muy útil que permitió el estudio de tres especies que son difíciles de observar de manera directa en el campo, debido a sus hábitos secretivos y nocturnos.

Si bien los tres carnívoros presentaron actividad durante el día, como se pudo determinar a través del fototrampeo, sus principales horarios de actividad fueron durante la noche. El coyote durante la temporada seca tuvo su principal patrón de actividad entre las 20:00 y 00:00 h, mientras que durante la temporada de lluvias fue de 04:00 a 08:00 h, similar al que se ha registrado en otras regiones templadas (Bekoff, 1982; Elizalde-Arellano *et al.*, 2012), en donde se ha registrado que los coyotes están activos a cualquier hora del día, pero principalmente al

anochecer y al amanecer (actividad crepuscular). Este horario le permite evitar las altas temperaturas que se presentan durante el día en esta porción de Baja California Sur. Mientras que en el Desierto Chihuahuense, la actividad de este depredador parece estar relacionada parcialmente durante el crepúsculo con la actividad de los lagomorfos (Arias-Del Razo *et al.*, 2011).

En relación al gato montés, su principal patrón de actividad no varió en las temporadas de secas y de lluvias, registrándose este entre las 20:00 y 00:00 hrs, a diferencia de lo que se reporta en el Desierto de Mapimí, donde presenta dos picos principales de actividad, el primero durante el crepúsculo y el segundo al amanecer, por lo que es de tipo bimodal (Elizalde-Arellano *et al.*, 2012), lo cual también se ha observado en otras áreas de su distribución (Sunquist y Sunquist, 2002).

Por otro lado, el zorro gris durante los dos períodos (secas y lluvias), presentó actividad crepuscular, similar a lo reportado en otros estudios en Estados Unidos (Farías, 2012; Haroldson y Fritzell, 1984; Yearsley y Samuel, 1980). En general, los patrones de actividad de los carnívoros, con su reducción durante el día y un incremento durante la noche, puede ser una estrategia para evitar el estrés por calor, para seguir patrones de actividad de las presas, o para evitar la presión ejercida por otros depredadores o por humanos (Cypher, 2003).

El valor de transape de nicho temporal más alto ($O_{jk} = 0.85$), por hora de actividad, se dio en temporada seca para coyote- gato montés. Este par de especies también tuvo el valor más alto para temporada de lluvia ($O_{jk} = 0.53$). Los valores antes mencionados fueron parecidos a los obtenidos por Serna-Lagunes, *et al.* (2019).

Los valores con menor valor de transape temporal fueron para el par coyote-zorro gris, para ambas temporadas ($O_{jk} = 0.69$ en temporada seca y $O_{jk} = 0.22$ en temporada de lluvia). Con este análisis, se detectó que aunque estas

especies tienen horarios de actividad parecidos, tienen preferencia por ciertas horas para evitar encuentros.

Para facilitar la coexistencia, en la temporada seca, a pesar de que el coyote coincide en nicho temporal y nicho trófico con el gato montés, éste último se segrega en el nicho espacial. Para esta misma temporada, el zorro gris se segrega en el nicho trófico y temporal. Mientras que en temporada de lluvia, el zorro se segrega en el nicho espacial y temporal, lo cual coincide con lo reportado por Johnson *et al.* (1996), que menciona que los cánidos simpáticos reducen la competencia de explotación e interferencia al exhibir ambos segregación espacial y temporal.

9. CONCLUSIONES

Nicho trófico

- Las dietas de los tres carnívoros fueron similares ($O_{jk} = 0.5 - 0.7$)
- El mayor traslape en la dieta se presentó entre el gato montés y el coyote, sobre todo en temporada seca. ($O_{jk} = 0.71$).
- El zorro gris presenta cierta segregación en el nicho trófico, respecto a las otras dos ya que el principal componente de su dieta son los invertebrados.

Nicho espacial

- El traslape en el uso del espacio entre las tres especies fue bajo ($O_{jk} = 0.01 - 0.35$).
- El gato montés y el zorro gris presentaron los valores de traslape más altos, sobre todo en los arroyos ($O_{jk} = 0.18- 0.35$), tanto en temporada seca como después de las lluvias.
- El gato montés y el zorro gris presentaron segregación de nicho espacial respecto al coyote, ya que no hubo traslape entre el zorro gris y este cánido, mientras que gato montés y el coyote presentaron índices muy bajos de traslape en arroyo ($O_{jk} = 0.01-0.14$).
- Las trampas olfativas fueron más útiles para detectar al zorro gris.

Nicho temporal

- El horario de actividad del gato montés, durante todo el año, fue entre las 20.00 y 00:00 hrs, comportándose como nocturno).
- Las principales horas de actividad de los cánidos fueron de 20:00 a 00:00 hrs en época de secas y de 04:00 a 08:00 en la época de lluvias.
- En el traslape por horas, el coyote y gato montés tuvieron el valor más alto tanto para temporada seca ($O_{jk} = 0.85$), como para temporada de lluvia ($O_{jk} = 0.53$)

- Los valores con menor valor fueron para el par coyote-zorro gris ($O_{jk} = 0.69$, en temporada seca y $O_{jk} = 0.22$ en temporada de lluvia)

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, podemos aceptar la hipótesis planteada "...en la zona de Comitán-Zacatecas, se espera que exista un reparto efectivo de los recursos para evitar la competencia mediante una diferenciación de sus nichos", ya que se obtuvo un patrón de coexistencia dinámico, en el que las tres especies evitan la competencia, usando diferente alimento, hábitat y también horas de actividad distintas en las diferentes temporadas del año.

9.1 Recomendaciones

- La estación Biológica del CIBNOR “Laura Arriaga”, es un lugar altamente propicio para llevar a cabo el seguimiento de la fauna silvestre ya que la perturbación debido a la influencia humana por investigadores es muy baja, además el rancho ganadero “Zacatecas” aledaño, tiene acceso restringido, por contar con puerta con cadena, por lo que la presencia humana es escasa. La ganadería extensiva de bovinos no es alta, el número de unidades animales es reducido, por lo que no se aprecian efectos de sobrepastoreo en el hábitat.
- Realizar un estudio de radiotelemetría considerando a las tres especies de carnívoros para conocer con precisión los tamaños de sus ámbitos hogareños, movimientos y horarios de actividad.
- Realizar estudios durante más tiempo para aumentar el tamaño de muestra de excrementos y poder tener más información sobre nicho trófico.
- Utilizar un mayor número de cámaras trampa.

10. LITERATURA CITADA

Alvarez-Castañeda, S.T., J. L. Patton. 1999. Mamíferos del Noroeste Mexicano. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B.C.S. 237p.

Alvarez-Castañeda, S.T., J.L. Patton. 2000. Mamíferos del Noroeste Mexicano II. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B.C.S. 237p.

Álvarez-Castañeda, S. T., E. Ríos, P. Cortés-Calva, N. González-Ruiz, C.G Suárez-Gracida. 2008. Mamíferos de las Reservas de El Valle de los Cirios y El Vizcaíno. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. La Paz, B.C.S. 352p.

Álvarez, A.T., M.S. Sarabia. 2006. Espectro alimentario de *Aspidoscelis deppii* (Sauria: Teiidae). Revista de Zoología. 17:39–45.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz, México. Veracruz, México. 195p.

Arias-Del Razo I., L. Hernández, J. W. Laundré, O. Myers. 2011. Do predator and prey foraging activity patterns match? A study of coyotes (*Canis latrans*) and lagomorphs (*Lepus californicus* and *Sylvilagus audubonii*). J. Arid Environ. 75:112-118.

Arnaud, G., Acevedo M. 1990. Hábitos Alimenticios de la Zorra Gris *Urocyon cinereoargenteus* (*Carnivora: Canidae*) en la Región Meridional de Baja California, México. Rev. Biol. Trop. 38(2B): 497-500.

Arnaud, G. 1992. Ecología alimenticia del coyote (*Canis latrans* Say 1823) en una región ganadera del norte del estado de Nuevo León, México. Tesis (Maestría en Ciencia). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. 58 p.

Arnaud, G., 1993 Alimentación del coyote (*Canis latrans*) en Baja California Sur, México. En: Medellín, R. A. y G. Caballos (eds.). Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones Especiales. Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, D. F. pp. 205-215.

Arnaud, G., S. Alvarez-Cárdenas, P. Cortés-Calva. 2012. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. En: Ortega-Rubio A., M. Lagunas-Vázquez y L. F. Beltrán-Morales (eds.). Evaluación Biológica y Ecológica de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México. pp 145-161.

Arriaga, L., A. Breceda, Y. Maya, J. L. León, S. Alvarez. 1989. La vegetación del Comitán, Baja California Sur. Simposio Estudio Florístico Sinaloense. Universidad Autónoma de Sinaloa, CGIP-ESA y CNFM. 2-3 marzo. Culiacán, Sinaloa.

Arruda A., J. C Motta- Junior. 2004 Hábitos alimentarios de dos cánidos sintópicos, el aguara guazú (*Chrysocyon brachyurus*) y el zorro del monte (*Cerdocyon thous*), en el sudeste de Brasil. Rev. chil. hist. nat.77 (1):5-14.

Balme, G. A., R. T. Piman, H. S. Robinson, J. R. B. Miller, P. J. Funston, L. T. B. Hunter. 2017. Leopard distribution and abundance is unaffected by interference competition with lions. Behav. Ecol. 28 (5): 1348–1358.

Bailey, T. N. 1974. Social organization in a bobcat population. J. Wildl. Manage.38: 435-466.

Barravientos, R., E. Virgós, 2006. Reduction of Potential food interference in two sympatric carnivores by sequential use of shared resources. Acta Oecol. 30:107-116.

Barull, J., Mate I., Ruiz Olmo J., Casanovas J.G., Gosálbez J., Salicrú M. 2014. Factors and Mechanisms that explain Coexistence in a Mediterranean carnivore assemblage: an integrated study based on camera trapping and Diet. Mamm. Biol. 77 (5): 369- 376.

Bekoff, M. 1977. *Canis latrans* Say. Mamm. Species, 79, 1-9.

Bekoff, M., M.C. Wells, 1981. Behavioral budgeting by wild coyotes: the influence of food resources and social organization. Anim. Behav. 29: 794-801.

Bekoff, M. 1982. Coyote, *Canis latrans*. En: Chapman J. A., G. A Feldhamer (eds.). Wild mammals of North America, Biology, Management and Economics. John Hopkins University Press. USA. pp 447-459.

Bennie, J.J., J.P Duffy., R. Inger, K. J. Gaston. 2014. Biogeography of time partitioning in mammals. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 111: 13727–13732.

Benton, M. B., S. A. Cerda-Navarro, K. R. Keck, B. N. McKnight. 2013. Analysis of the seasonal activity rate of sympatric carnivores and their prey in Saguaro National Park. En: Gottfried, G. J., P. F. Ffolliott, B. S. Gebow, L. G. Lane, L. C. Collins. Merging science and management in a rapidly changing world: Biodiversity and Management of the Madrean Archipelago III and 7th Conference on Research and Resource Management in the Southwestern Deserts. Tucson, AZ. Proceedings. RMPRS-P-67. Fort Collins, CO: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. pp 448- 453.

Bianchi, R. C., N. Olifiers, M. E. Gompper, G. Mourão. 2016. Niche Partitioning among Mesocarnivores in a Brazilian Wetland. PLoS ONE. 11(9): e0162893.

Blázquez M.C. 2013. Anexo 6. Listado de reptiles y anfibios. En: León de la Luz J.L., M. C. Blázquez Moreno, A. Ortega-Rubio. (Eds.). ¿Qué se mueve en el desierto? Historias de un matorral sarcocaulé. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Primera Edición. La Paz, B.C.S., México. pp. 201-202.

Blázquez, M.C., Cortés-Calva P. 2013. Anexo 8. Listado de mamíferos. En: León de la Luz J.L., M. C. Blázquez Moreno, A. Ortega-Rubio. (Eds.). ¿Qué se mueve en el desierto? Historias de un matorral sarcocaulé. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Primera Edición. La Paz, B.C.S., México. pp. 207-208.

Bond, R. M. 1934. Coyote food habits on the Lava Beds National Monument. J Wildl Manage. 3:180-198.

Bowers, N.; R. Bowers, Rick; K. Kaufman. 2004. Kaufman Field Guide to Mammals of North America. Houghton Mifflin Harcourt. Doceava Edición. Boston, MA, USA. 352p.

Bowyer, R. T., S. A. McKenna y M. E. Shea. 1983. Seasonal changes in coyote food habits as determined by fecal analysis. Am. Midl. Nat. 109:266-273.

Ceballos, G. 2005. Orden Carnivora. En: Ceballos G. y G. Oliva (eds.). Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México. pp 348-425.

Ceballos, G., Arroyo-Cabrales J., Medellín R., Medrano L., Oliva G. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 988p.

Chamberlain, M.J., C.D. Lovell, B.D Leopold, 2000. Spatial-use patterns, movements, and interactions among adult coyotes in central Mississippi. Can. J. Zool. 78: 2087–2095.

Chamberlain, M., B. Leopold, 2005. Overlap in Space Use among Bobcats (*Lynx rufus*), Coyotes (*Canis latrans*) and Gray Foxes (*Urocyon cinereoargenteus*). Am. Midl. Nat. 153(1):171-179.

Chávez, C. A. De la Torre, H. Barcenás, R. Medellín, H. Zarza, G. Ceballos 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Chávez-Ramírez, F., y D. R. Slack. 1993. Carnivore fruit-use and seed dispersal of two selected plant species of the Edwards Plateau, Texas. *Southwest. Nat.* 38:141-145.

Chen, M., M. E. Tewes, K. Pei, L. I. Grassman. 2009. Activity patterns and habitat use of sympatric small carnivores in southern Taiwan. 73(1):20-26.

Chiang, Po-Jen, K. Pei, M. R. Vaughan, C-F Li. 2012. Niche Relationships of Carnivores in a Subtropical Primary Forest in Southern Taiwan. *Zool. Stud.* 51(4): 500-511

Clark, F. W. 1972. Influence of jackrabbit density on the coyote population change. *J Wildl Manage.* 36:343-356

Corbett, L.K. 1989. Assessing the diet of dingoes from feces: a comparison of 3 methods. *J. Wildl. Manage.* 53: 343—346.

Cortés-Calva, P., A. Gutiérrez-Ramos, M. de la Paz-Cuevas, C.A. Segura- Trujillo, E. Aguilar-Miller, E. Rios y S.T. Álvarez-Castañeda. 2016. Mamíferos de Baja California Sur, México. En: Briones-Salas M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. Sosa-Escalante (eds.). *Riqueza y conservación de los mamíferos a nivel estatal Vol. 1.* IBUNAM-AMMAC-Universidad de Guanajuato, Ciudad de México. pp. 91-127.

Cypher, B. L. 1993. Food item use by three sympatric canids in southern Illinois. *Trans. Ill. State Acad. Sci.* 86:139–144.

Cypher, B. L. 2003. Foxes. En: Feldhamer G.A., B.C. Thompson, J.A. Chapman (eds.) *Wild Mammals of North America: biology, management, and conservation.* John Hopkins University. Baltimore, Maryland. USA. pp 511–546.

Danner, D. A. y N. Nod. 1982. Comparison of coyote and gray fox scats diameters. *J. Wildl. Manag.* 46:240-241.

Delibes, M., M.C. Blázquez, R. Rodríguez Estrella, S.C. Zapata. 1997. Seasonal Food habits of Bobcats (*Lynx rufus*) in subtropical Baja California Sur, Mexico. *Can. J. Zool.*75: 478-483.

Dibello, F.J., S.M. Arthur, W.B. Krohn. 1990. Food habits of sympatric coyotes, *Canis latrans*, red foxes, *Vulpes vulpes*, and bobcats, *Lynx rufus*, in Maine. *Can. field-nat* 104:403-408.

Elizalde-Arellano, C., López-Vidal, J. C., Hernández, L., Laundré, J. W., F. M. Morales-Mejía. 2014. Bases para el monitoreo de dos especies de carnívoros medianos en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango. Instituto Politécnico

Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto GT022. México. D.F.

Farias, V., T.K. Fuller, R. K. Wayne, R. M.Sauvajot. 2005. Survival and cause-specific mortality of gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in southern California. *J. Zool. Lond.* 266: 249-254.

Fariás, V., T. K. Fuller y R. M. Sauvajot. 2012. Activity and distribution of Gray Foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in Southern California. *Southwest. Nat.* 57(2):176-181.

Fedriani, J. M., T.K Fuller, R.M. Sauvajot, E.C. York. 2000. Competition and intraguild predation among three sympatric carnivores. *Oecologia.* 125(2):258-270.

Fritzell, E. K., K. J. Haroldson. 1982. *Urocyon cinereoargenteus*. *Mammalian Species.* Amer. Soc. Mamm. 189:1-8.

Foster, V. C., P. Sarmiento, R. Sollmann, N. Torres, A. T. A. Jácomo, N. Negrões, C- Fonseca y L. Silveira. 2013. Jaguar and Puma activity patterns and predator-prey interactions in four Brazilian biomes. *Biotropica.* 45: 373–379.

Gallina, S. y J. Bello. 2014. Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *Therya.* 5(2): 423-436.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Gese, E. M., O. J. Rongstad, W. R. Mytton. 1988. Home range and habitat use of coyotes in southeastern Colorado. *J. Wildl. Manage.* 52:640–646.

Gese, E. M., S. Grothe. 1995. Analysis of coyote predation on deer and elk during winter in Yellowstone National Park, Wyoming. *Am. Midl. Nat.* 133(1):36-43.

Gompper, M., D. B. R. Lesmeister, J.C. Ray, J.R. Malcolm, R. Kays. 2016. Differential Habitat Use or Intraguild Interactions: What Structures a Carnivore Community. *PLoS ONE* 11(1): e0146055.

González-Abraham, C. E., P. P. Garcillán, E. Ezcurra. 2010. Ecorregiones de la península de Baja California: una síntesis. *Bol. Soc. Bot. México.* 82(87):69–82.

González, G., V. M. Sánchez, L. I. Íñiguez, E. Santana, T. Fuller. 1992. Patrones de actividad del coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*) en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Anales del Instituto de Biología, serie Zoología. 63(2):293-299.

Grajales-Tam, K. M. y A. González-Romero. 2014. Determinación de la dieta estacional del coyote (*Canis latrans*) en la región norte de la Reserva de la Biosfera Mapimí, México. Rev. Mex. Biodiv. 85 (2): 553-564.

Green, J. S. y J. T. Flinders. 1981. Diameter and pH comparisons of coyote and red fox scats. J. Wildl. Manag. 45:765-767.

Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. Vol. 2. John Wiley and Sons. Second edition. New York, USA. 60 p.

Haroldson, K. J., E. K. Fritzell. 1984. Home ranges, activity, and habitat use by gray foxes in an oak-hickory forest. J. Wildl. Manag. 48:222-227.

Hutchinson, G.E. 1957. Concluding Remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. 22: 415-427.

INEGI. 1999. Mapas de estados y municipios. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Ags, México.

Johnson, M. K., R. M. Hansen. 1977. Foods of coyotes in the Lower Grand Canyon, Arizona. Arizona Academy of Sciences. 12:81-83.

Johnson, W. E., T. K. Fuller, W. L. Franklin. 1996. Symparty in canids: a review and assessment. En: Gittleman J. L. (Ed.). Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution. Cornell University Press. Ithaca, New York. pp 198-218.

Juárez, K. M., J. Marinho-Filho. 2002. Diet, habitat use, and home range of sympatric canids in central Brazil. J. Mammal. 83 (4): 925-933.

Kamler, J. F., W.B. Ballard, R. L. Gilliland, P.R. Lemons, K Mote. 2003. Impacts of coyotes on swift foxes in northwestern Texas. J. Wildl. Manage. 67: 317-323.

Kitchen, A. M., E. M. Gese, E.R. Schauster. 1999. Resource partitioning between coyotes and swift foxes: space, time, and diet. Can. J. Zool. 77(10): 1645-1656.

Kleiman, D. G., J. F. Eisenberg. 1973. Comparisons of canid and felid social systems from an evolutionary perspective. Anim. Behav. 21(4): 637-659.

Knowlton, F. F. 1972. Preliminary interpretations of coyote population mechanics with some management implications. J. Wildl. Manage. 36:369-382.

Koehler, G., M. Hornocker. 1991. Seasonal Resource Use among Mountain Lions, Bobcats, and Coyotes. *J. Mammal.* 72(2): 391-396.

Korschgen, J. L. 1987. Procedimiento para el análisis de los hábitos alimentarios. En: Rodríguez, R (ed.). *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre.* The Wildlife Society. Maryland. pp 119-131.

Kronfeld-Schor, N, T. Dayan 2003 Partitioning of time as an Ecological Resource. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 153-181.

Kurten, II. 1968. *Pleistocene mammals of Europe.* Aldine Publishing Company. Chicago. 317p.

León de la Luz, J. L., R. Coria B., M. Cruz. 1996. Fenología reproductiva de una flora árido-tropical de Baja California Sur, México. *Acta Botánica Mexicana.* 35: 45-64.

León de la Luz, J. L., J. J. Pérez-Navarro, A. Breceda. 2000. A transitional xerophytic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *J. Veg. Sci.* 11:555- 564.

Lesmeister, D. B., C. K. Nielsen, E. M. Schaubert, E. Hellgren. 2015. Spatial and Temporal Structure of a Mesocarnivore Guild in Midwestern North America. *Wildlife Monogr.* 191 : 1-61.

Linhart, S. B., F. F. Knowlton. 1975. Determining the relative abundance of coyotes by scent station lines. *Wildl. Soc. Bull.* 3:119-124.

Linnell J. D. C., O. Strand. 2000. Interference Interactions, co-existence and Conservation of Mamalian Carnivores. *Divers. Distrib.* 6: 169- 176.

Litvaitis, J. A, J. H. Shaw. 1980. Coyote movements, habitat use, and food habits in Southwestern Oklahoma. *J. Wildl. Manage.* 44:62-68.

López-Vidal, J.C., C. Elizalde-Arellano, L. Hernández, Laundré J.W., González-Romero A., Cervantes F. A. 2014. Foraging of the bobcat (*Lynx rufus*) in the Chihuahuan Desert: Generalist or Specialist? *Southwest. Nat.* 59(2): 157–166.

McCord, C. M., J. E. Cardoza. 1982. Bobcat and lynx. En: Chapman, J. A., G. A. Feldhamer (eds.) *Wild mammals of north America: biology, management and economics.* Johns Hopkins University Press. Baltimore. U. S. A. pp 728-766.

MacCracken, J. G., D. W. Uresk. 1984. Coyote foods in the Black Hills, South Dakota. *J. Wildl. Manage.* 48 (4):1420-1423.

Maffei, L., Cuellar, E., J. Noss. 2002. Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista boliviana de ecología y conservación ambiental*. 11: 55-65.

Major, J.T., J.A. Sherburne. 1987. Interspecific relationships of coyotes, bobcats and red foxes in western Maine. *J. Wildl. Manage.* 51: 606–616.

Meinzer, W., D. N. Ueckert y J. T. Flinders. 1975. Hábitos alimenticios de coyotes en las planicies onduladas de Texas. *J. Range Manage.* 4:276-281.

Merlin P., Siminsky P. 2000. Mammals. En: Phillips, S. J., P. W. Comus (eds.). *A Natural History of the Sonoran Desert*. Arizona-Sonoran Desert Museum Press. Tucson, Arizona. The University of California Press. Berkeley, California. pp 461-507.

Minjarrez, I. 2013. Análisis de la distribución del puma (*Puma concolor*) en Sierra La Giganta, Baja California Sur. Tesis (Maestría en Ciencias). La Paz, BCS. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 88 p.

Mulder, J. B. 1979. Food selection by wild-caught captive coyotes. *Trans. Kans. Acad. Sci.* 2:63-66.

Neale, J.C.C., B. N. Sacks. 2001a. Resource utilization and interspecific relations of sympatric bobcats and coyotes. *Oikos*. 94(2):236 – 249

Neale, J. C. C., B. N. Sacks. 2001b. Food habits and space use of gray foxes in relation to sympatric coyotes and bobcats. *Can. J. Zool.* 79(10): 1794-1800.

Nellis, C. H., L. B. Keith. 1976. Population dynamics of coyotes in Central Alberta. *J Wildl Manage.* 40:389-399.

Nowak, R. M., J. L. Paradiso. 1983. *Walker's Mammals of the World*. John Hopkins University Press. Fourth Edition. Baltimore & London. 642p.

Nowak, R. M. 2005. *Walker's Carnivores of the world*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. 244p.

O'brien, T.G., M.F. Kinnaird, H.T. Wibisono, 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Anim. Conserv.* 6(2):131-139.

Ortega-Rubio, A., M. Lagunas-Vázquez. 2013. Génesis, trascendencia y perspectivas de la Estación Biológica Dra. Laura Arriaga Cabrera. En: León de la Luz J.L., M. C. Blázquez Moreno, A. Ortega-Rubio. (eds.). *¿Qué se mueve en el*

desierto? Historias de un matorral sarcocaula. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Primera Edición. La Paz, México. pp. 13-12.

Paz, F., H. Díaz. 2018. Relaciones entre la precipitación, producción de biomasa e índices espectrales de la vegetación: alcances y limitaciones. *Terra Latinoamericana*. 36: 153-168.

Pianka, E. R. 1981. Competition and niche theory. En: May R. M. (ed.). *Theoretical ecology: principles and applications*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, United Kingdom. pp 167–196.

Pianka, E.R. 1986. Ecological phenomena in evolutionary perspective. En: Polunin N. (ed). *Ecosystem Theory and Application*. Wiley and Sons. pp 325–336.

Prugh, L. R., C.J. Stoner, C. W. Epps , W.T. Bean, W. J. Ripple, A.S. Laliberte, J.S. Brashares. 2009. The Rise of the Mesopredator. *BioScience*. 59 (9): 779-791.

Ralls, K., P. J. White. 1995. Predation on San-Joaquin kit foxes by larger canids. *J. Mammal*. 76: 723–729.

Ramesh, T., R., Kalle, K. Sankar, Q. Qureshi. 2012. Spatio-temporal partitioning among large carnivores in relation to major prey species in Western Ghats. *J. Zool*. 287: 269–275.

Rich M, Thompson C, S. Prange, V.D. Popescu. 2018. Relative Importance of Habitat Characteristics and Interspecific Relations in Determining Terrestrial Carnivore Occurrence. *Front. Ecol. Evol*. 6-78:1-13.

Ritchie, E. G., Johnson C. N. 2009. Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecol. Lett*. 12: 982-998.

Rollins, D., C. Richardson, T. Blankenship, K. Canon, S. Henke (eds). 1995. *Coyotes in the Southwest: A Compendium of Our Knowledge*. Texas Parks and Wildlife Department. USA. 180p

Rosenzweig, M.L. 1966. Community structure in sympatric Carnivora. *J. Mammal*. 47: 602–612.

Sacks, N., M. M. Jaeger, J. C. C. Neale, D. R. McCullough. 1999. Territoriality and Breeding Status of Coyotes Relative to Sheep Predation. *J Wildl Manage*. 63 (2): 593-605.

Samuel, D. E., B. B. Nelson. 1982. Foxes. En: Chapman J.A., G.A. Feldhamer. (eds.) *Wild Mammals of North America: biology, management, and economics*. John Hopkins University. First edition. Baltimore, Maryland. pp 475–503.

- Sánchez-González, R., M. Hernández-Saint, D. Anuar, Rosas-Rosas, C. Octavio, J. García-Chávez, 2018. Diet and Abundance of Bobcat (*Lynx rufus*) in the Potosino-Zacatecano Plateau, Mexico. *Therya*. 9(2): 107-112.
- Sargeant, A. B., S.H. Allen, 1989. Observed interactions between coyotes and red foxes. *J. Mammal*. 70: 631–633.
- Schoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*.185: 27-39.
- Schoener, T. W. 1983. Field experiments on interspecific competition. *Am. Nat*. 122: 240-285.
- Schuette, P., A. Wagner, M. Wagner, S. Creel. 2013. Occupancy patterns and niche partitioning within a diverse carnivore community exposed to anthropogenic pressures. *Biol. Conserv*. 158:301-312.
- Serna-Lagunes R., L.R. Álvarez-Oseguera, D. M. Ávila-Nájera, O. R. Leyva-Ovalle, P. Andrés-Meza, B. Tiga. 2019. Temporal overlap in the activity of *Lynx rufus* and *Canis latrans* and their potential prey in the Pico de Orizaba National Park, Mexico. *Anim. Biodiv. Conserv*. 42 (1): 153–161.
- Servín, J. 2013. Perspectivas de estudio, conservación y manejo de los Carnívoros en México. *Therya*. 4:427-430.
- Shreve, F. 1937. The vegetation of the Cape Región of Baja California. *Madroño*.4:105-113.
- Shreve, F., I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Two volumes. Stanford University Press.
- Sillero-Zubiri, C. 2009. The Canidae. En: Wilson, D. and R Mittermeier (Ed). *The Handbook of the Mammals of the World*. Vol 1. Carnivora. Lynx Edicions, Barcelona. 728p.
- Silva E. A., Mendoza R. 2013. Anexo 7. Listado de aves no-marinas. En: León de la Luz J.L., M. C. Blázquez Moreno, A. Ortega-Rubio. (Eds.). *¿Qué se mueve en el desierto? Historias de un matorral sarcocaulé*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Primera Edición. La Paz, B.C.S., México. pp. 201-202.
- Simberloff D., T. Dayan. 1991. The Guild Concept and the Structure of Ecological Communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst*. 22:115-43.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*. 163: 688.

Small, R.L. 1971. Interspecific competition among three species of Carnivora on the Spider Ranch, Yavapai Co., Arizona. Thesis (M.S.). Tucson AZ. University of Arizona. 78 p.

Sollmann, R., A. Mohamed, H. Samejima y A. Wilting. 2013. Risky business or simple solution - Relative abundance indices from camera-trapping. *Biol. Conserv.* 159: 405–412

Sovada, M. A., C. Roy, J.B. Bright, J.R. Gillis. 1998. Causes and rates of mortality of swift foxes in western Kansas. *J. Wildl. Manage.* 62: 1300 -1306.

Sunquist M., F. Sunquist. 2002. *Wild cats of the world.* University of Chicago press. USA. 452p.

Tafolla-Muñoz, R. A. 2016. Riqueza, abundancia y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes en el municipio de Victoria, Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Guanajuato. Tesis (Licenciatura en biología). Michoacán, México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 79 p.

Todd, A. W., L. B. Keith, C. A. Fischer. 1981. Population ecology of coyotes during a fluctuation of snowshoe hares. *J. Wildl. Manage.* 45:629-640.

Toretta E., M. Serafini, F. Puopolo, L. Schenone. 2015 Spatial and temporal adjustments allowing the coexistence among carnivores in Liguria (N-W Italy). *Acta Ethol.* 19: 123-132.

Toweill, D. E. 1986. Resource partitioning by bobcats and coyotes in a coniferus forest. Thesis. (Ph. D.) Corvallis, Oregón. USA. Oregon State University. 155 p.

Valeix, M., Loveridge A.J., Chamaillé-Jammes S., Davidson Z., Murindagomo F., Fritz H., Macdonald D. W. 2009. Behavioral adjustments of African herbivores to predation risk by lions: Spatiotemporal variations influence habitat use. *Ecology.* 90(1): 23–30.

VanVuren, D., S. E. Thompson. 1982. Opportunistic feeding by coyotes. *Northwest Sci.* 56:131-135.

Velderrain A. 2007. Estructura de la vegetación en montículos en una planicie aluvial de Baja California Sur. Tesis. (Maestría en Ciencias). La Paz, BCS. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 65 p.

Velderrain-Algara, L.A., J. L. León-de la Luz, Maya-Delgado. 2010. Estructura de la vegetación en montículos de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Polibotánica.* 29:67-90.

- Vieira, E., D. Port. 2007. Niche overlap and resource partitioning between two sympatric fox species in southern Brazil. *J. Zool.* 272: 57–63.
- Villalobos-Escalante, A., A. Buenrostro-Silva, G. Sánchez-de la Vega. 2014. Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therya*, 5(1): 355-363.
- Viota, M., Rodríguez, A., J. V López-Bao, F. Palomares. 2012. Shift in microhabitat use as a mechanism allowing the coexistence of victim and killer carnivore predators. *Open Journal of Ecology.* 2 (3): 115-120.
- Weaver, J. L. 1979. Comparison of the coyote and wolfscats diameters. *J. Wildl. Manag.* 43 (3) :786-788.
- Weaver, J.L.; S.W. Hoffman. 1979. Differential detectability of rodents in coyote scats. *J. Wildl. Manag.* 43 (3): 783-786.
- Wilson, D.E. 2009. Class Mammalia. En: D.E. Wilson, R.A. Mittermier (eds.). *Handbook of the Mammals of the World Vol. 1. Carnivores.* Lynx editions. Barcelona. España. 728p.
- Wilson R. R., T. L. Blankenship, M.B. Hooten, J.A. Shivik. 2010. Prey-mediated avoidance of an intraguild predator by its intraguild prey. *Oecologia.* 164:921–929.
- Witczuk J., S. Pagacz, J. Gliwicz, L.S. Mills. 2015. Niche overlap between sympatric coyotes and bobcats in highland zones of Olympic Mountains, Washington. *J. Zool.* 297(3):176-183.
- Witthaker R. H., S. A. Levin (eds.) 1976. *Niche: Theory and Application.* Benchmark papers in ecology. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania. 448p.
- Yearsley, E. F., D. E. Samuel. 1980. Use of reclaimed surface mines by foxes in West Virginia. *J. Wildl. Manag.* 44:729–734.

11. ANEXOS

ANEXO A: Porcentaje de ocurrencia de items en dieta de coyote (Temporada seca). $n =$ número total de excrementos. $\% o = (\text{Número de excrementos "x" ítem}) / (\text{Número total de excrementos}) \times 100$.

n = 30	
ITEMS	% o
PRESAS	
Mamíferos	
<u>Lagomorpha</u>	
<i>Lepus californicus</i>	50.00
<u>Rodentia</u>	
Heteromyidae	
<i>Chaetodipus arenarius</i>	6.67
<i>Chaetodipus spinatus</i>	36.67
Cricetidae	
Roedores del género <i>Peromyscus</i>	3.33
<i>Neotoma bryanti</i>	6.67
<u>Carnivora</u>	
Canidae	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	10.00
Aves	
No identificadas	36.67
Reptiles	
<u>Squamata</u>	
<i>Sceloporus zosteromus</i>	10.00
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	13.33
<i>Crotalus</i> spp.	6.67
Colubridae	16.67
Artrópodos	
Insecta	
Scarabaeidae	16.67
Acrididae	6.67
Formicidae	6.67
Arachnida	
<u>Scorpiones</u>	0.00
<u>Aranea</u>	3.33

ITEMS	% o
Myriapoda	0.00
MATERIAL VEGETAL	
Hojas	
Cactaceae	
<i>Stenocereus gummosus</i>	3.33
Fabaceae	
<i>Olneya tesota</i>	30.00
<i>Prosopis articulata</i>	26.67
<i>Lysiloma candidum</i>	3.33
Poaceae	23.33
Semillas	
Amaranthaceae	
<i>Amaranthus palmeri</i>	3.33
Burseraceae	
<i>Bursera microphylla</i>	10.00
Cactaceae	
<i>Stenocereus thurberi</i> var. <i>thurberi</i>	3.33
Fabaceae	
<i>Lysiloma candidum</i>	6.67
Poaceae	10.00

ANEXO B: Porcentaje de ocurrencia de ítems en dieta de coyote (Temporada de lluvia). n = número total de excrementos. % o = (Número de excrementos "x" ítem) / (Número total de excrementos) x 100.

$n = 12$	
ITEMS	% o
PRESAS	
Mamíferos	
<u>Lagomorpha</u>	
<i>Lepus californicus</i>	41.67
<u>Rodentia</u>	
Heteromyidae	
Roedores del género <i>Chaetodipus</i>	25.00
<i>Chaetodipus spinatus</i>	25.00
Cricetidae	
<i>Neotoma bryanti</i>	16.67
<u>Carnivora</u>	
<u>Canidae</u>	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	8.33
Aves	
No identificados	25.00
Reptiles	
<u>Squamata</u>	
<i>Sceloporus zosteromus</i>	8.33
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	8.33
<i>Crotalus</i> spp.	16.67
<u>Colubridae</u>	
Artrópodos	
<u>Insecta</u>	
Scarabaeidae	25.00
Acrididae	8.33
Formicidae	16.67
<u>Arachnida</u>	
<u>Scorpiones</u>	
Myriapoda	8.33
MATERIAL VEGETAL	
Hojas	
Capparaceae	0.00
<i>Capparis atamisquea</i>	8.33

ITEMS	% o
Fabaceae	
<i>Olneya tesota</i>	16.67
<i>Prosopis articulata</i>	16.67
Poaceae	25.00
Semillas	
Burseraceae	
<i>Bursera microphylla</i>	8.33
Cactaceae	
<i>Pachycereus pringlei</i>	8.33
Poaceae	8.33
Rhamnaceae	8.33
semilla no identificada 2	8.33
semilla no identificada 3	16.67

ANEXO C: Porcentaje de ocurrencia de ítems en dieta de gato montés (Temporada seca) n = número total de excrementos. % o = (Número de excrementos "x" ítem) / (Número total de excrementos) x 100.

n = 56	
ITEMS	% o
PRESAS	
Mamíferos	
<u>Lagomorpha</u>	
<i>Lepus californicus</i>	32.14
<u>Rodentia</u>	
Heteromyidae	
Roedores del género <i>Chaetodipus</i>	3.57
<i>Chaetodipus arenarius</i>	3.57
<i>Chaetodipus spinatus</i>	39.29
Cricetidae	
Roedores del género <i>Peromyscus</i>	5.36
<i>Neotoma bryanti</i>	14.29
Aves	
No identificados	53.57
<u>Passeriformes</u>	
<i>Cardinalis cardinalis</i>	3.57
<u>Piciformes</u>	
<i>Colaptes chrysoides</i>	1.79
Reptiles	
<u>Squamata</u>	
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	3.57
<i>Sceloporus zosteromus</i>	8.93
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	10.71
Phrynosomatidae	1.79
<i>Crotalus</i> spp.	7.14
Colubridae	14.29
Artrópodos	
Insecta	
Scarabaeidae	10.71
Acrididae	16.07
Formicidae	17.86

ITEMS	% o
Arachnida	0.00
Scorpiones	5.36
Aranea	1.79
Myriapoda	7.14
MATERIAL VEGETAL	
Hojas	
Amaranthaceae	
<i>Amaranthus palmeri</i>	1.79
Burseraceae	
<i>Bursera microphylla</i>	3.57
Celastraceae	
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	1.79
Fabaceae	
<i>Olneya tesota</i>	28.57
<i>Prosopis articulata</i>	26.79
Krameriaceae	
<i>Krameria paucifolia</i>	1.79
Poaceae	25.00
Semillas	
Burseraceae	
<i>Bursera microphylla</i>	10.71
Cactaceae	
<i>Pachycereus pringlei</i>	1.79
Euphorbiaceae	
<i>Jatropha cuneata</i>	1.79
Fabaceae	
<i>Lysiloma candidum</i>	5.36
Krameriaceae	
<i>Krameria paucifolia</i>	7.14
Loranthaceae	
<i>Phoradendron californicum</i>	1.79
Poaceae	3.57
Polygonaceae	
<i>Antigonon leptopus</i>	1.79
semilla no identificada 1	3.57
semilla no identificada 2	3.57
semilla no identificada 3	3.57
Fruto	
Loranthaceae	
<i>Phoradendron californicum</i>	3.57

ITEMS	% o
Fruto no identificado	1.79
Flor	
Celastraceae	
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	1.79

Anexo D: Porcentaje de ocurrencia de ítems en dieta de gato montés (Temporada de lluvia). n = número total de excrementos. % o = (Número de excrementos "x" ítem) / (Número total de excrementos) x 100.

n = 54	
ITEMS	% o
PRESAS	
Mamíferos	
<u>Lagomorpha</u>	
<i>Lepus californicus</i>	53.70
<u>Rodentia</u>	
Heteromyidae	
Roedores del género <i>Chaetodipus</i>	20.37
<i>Chaetodipus spinatus</i>	25.93
<i>Dipodomys merriami</i>	1.85
Cricetidae	
Roedores del género <i>Peromyscus</i>	3.70
<i>Neotoma bryanti</i>	7.41
Aves	
No identificados	33.33
Reptiles	
<u>Squamata</u>	
<i>Sceloporus zosteromus</i>	11.11
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	16.67
<i>Crotalus</i> spp.	3.70
Colubridae	
Artrópodos	
Insecta	
Scarabaeidae	3.70
Formicidae	7.41
MATERIAL VEGETAL	
Hojas	
Burseraceae	
<i>Bursera microphylla</i>	3.70
<i>Bursera odorata</i>	0.00
Boraginaceae	
Cactaceae	
<i>Pachycereus pringlei</i>	1.85
Celastraceae	

ITEMS	% o
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	1.85
Fabaceae	1.85
<i>Olneya tesota</i>	22.22
<i>Prosopis articulata</i>	3.70
<i>Lysiloma candidum</i>	3.70
Fouquieriaceae	
<i>Fouquieria diguetii</i>	1.85
Poaceae	16.67
Semillas	
Amaranthaceae	
<i>Amaranthus palmeri</i>	1.85
Cactaceae	
<i>Pachycereus pringlei</i>	9.26
Euphorbiaceae	
<i>Jatropha cuneata</i>	1.85
Fabaceae	
<i>Lysiloma candidum</i>	1.85
Poaceae	3.70
semilla no identificada 4	1.85

ANEXO E: Porcentaje de ocurrencia de items en dieta de zorro gris (Temporada seca). n = número total de excrementos. % o = (Número de excrementos "x" ítem) / (Número total de excrementos) x 100.

n = 10	
ITEMS	% o
PRESAS	
Mamíferos	
Lagomorpha	
<i>Lepus californicus</i>	10.00
<i>Silvilagus audubonii</i>	10.00
Rodentia	
Heteromyidae	
<i>Chaetodipus spinatus</i>	10.00
Cricetidae	
<i>P. eva</i>	10.00
Aves	
No identificados	30.00
Artrópodos	
Insecta	
	0.00
Scarabaeidae	40.00
Acrididae	30.00
Arachnida	
Scorpiones	10.00
Aranea	10.00
Myriapoda	40.00
MATERIAL VEGETAL	
Hojas	
Amaranthaceae	
<i>Amaranthus palmeri</i>	10.00
Fabaceae	
<i>Olnya tesota</i>	10.00
<i>Prosopis articulata</i>	30.00
<i>Lysiloma candidum</i>	10.00
Krameriaceae	
<i>Krameria paucifolia</i>	10.00
Poaceae	40.00
Solanaceae	

ITEMS	% o
<i>Solanum hindsianum</i>	10.00
Semillas	
Cactaceae	
<i>Stenocereus thurberi</i> var. <i>thurberi</i>	10.00
Cucurbitaceae	
<i>Ibervillea sonora</i> var. <i>peninsularis</i>	10.00
Otros	
aluminio	20.00
tela magitel	10.00