



# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas.

## “Patrones de abundancia y actividad del lince (*Lynx rufus*; Schreber, 1777) en dos hábitats contrastantes del centro de México”

Tesis que presenta:

**José Yoani Flores-Torres**

---

Para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias Biológicas en Ecología y  
Conservación**

Director de Tesis:

**Dr. Tiberio Cesar Monterrubio-Rico**

---

Codirector de Tesis

**Dr. Juan Felipe Cherre Medellín**

---

Septiembre 2021 Morelia, Michoacán

Duele ver salir el sol y tener la incertidumbre de si estarás al regresar a casa, esperar tus llamadas cada fin de semana y el no escuchar tu voz, me duele no despedirme y que no nos haya alcanzado el tiempo para cumplir nuestros sueños, me duele siempre recordarte y extrañarte; pero me duele mucho más como tu luz se apagó y no hacer más.

Talvez algún día podamos volver a ver salir el sol que cada mañana nos acompañó con un café sobre la mesa. Tus palabras y consejos seguirán retumbando mi ser.

Adiós madre, siempre fuiste mi amiga, mi hogar, mi familia, mi maestra, mi fuerza. Te amo, siempre te voy amar.

Especial dedicación a mi abuelita y madre Gudelia Torres Jiménez Q.E.P.D.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor Dr. Tiberio César Monterrubio Rico por brindarme la oportunidad de trabajar en el Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios (LVTP), sus consejos y todas las facilidades necesarias para desarrollar y concluir este trabajo.

A mi co-asesor Dr. Juan Felipe Charre Medellín a quien admiro por su amor, dedicación y conocimiento de este grupo de vertebrados en especial como son los mamíferos. Por su amistad y apoyo incondicional en todo momento.

A mis sinodales Dr. Alejandro Pérez Arteaga, Dr. Alejandro Hiram Marín Leyva y el Dr. Leonel López Toledo por su apoyo, comentarios y sugerencias que enriquecieron este trabajo.

A mi novia Claudia Iveth Sánchez Pahua quien siempre estuvo conmigo durante este proceso, sobre todo cuando más la necesite. A quien admiro y amo con todo mi ser.

A mis amigos y compañeros que en algún momento compartimos el cubículo del laboratorio. Sus palabras y consejos siempre me ayudaron durante este trabajo: Lalo, Esmar y Hugo.

A mi amigo Manu por brindarme su apoyo incondicional en todo momento durante las salidas a campo en San Luis de la Paz, Guanajuato. A quien quiero y respeto mucho.

Al biólogo Ramon Cansino por su amistad y apoyo incondicional en el laboratorio.

Al Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas del Área Temática de Ecología y Conservación por todas las facilidades y apoyos otorgados para concluir mis estudios de maestría.

A CONACYT por la beca 732707 otorgada durante los dos años de maestría.

## CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	7
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	9
<b>RESUMEN</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>ANTECEDENTES</b> .....	19
<b>PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	23
<b>HIPOTESIS</b> .....	23
<b>OBJETIVOS</b> .....	24
GENERAL.....	24
ESPECIFICOS.....	24
<b>ÁREAS DE ESTUDIO</b> .....	25
DESCRIPCIÓN FÍSICA Y BIOTICA DE LAS DOS ÁREAS DE ESTUDIO.....	26
Área 1. Área Voluntaria para la Conservación “El Tocuz” (AVC).....	26
Área 2. Predio “El Tabaco” .....	27
TRABAJO DE CAMPO .....	29
ANÁLISIS DE DATOS.....	31
<i>Composición de especies</i> .....	31
<i>Índice de abundancia relativa</i> .....	31
<i>Correlaciones de las abundancias relativas</i> .....	32
<i>Patrones de actividad y traslape de los patrones de actividad</i> .....	32
<b>RESULTADOS</b> .....	35
<i>Comparación de la estructura de la comunidad de especies-presas y especies competidoras y especies domésticas</i> .....	37

<i>Abundancia relativa y patrones de actividad del lince.....</i>	39
<i>Correlación entre lince y presas potenciales en el bosque templado.....</i>	43
<i>Correlación entre lince y competidores tróficos potenciales en bosque templado .</i>	44
<i>Correlación entre lince y especies domésticas registrado en el bosque templado.</i>	45
<i>Correlación entre lince y presas potenciales del matorral semiárido. ....</i>	45
<i>Correlación entre lince y competidores tróficos potenciales del matorral semiárido. .....</i>	46
<i>Correlación entre lince y especies domésticas registrado en el matorral semiárido. .....</i>	47
<i>Traslape temporal entre lince y sus presas potenciales en el bosque templado. ..</i>	47
<i>Traslape de actividad del lince y competidores en el bosque templado.....</i>	53
<i>Traslape de actividad entre el lince y las especies domésticas en el bosque templado. ....</i>	55
<i>Traslape de actividad entre el lince y las presas potenciales en el matorral semiárido. .....</i>	57
<i>Traslape temporal entre actividad del lince y competidores en el matorral semiárido. .....</i>	62
<i>Traslape de actividad entre el lince y las especies domésticas en el matorral semiárido. ....</i>	65
<b>DISCUSIÓN .....</b>	68
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	75
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	77
<b>ANEXOS .....</b>	91
<b>Anexo 1.....</b>	91
<b>Anexo 2 .....</b>	92
<b>Anexo 3.....</b>	93

<b>Anexo 4</b> .....	94
<b>Anexo 5</b> .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de las dos áreas de estudio. ....	25
<b>Figura 2.</b> AVC "El Tocuz" con vista frente al Cerro de la Nieve. ....	27
<b>Figura 3.</b> Predio "El Tabaco" .....	28
<b>Figura 4.</b> Abundancia relativa como tasas de captura en el bosque templado. ....	38
<b>Figura 5.</b> Abundancia relativa como tasas de captura en el matorral semiárido. ....	39
<b>Figura 6.</b> Índices de abundancia del lince por área y estacionalidad. ....	40
<b>Figura 7.</b> Patrones de actividad del lince en los dos ambientes de estudio. La línea negra sólida representa la actividad en bosque templado (BT) y la línea discontinua en azul en matorral semiárido (MS). Las líneas verticales indican los periodos crepusculares. ....	41
<b>Figura 8.</b> Patrones de actividad del lince en el bosque templado. La línea negra sólida corresponde la temporada seca (Ts) y la línea discontinua en azul a la temporada húmeda (Th). Las líneas verticales indican los periodos crepusculares. ....	42
<b>Figura 9.</b> Patrones de actividad del lince en el matorral semiárido. La línea negra sólida corresponde la temporada seca (Ts) y la línea discontinua en azul a la temporada húmeda (Th). Las líneas verticales muestran los periodos crepusculares. ....	43
<b>Figura 10.</b> Diagrama del solapamiento entre de los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos durante todo el periodo de estudio en el bosque templado. ....	49
<b>Figura 11.</b> Diagrama del solapamiento de los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos durante la temporada seca en el bosque templado. ....	51
<b>Figura 12.</b> Diagrama del solapamiento de los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos durante la temporada húmeda en el bosque templado. ....	52
<b>Figura 13.</b> Diagrama del solapamiento de los patrones de actividad del lince y competidores durante el estudio en el bosque templado. ....	53
<b>Figura 14.</b> Diagrama que muestra el solapamiento de los patrones de actividad del lince y competidores durante la temporada seca en el bosque templado. ....	54

**Figura 15.** Diagrama de solapamiento entre los patrones de actividad del lince y el coyote durante la temporada húmeda en el bosque templado..... 55

**Figura 16.** Diagramas del solapamiento entre patrones de actividad del lince con los perros anualizado (a), la temporada seca (b) y la temporada húmeda (c) en el bosque templado..... 56

**Figura 17.** Diagrama del solapamiento de los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos durante todo el periodo de estudio en el matorral semiárido..... 58

**Figura 18.** Diagrama de solapamiento entre los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos en el matorral semiárido durante la temporada seca..... 60

**Figura 19.** Diagrama del solapamiento entre los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos en el matorral semiárido durante la temporada húmeda. .... 61

**Figura 20.** Diagrama del solapamiento entre los patrones de actividad del lince y competidores en el matorral semiárido durante el estudio. .... 62

**Figura 21.** Diagrama del solapamiento entre los patrones de actividad del lince y competidores en el matorral semiárido durante la temporada seca (a) y la temporada húmeda (b)..... 64

**Figura 22.** Diagrama que muestra el solapamiento de los patrones de actividad del lince y las especies domésticas durante todo el periodo de estudio en el matorral semiárido..... 65

**Figura 23.** Diagrama del solapamiento entre patrones de actividad del lince y las especies domésticas en el matorral semiárido durante la temporada seca (a) y la temporada húmeda (b)..... 67

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Riqueza de especies y número de registros (independientes de 24 horas) en ambos ambientes muestreados. Organizado en especies presas, especies competidoras y especies domesticas respectivamente. * Especies no consideradas como presas potenciales.....	36
<b>Cuadro 2.</b> Correlación anual y temporal de la abundancia del lince y las presas potenciales en el bosque templado. (*) Mayor valor.....	44
<b>Cuadro 3.</b> Correlación anual y temporal de la abundancia del lince con los competidores registrados en el bosque templado. *Mayor valor. ....	44
<b>Cuadro 4.</b> Correlación anual y temporal de la abundancia del lince con las especies domésticas en el bosque templado. (*) Mayor valor.....	45
<b>Cuadro 5.</b> Correlación anual y temporal entre la abundancia del lince y las presas potenciales en el matorral semiárido. (*) Mayor valor. ....	46
<b>Cuadro 6.</b> Correlación anual y temporal de la abundancia del lince con competidores en el matorral semiárido. *Mayor valor.....	46
<b>Cuadro 7.</b> Correlación anual y temporal de la abundancia del lince con las especies domésticas registradas en el matorral semiárido. (*) Mayor valor.....	47

## RESUMEN

El centro de México es una de las regiones más fragmentadas del país y también una de las zonas más importantes en la distribución del lince (*Lynx rufus*). Los patrones de abundancia y actividad del lince suelen variar por diversos factores asociados a las características del hábitat, interacciones o actividad humana, sin embargo, estos patrones no han sido analizados y comparados entre hábitats contrastantes del centro de México. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar los factores que influyeron en la abundancia relativa y los patrones de actividad del lince con respecto a los diferentes grupos de interacción (presas potenciales, competidores y especies domésticas) durante las dos temporadas más marcadas del año (seca y húmeda) para un bosque templado y un matorral semiárido del centro de México. Utilizamos exclusivamente el método de fototrampeo en un periodo de dos años de muestreo (2016-2017 y 2019-2020). Se evaluó la composición y abundancia de la comunidad de especies registrada en cada hábitat mediante la riqueza específica y la tasa de captura. Los patrones de actividad del lince y traslape con el resto de las especies, fueron evaluados con el paquete estadístico *Overlap* del software de R versión 3.6.3. Con un esfuerzo total de muestreo de 6,622 noches-trampa se generó 8,190 registros independientes de los cuales 310 y 55, correspondieron al lince para el bosque templado y matorral semiárido respectivamente. El resto de registros corresponden a 30 especies (18 de mamíferos silvestres de talla mediana y grande, 7 especies de mamíferos domésticos y 5 especies de aves). Ambos hábitats mostraron una correlación positiva entre la abundancia relativa del lince y la mayor disponibilidad de presas y un menor número de competidores y especies domésticas para la temporada seca. El traslape de los patrones de actividad del lince con los grupos de interacción varió temporalmente (a excepción de las especies domésticas (perros) que mantuvieron un valor similar durante todo el año en ambos hábitats), pero fue similar entre hábitats. El mayor traslape para la temporada seca fue entre el lince y el coyote, sin embargo, en la temporada húmeda el solapamiento disminuyó. Aunque los picos de mayor actividad de los perros, no coincidió con los picos del lince, la actividad de los perros parece estar enfocado principalmente con las presas más abundantes de cada hábitat. Factores asociados al tipo de hábitat, la disponibilidad de presas y la

temporalidad podrían estar explicando la dinámica espacial y temporal de la abundancia y actividad del lince. Sin embargo, otros factores como los atributos del paisaje y el nicho alimenticio podrían explicar mejor su actividad en el hábitat.

Palabras clave: fototrampeo, abundancia relativa, patrones de actividad, hábitat, overlap.

## ABSTRACT

Central Mexico is one of the most fragmented regions of the country and also one of the most important areas in the distribution of the lynx (*Lynx rufus*). The patterns of abundance and activity of the lynx tend to vary due to various factors associated with the characteristics of the habitat, interactions or human activity; however, these patterns have not been analyzed and compared between contrasting habitats in central Mexico. Therefore, the objective of this study was to determine the factors that influenced the relative abundance and activity patterns of the lynx with respect to the different interaction groups (potential prey, competitors and domestic species) during the two most marked seasons of the year (dry and wet) for a temperate forest and a semi-arid scrub in central Mexico. We exclusively use the photo-trapping method in a two-year sampling period (2016-2017 and 2019-2020). The composition and abundance of the community of species registered in each habitat, the specific richness and the capture rate were evaluated. The activity patterns of the lynx and overlap with the rest of the species were evaluated with the Overlap statistical package of the R version 3.6.3 software. With a total sampling effort of 6,622 trap nights, 8,190 independent records were generated, of which 310 and 55 correspond to the lynx for the temperate forest and semi-arid scrub, respectively. The rest of the records correspond to 30 species (18 of medium and large wild mammals, 7 species of domestic mammals and 5 species of birds). Both habitats show a positive correlation between the relative abundance of the lynx and the greater availability of prey and a lower number of competitors and domestic species for the dry season. The overlap of the activity patterns of the lynx with the interaction groups varied temporally (except of domestic species (dogs) that maintained a similar value throughout the year in both habitats), but it was similar between habitats. The greatest overlap for the dry season was between the lynx and the coyote, however, in the wet season the overlap decreased. Although the peaks of highest activity of the dogs did not coincide with the peaks of the lynx, the activity of the dogs seems to be mainly focused on the most abundant prey in each habitat. Factors associated with the type of habitat, the availability of prey and the seasonality could be explaining the spatial and temporal

dynamics of the abundance and activity of the lynx. However, other factors such as landscape attributes and the food niche could better explain their activity in the habitat.

Keywords: camera-traps, relative abundance, activity patterns, habitat, overlap.

## INTRODUCCIÓN

El uso de las cámaras-trampa en el estudio de la fauna silvestre y en especial para las especies raras o crípticas como los grandes carnívoros han mejorado nuestra comprensión de sus relaciones ecológicas, así como su comportamiento y más recientemente la dinámica de sus poblaciones (O'Connell *et al.*, 2011). Nos han permitido observar y obtener datos más precisos, sin perturbar el comportamiento de una amplia variedad de especies y en distintos hábitats a cualquier hora del día y bajo las condiciones más desafiantes del lugar (Bridges *et al.*, 2004; Kucera & Barrett, 2011). Igualmente se ha incrementado el uso de métodos estadísticos centrado en múltiples especies, que han sido usados en la evaluación del comportamiento de las poblaciones silvestres en el tiempo y en el espacio han ido evolucionando (A. O'Connell *et al.*, 2011). Uno de los parámetros son los índices de abundancia relativa (IAR o RAI por sus siglas en inglés) (Carbone *et al.*, 2001; O'Brien *et al.*, 2003). Si bien estos análisis parecen estar correlacionados positivamente con la densidad de una población determinada, estos no equivalen al número real de individuos de las poblaciones muestreadas o que proporción de la población es representada por este índice (Chavéz *et al.*, 2013; Jenks *et al.*, 2011; O'Brien *et al.*, 2003). No obstante, es un parámetro cuyo propósito es hacer inferencias comparativas acerca del comportamiento de las poblaciones en el tiempo y en el espacio, así como la relación con otros parámetros y factores como el hábitat, el tipo o nivel de perturbación o la eficacia de las estrategias de manejo y conservación de los espacios (Chavéz *et al.*, 2013; Díaz-Pulido & Payán-Garrido, 2012; Jenks *et al.*, 2011; O'Brien *et al.*, 2003). Sin duda, es una manera atractiva de demostrar si una especie, sitio o periodo de tiempo determinado es básicamente más o es menos abundante que otro (Chavéz *et al.*, 2013).

Otro de los análisis en el estudio general del comportamiento de los animales, son los patrones de actividad, la actividad puede registrarse de forma más eficiente con el uso de las cámaras trampa que otros métodos como las observaciones directas por los investigadores en transectos (Bridges *et al.*, 2004; Bridges & Nos, 2011). Además no influye en el comportamiento de los animales, obteniéndose también simultáneamente datos de otras especies que en conjunto pueden obtenerse bajo un mismo diseño

(Bridges & Nos, 2011). Recientemente, en el caso particular de los carnívoros, los patrones de actividad se han examinado con relación en la influencia de sus principales interacciones como presas potenciales y la repartición de recursos en la superposición del nicho entre competidores simpátricos (Guerra-Huitrón, 2019; Hernández-Saintmartín *et al.*, 2013; Rodríguez-Maturino *et al.*, 2020), además del efecto o la influencia de la actividad de la fauna invasiva o doméstica (Espinosa-Flores *et al.*, 2020).

Entre los carnívoros mexicanos en que se ha incrementado el estudio mediante trampas cámara, se destaca el lince o gato montés (*Lynx rufus*), el tercer felino de mayor tamaño que se encuentran en México. Presenta un cuerpo robusto que puede pesar de 5 a 15 kg., con un pelaje denso y suave que varía de tonos de grisáceo a amarillento, o a marrón rojizo con numerosas manchas negras de tono ligero y patas delanteras más largas que las posteriores. Algunas características peculiares que lo distinguen de las otras cinco especies de felinos son: una cola muy corta que no mide más de 20 cm., orejas negras con una mancha posterior blanca en el centro, y mechones en las puntas, una cabeza pequeña con barbilla o mechones de vibrisas que rodean las mejillas (Aranda-Sánchez, 2012; Ceballos & Oliva, 2005; Lariviere & Walton, 1997; Sunquist & Sunquist, 2002).

Es un experto cazador solitario, con hábitos generalmente nocturnos y crepusculares, ya que aunque la mayor parte de su actividad se encuentra durante la noche, sus picos de mayor actividad ocurren horas antes y después del atardecer y el amanecer (Lariviere & Walton, 1997; Sunquist & Sunquist, 2002). Ocasionalmente pueden presentar una actividad durante el día, generalmente en tiempos nublados o lluviosos (Ceballos & Oliva, 2005). De igual forma, se ha visto que en tiempos muy calurosos con temperaturas superiores a los 26°C pueden promover una mayor actividad nocturna (Sunquist & Sunquist, 2002).

Su distribución geográfica va desde el sur de Canadá hasta el centro y sur de México, con límite al sur en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca (Macdonald *et al.*, 2010; Sánchez-Cordero *et al.*, 2008; Sunquist & Sunquist, 2002). A pesar de que sus áreas de distribución parecen estar expandiéndose más al norte de Canadá, principalmente

por la pérdida de sus hábitats (Marrotte *et al.*, 2020). Al sur de su distribución parece no ampliarse debido a factores ecológicos como la interacción con otras especies de felinos como el ocelote, jaguarundi, el tigrillo y competidores más fuertes como el jaguar. Además de una menor abundancia de presas en las que se especializa como son los lagomorfos, consideradas como especies con las que puede existir una afinidad evolutiva (Jiménez-Maldonado, 2007; Kelly *et al.*, 2016; Sánchez-Cordero *et al.*, 2008).

A lo largo de su distribución se ha encontrado en una amplia variedad de hábitats que van desde pantanos costeros, bosques coníferos, chaparrales, praderas y matorrales desérticos, así como hábitats moderadamente modificados por el hombre como áreas de agricultura mixta en zonas forestales (Leopold, 2000; Sunquist & Sunquist, 2002). Los hábitats que seleccionan con mayor intensidad presentan una cubierta densa de sotobosque, un terreno irregular y roto con presencia de afloramientos rocosos que sirven de protección y refugio, con abundantes poblaciones de presas como lagomorfos y roedores (Sunquist & Sunquist, 2002). En zonas con hábitats fragmentados, la heterogeneidad de los espacios y el tamaño de los parches fragmentados que rodean los hábitats seleccionados pueden influir en el uso y la selección de un hábitat sobre otro, incluso a modificar el tamaño y forma de los territorios, ya que este felino suele evitar áreas abiertas a menos de que estas sean pequeñas y se encuentren cerca o dentro de los hábitats más usados (Sunquist & Sunquist, 2002; Tucker *et al.*, 2008). En México se ha registrado hasta en el 80% (26 entidades federativas) del territorio nacional (Ceballos & Oliva, 2005). Su distribución se ha encontrado desde hábitats que van desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm (Burton *et al.*, 2003; Valencia-Herverth & Valencia-Herverth, 2012). Desde hábitats áridos (matorral sarcocaula, xerófilos, desérticos) (Delibes *et al.*, 1997; Delibes & Hiraldo, 1987), hábitats semiáridos (matorral submontano, crasicaula, xerófilos) (Charre-Medellín *et al.*, 2016; López-González *et al.*, 2015), hábitats templados (bosques de coníferas, mixtos, pastizales (Aranda *et al.*, 2002; Burton *et al.*, 2003; Monroy & Velázquez, 2002), hábitats tropicales (selva baja caducifolia, mediana subperennifolia) (Botello *et al.*, 2006; López-González *et al.*, 1998; Valencia-Herverth & Valencia-Herverth, 2012) y hasta hábitats antropizados (áreas de cultivo, pastoreo y

suburbanas) (Espinosa-Flores *et al.*, 2020; Guerra-Huitrón, 2019). Sin embargo, este felino se asocia principalmente a ambientes templados tanto húmedos como secos, que es común encontrarlos en bosques templados y matorrales áridos (Aranda-Sánchez, 2012; Ceballos *et al.*, 2010).

Una de las zonas más importantes que presenta el territorio nacional es el centro de México. El encuentro entre los límites de las dos regiones biogeográficas Neártica y Neotropical crean un área compleja y altamente diversa de especies, así como áreas con una alta riqueza y endemismo de mamíferos terrestres (Escalante *et al.*, 2005; Escalante *et al.*, 2007; Morrone, 2004, 2005). También es considerado como áreas de interacción biótica intensa (Ruggiero y Ezcurra, 2003 citado en Morrone, 2004). La vegetación principal de esta zona son los bosques templados y matorrales áridos, los cuales, son caracterizados respectivamente por la elevación altitudinal de las cadenas montañosas y la distribución latitudinal. No obstante, son uno de los principales tipos de vegetación en el país que siguen siendo usados de forma desmedida, sobre todo para el centro del país que presenta una tasa elevada de destrucción y fragmentación de los hábitats naturales (INEGI, 2008; Sánchez-Colón *et al.*, 2009).

De acuerdo con la NOM-059 en México, este felino no se encuentra listado en categorías de riesgo (SEMARNAT, 2010). La IUCN al igual lo categoriza en preocupación menor, aunque indicando posibles amenazas locales en algunas regiones de Norteamérica donde presentan declive en sus poblaciones principalmente por la caza en el mercado de pieles, pérdida directa del hábitat, así como enfermedades transmitidas por la interacción con especies domésticas (Kelly *et al.*, 2016). Si bien, el lince se ha considerado históricamente como uno de los felinos más abundantes en México (Leopold, 1959). La densidad de las poblaciones del centro y sur del país se consideran bajas a comparación de las poblaciones del norte (Kelly *et al.*, 2016; Medellín & Bárcenas, 2010). Sin embargo, las poblaciones de la subespecie *Lynx rufus escuinapae* que se distribuyen principalmente en el centro del país se consideran en peligro. Las principales amenazas que influyen en el territorio mexicano con este felino son el conflicto directo con animales domésticos o asilvestrados como los perros ferales, el envenenamiento y los usos medicinales (Kelly *et al.*, 2016;

McCord & Cardoza citado en Ceballos & Oliva, 2005). No obstante, este trabajo tiene como objetivo principal evaluar qué factores contribuyen con su abundancia relativa y actividad del lince en los dos tipos de vegetación natural que predominan en el centro del país.

## ANTECEDENTES

El estudio del lince en Norteamérica mediante el uso de las cámaras trampa incluyen múltiples temas, estimaciones de abundancia, ocupación y densidad con análisis de captura-recaptura (Clare *et al.*, 2015; Heilbrun *et al.*, 2006; Larrucea *et al.*, 2007; Parsons *et al.*, 2019), evaluación del éxito de las cámaras trampa y selección del hábitat (Kelly & Holub, 2008), evaluación de los patrones de actividad (Lendrum *et al.*, 2017; Premathilake, 2018), interacción entre competidores y repartición de recursos (Farmer *et al.*, 2020; Lombardi *et al.*, 2020) y respuesta sobre el efecto de la interacción con especies domésticas (Lenth *et al.*, 2008).

En el estudio de la ecología del comportamiento del lince, se ha determinado que es relativamente variable a los diversos factores de origen natural y/o antropogénico que ejercen en el hábitat, aun así, se han descubierto ciertos patrones generales que se relacionan directamente con la actividad de este felino (Shafer, 2016). Estos patrones se relacionan con los niveles de abundancia relativa, con una mayor frecuencia de registros o mayor éxito de captura en espacios que generalmente presentan cubierta vegetal más densa y menos abierta, lo cual le proporciona ventajas para acechar y cazar a sus presas, o descansar (Clare *et al.*, 2015; Heilbrun *et al.*, 2006; Kolowski & Woolf, 2002; Shafer, 2016). Los hábitats generalmente alejados de las carreteras (Kelly & Holub, 2008), con presencia y disponibilidad de cuerpos de agua naturales y/o artificiales sobre todo durante los meses más secos y cálidos de las estaciones de primavera y verano, que en los meses más fríos y húmedos como en otoño e invierno (Clare *et al.*, 2015; Shafer, 2016), la presencia de senderos y caminos transitados por humanos o la fauna silvestre (Heilbrun *et al.*, 2006). Por el contrario, la menor abundancia relativa parece ser signo de una mayor sensibilidad que otros mesocarnívoros, como el tamaño y la forma de los parches pequeños y que se encuentran aislados de otros hábitats (Shafer, 2016), la influencia de las carreteras y la urbanización (Kelly & Holub, 2008; Lesmeister *et al.*, 2015), la precipitación también ha mostrado menos probabilidades de detección (Lesmeister *et al.*, 2015) y la presencia de fauna doméstica como los perros (Lenth, 2008).

En cuanto a los estudios que evalúan sus patrones de actividad se ha visto que a pesar de mostrar actividad durante el día, este felino concentra su mayor actividad durante los periodos crepusculares y nocturnos (Shafer, 2016), especialmente en lugares perturbados con una alta influencia de actividad humana (Lendrum *et al.*, 2017; Shafer, 2016), y durante los meses más calurosos y cálidos de primavera y verano, donde incluso se llegan a desplazar más rápido (Leonard *et al.*, 2020; Shafer, 2016), en días con altos niveles de iluminación lunar (Leonard *et al.*, 2020). Mientras su mayor actividad diurna es mayor en los meses más húmedos y fríos de verano e invierno que en los meses calurosos de primavera y verano, pero no mayor que en los periodos nocturnos y crepusculares (Shafer, 2016). Por el contrario, su inactividad ocurre principalmente en las horas más calurosos del día (Kolowski & Woolf, 2002; Shafer, 2016). No obstante, al parecer el estado de la actividad (activo o inactivo) o las horas del día no influyen en la selección de un hábitat en particular, ni el sexo, la edad o estación en que se encuentre (Kirby *et al.*, 2010).

El lince al igual que el resto de los félicos en el mundo mantienen una relación directa de su actividad en el hábitat con las presas (Macdonald *et al.*, 2010; Shafer, 2016). A lo largo de su distribución se han registrado hasta 204 especies de presas que conforman su dieta (Alanis-Hernández, 2019). Sin embargo, dentro de este número diverso de especies, los mamíferos son el principal componente de su dieta, seguido de aves y reptiles, aunque son consumidos con menos frecuencia. Sin embargo, el lince (*Lynx rufus*) al igual que su pariente más cercano *Lynx canadensis*, se alimenta principalmente de lagomorfos (liebres y conejos), pero es menos especialista, ya que también los roedores son consumidos comúnmente (Aranda *et al.*, 2002; Delibes *et al.*, 1997; López-Vidal *et al.*, 2014; Macdonald *et al.*, 2010). Estudios en México demuestran que los lagomorfos han llegado a ser el componente principal de la dieta en algunas localidades y temporadas del país (Medellín & Bárcenas, 2010; Rivera-Contreras, 2010). Otros mamíferos como los artiodáctilos (venado cola blanca, venado bura, berrendo) también son consumidos con frecuencia, sobre todo en Norteamérica (Lariviere & Walton, 1997; McLean *et al.*, 2005; Toweill & Anthony, 1988), algunos mesocarnívoros (Romero, 1993; Tewes *et al.*, 2002) y hasta mamíferos domésticos (Aranda *et al.*, 2002; Romero, 1993). En aves, el orden galliformes es el más

importante, aunque los passeriformes representan una mayor diversidad de especies consumidas (Alanis-Hernández, 2019; Lariviere & Walton, 1997; Tewes *et al.*, 2002). Y para los reptiles se han encontrado algunos escamosos como culebras, lagartijas, iguanas, víboras del orden Squamata (Alanis-Hernández, 2019; Delibes *et al.*, 1997). No obstante, la mayor parte de los estudios en México ha sido mediante el análisis de excretas, sin embargo, los grupos de presas relevantes se mantienen tanto en sitios templados como áridos en el país (Aranda *et al.*, 2002). Además, aunque los lagomorfos y roedores son los principales componentes de su alimentación, se ha visto que en algunas localidades del país estos pueden variar de especies consumidas entre temporadas pero sin modificar el orden de importancia de los grupos (Aranda *et al.*, 2002; Medellín & Bárcenas, 2010). En algunos sitios de Estados Unidos y en el centro de México se ha visto que la mayor diversidad de la dieta ocurre en las estaciones cálidas o calurosas, que en las estaciones de frías y húmedas (Romero, 1993; Toweill & Anthony, 1988).

Por otra parte, la competencia por presas también influye en el tipo de relación con otros depredadores, haciendo que no solo la dieta varíe entre competidores de diferentes especies, sino también entre individuos de la misma especie ya que la biomasa, abundancia y la distribución de las presas en el hábitat determinan el comportamiento, la densidad y la estructura del número de poblaciones de competidores (Macdonald *et al.*, 2010).

A lo largo de su distribución se ha observado la coexistencia con carnívoros que son integrados por diversos competidores como coyotes (*Canis latrans*), zorros rojos (*Vulpes vulpes*), zorros grises (*Urocyon cinereoargenteus*), y ocelotes (*Leopardus pardalis*) (Constible *et al.*, 2006; Lombardi *et al.*, 2020; Major & Sherburne, 1987; Monroy-Vilchis & Velázquez, 2002). Sin embargo, el competidor más común del lince es el coyote, ya que este carnívoro presenta una distribución similar, ocupando los mismos hábitats y presas de este felino. Y al igual que su depredador natural como el puma (*Puma concolor*), se han obtenido registros de mortalidad en algunas localidades de Estados Unidos (Lariviere & Walton, 1997; Sunquist & Sunquist, 2002). No obstante, la importancia de las interacciones en la distribución de las especies, la

coexistencia de la comunidad de los carnívoros se logrará mediante estrategias de segregación alternativa y parcial a diferentes escalas espaciales y temporales (Farmer *et al.*, 2020).

En México el uso de las cámaras trampa también se ha intensificado, principalmente durante la primera década de este siglo y con una tendencia de aumento en los últimos años (Mandujano, 2019a). Algunos avances incluye la delimitación de distribuciones locales, (Botello *et al.*, 2006; López-González *et al.*, 1998; Rodríguez-Martínez *et al.*, 2007; Rojas-Martínez *et al.*, 2013; Valenzuela-Galván *et al.*, 2013), la densidad de sus poblaciones (Bárcenas & Medellín, 2021; Medellín & Bárcenas, 2010), registros de depredación de algunas especies (Charre-Medellín *et al.*, 2020; Islas-Flores & Ceballos, 2018), aspectos de su distribución y rango hogareño (Espinosa-Flores & López-González, 2017; PN-Izta-Popo, 2010), aspectos de su actividad y abundancias relativas y patrones de actividad (Espinosa-Flores & López-González, 2017; Flores-Morales *et al.*, 2018; Sánchez-González *et al.*, 2018), la evaluación de su repuesta a los hábitats antropizados (Flores-Morales *et al.*, 2018), el traslape de la actividad con competidores simpátricos (Serna-Lagunes *et al.*, 2019), y recientemente la interacción e influencia espacio-temporal con fauna doméstica (Espinosa-Flores *et al.*, 2020). Además, se encontraron otros trabajos publicados que secundariamente evaluaron la actividad del lince son (Altamirano Álvarez *et al.*, 2009; Charre-Medellín *et al.*, 2016; Charre-Medellín *et al.*, 2015; Cortés-Gutiérrez *et al.*, 2019; Cruz-Jácome *et al.*, 2015; Pérez-Solano *et al.*, 2018).

El número considerable de trabajos evalúa las características de la actividad del lince de forma individual o con respecto al espacio. Sin embargo, uno de los temas menos abordados con el uso de las cámaras trampa en México son la evaluación espacio temporal de las diversas interacciones ecológicas como el de depredador-presa, competencias inter o intragremial (Mandujano, 2019a). Actualmente surgen muy pocos trabajos sobre estos aspectos, por lo que hace que sea fundamental la generación de información para aumentar el conocimiento que más adelante puedan contribuir y sustentar las estrategias de manejo y conservación de los hábitats naturales del país.

## **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Qué composición de presas y en que niveles de abundancia influyen en la presencia y mayor actividad del lince, tanto en bosque templado como en matorral semiárido del centro de México?

¿Cómo es la coexistencia entre el lince y la composición y abundancia de competidores tanto en el bosque templado como en el matorral semiárido?

¿Cómo difieren abundancia relativa y patrones de actividad del lince entre temporadas en el bosque templado fragmentado y el matorral semiárido del centro de México?,  
¿En qué ambiente es mayor el contraste estacional?

¿Qué tan fuerte es la correlación temporal entre la abundancia relativa del lince y las especies presas y/o con competidores potenciales?

¿Qué tan amplio es el traslape temporal de los patrones de actividad del lince con las presas y competidores potenciales?

## **HIPOTESIS**

Debido al grado de diferenciación existente entre las condiciones ambientales y antropogénicas de las dos áreas de estudio, se espera que composición y abundancia de presas y competidores difiera, esperándose mayor riqueza del ensamble de especies en el bosque templado.

Los lince suelen usar los hábitats con mayor abundancia y disponibilidad de presas. Aunque existe el consenso de que los lince son más activos en la época seca, esperamos en este estudio mayor abundancia y actividad influidos por la disponibilidad de presas, y no por la estacionalidad. Por lo que la temporada de mayor actividad corresponderá con la mayor disponibilidad de presas, esperándose esta relación para ambas áreas de estudio. Mientras que las correlaciones con competidores y especies domésticas presenten valores negativos altos en termino de horarios y áreas.

En términos de horarios de actividad se espera que el traslape en cada temporada sea alto con las especies presas y bajo con los competidores y especies domésticas, como estrategia para coexistir.

## OBJETIVOS

### GENERAL

Determinar los factores que influyen en la abundancia y actividad del lince en los dos tipos de vegetación natural predominantes (fragmentos de bosque templado y matorral semiárido) del centro de México.

### ESPECIFICOS

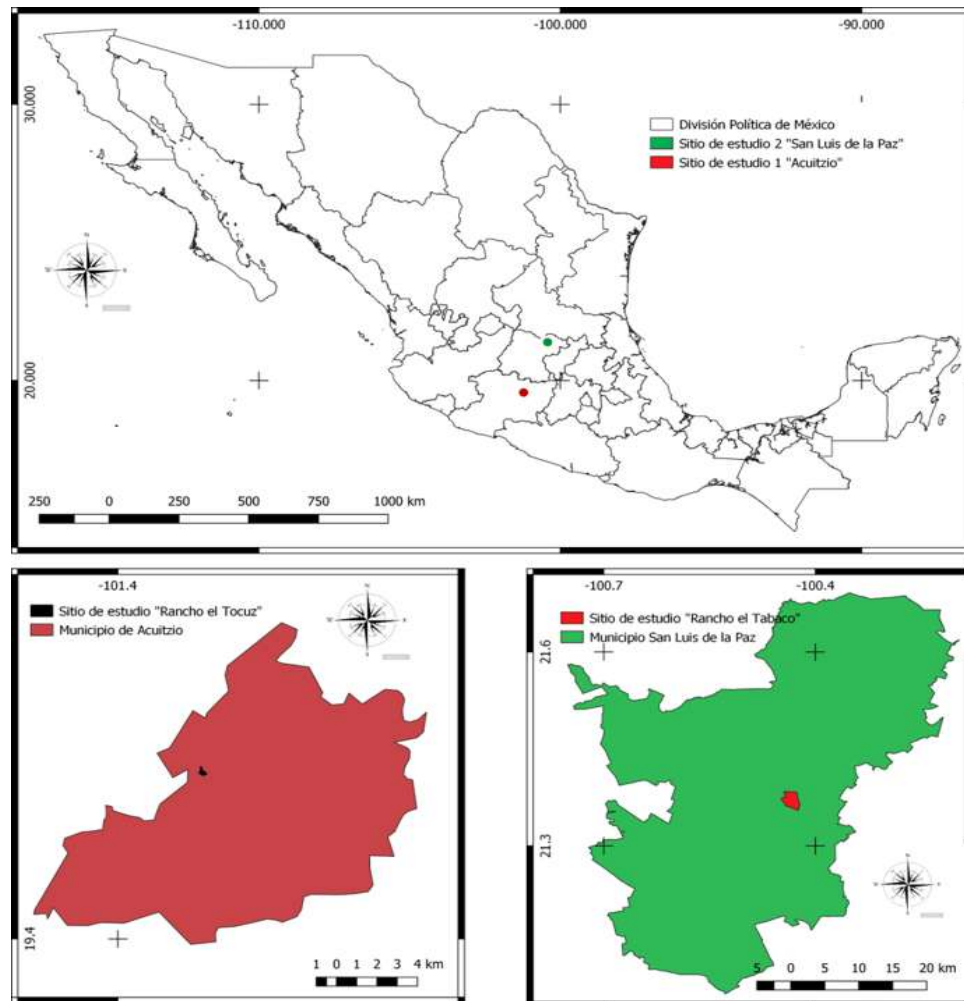
- “Determinar la composición y la abundancia relativa de especies-presas y especies-competidores en ambos tipos de vegetación o hábitats”.
- “Determinar la abundancia relativa y los patrones de actividad del lince durante la temporada seca y la temporada húmeda de cada hábitat”.
- “Comparar la correlación de las abundancias relativas del lince con presas y competidores durante las temporadas húmeda y seca de cada tipo de vegetación o hábitat”.
- “Contrastar los patrones de actividad del lince con presas potenciales y competidores durante las dos temporadas en cada tipo de vegetación o hábitat”.

## ÁREAS DE ESTUDIO

Se seleccionaron dos áreas de estudio:

Área 1. Pertenece al Área Voluntaria para la Conservación “El Tocuz” ubicado en la localidad de Tamanguio, en el municipio de Acuitzio, Michoacán ( $19^{\circ} 29' 06''$  N,  $101^{\circ} 21' 39''$  W).

Área 2. Pertenece al predio “El Tabaco” ubicado en la localidad de El Tabaco, en el municipio de San Luis de la Paz, Guanajuato ( $21^{\circ} 21' 14.6''$  N,  $100^{\circ} 26' 03''$  W) (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de las dos áreas de estudio.

## DESCRIPCIÓN FÍSICA Y BIOTICA DE LAS DOS ÁREAS DE ESTUDIO

### Área 1. Área Voluntaria para la Conservación “El Tocuz” (AVC).

El Área Voluntaria para la Conservación “El Tocuz “ (AVC) cuenta con una superficie de 34.4 hectáreas y fue decretado el 8 de octubre del 2018 que corresponde al área No. 52 del Sistema Estatal de Áreas de Conservación del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán (Patrimonio-Natural-Michoacán, 2019). La superficie municipal se encuentra dentro de la región fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y semifrío subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de temperatura que va de los 10 a los 18° C y un rango de precipitación de 800 a 1300 mm (Inegi, 2009). Pertenece a la ecorregión terrestre de Sierras templadas de México (INEGI, CONABIO, & INE, 2008). Su vegetación está constituida principalmente por bosques (50.36 %), con bosques mixtos (de *Pinus*, *Quercus*, *Alnus* y *Cupressus*) y bosques de coníferas (de *Pinus*, *Quercus* y *Abies*), pastizal (2.13 %) y vegetación secundaria constituido principalmente por agricultura (43.70 %) y una zona urbana (3.53 %) (Inegi, 2009, 2010a; Vargas *et al.*, 2000). El área se localiza sobre la pendiente sur del cerro de la cruz con elevaciones que van de los 2230 a los 2390 msnm. La vegetación es representada principalmente por encinos y pequeños machones de pinos y pastizales. En la parte inferior del área es usado para agricultura, mientras en la parte intermedia y superior son zonas conservadas con una pequeña parte de pastizales inducidos en la cima. La estratificación vertical del bosque esta generalmente compuesto por árboles y arbustos (comunicación personal, 30 de junio de 2020) (Figura 2).



**Figura 2.** AVC "El Tocuz" con vista frente al Cerro de la Nieve.

### Área 2. Predio "El Tabaco"

Es una propiedad que cuenta con una superficie de 636 hectáreas y se encuentra en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Guanajuato. La superficie municipal donde se ubica el predio se localiza en la región fisiográfica de la Mesa del Centro, sin embargo, el municipio también presenta una pequeña proporción por la Sierra Madre Oriental con elevaciones que van de los 1000 a los 2600 msnm (Inegi, 2010b). El clima es semiseco templado, semiseco semicálido, seco templado y en menor proporción templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad. Con rangos de temperatura que van de los 14 a los 22° C y un rango de precipitación que va de los 300 a los 700 mm (Inegi, 2010b). Pertenece a la ecorregión terrestre de Elevaciones semiáridas meridionales de México (INEGI *et al.*, 2008). La composición

vegetal del municipio está representada por matorral (25.98 %), pastizal (24.87 %), bosque (21.20 %) y mezquital (0.93 %). El cambio de uso de suelo está determinado principalmente por agricultura (26.21 %) y zona urbana (0.63 %) (Inegi, 2010b). El matorral está compuesto principalmente por géneros como *Myrtillocactus*, *Opuntia* y *Stenocereus*; y los pastizales con frecuencia se encuentran mezclados con nopaleras y bosques xerófilos de encino. Los bosques están formados por enebros, pinos, encinos (como *Juniperis fláccida*, *Pinus cembroides*, *Quercus jonesi*) (Conabio & IEE, 2015). La principal actividad del área de estudio es la ganadería y su vegetación se encuentra dominado principalmente por una estratificación arbustiva compuesta por matorrales y cactáceas (Figura 3).



**Figura 3.** Predio "El Tabaco"

## TRABAJO DE CAMPO

Se seleccionaron dos áreas de estudio para las que se contaba con resultados de muestreos de un ciclo anual (2016-2017). Cada área de estudio presenta vegetación predominante distinta, ya que se localizan en ecoregiones distintas. En ambos casos corresponden con los principales tipos de vegetación natural del centro del país y donde se reportan como principales hábitats para el lince, matorral semiárido y bosque templado pino-encino fragmentado. Se desarrolló un segundo año de muestreo para aumentar el tamaño de muestra para las dos estaciones del año (seca y húmeda).

De acuerdo a los trabajos anteriores, la determinación de las estaciones de cada área de estudio se realizó con datos del nivel de precipitación de las estaciones meteorológicas más cercanas a las áreas de estudio. Donde posteriormente se calculó la media de la precipitación mensual y sus intervalos de confianza del 95% para los meses más secos o de menor precipitación y los meses más húmedos o con mayor precipitación. Para el bosque templado del área del Tocuz, los meses de octubre a abril correspondieron a la estación seca y de mayo a septiembre con la estación húmeda. Mientras que para el matorral semiárido del área de estudio El Tabaco, los meses de noviembre a abril correspondieron a la estación seca y de mayo a octubre como la temporada húmeda (Flores-Torres, 2018; Rangel-Rojas, 2018).

En este estudio se empleó el método de fototrampeo en cada área de estudio. Para el bosque templado se utilizaron cámaras Stealth Cam modelos STC-P12 y STC-SK724 para fotos y videos. En el primer año (de marzo 2016 a marzo 2017) se colocó seis cámaras (tres para capturas en fotos en serie de tres fotos por cinco minutos de reactivación y tres cámaras para capturas en videos con 20 segundos de grabación por cinco minutos de reactivación) a una distancia promedio de 90 a 210 metros entre las estaciones más cercanas y lejanas respectivamente.

Para el segundo año (de marzo 2019 a marzo 2020), se colocaron ocho cámaras (seis en formato para fotos con serie de tres fotos por cinco minutos de reactivación y dos cámaras para capturas en video con 20 segundos de grabación por cinco minutos de reactivación) a una distancia promedio de 90 a 520 metros entre las estaciones más cercanas y lejanas respectivamente. Se reutilizaron al menos cuatro

estaciones de fototrampeo debido al mayor número de registros que obtuvieron en el primer año. A pesar de que la distancia entre las cámaras es relativamente corta, se tomaron los registros independientes de 24 horas considerando a cada cámara como una submuestra en el primer año y considerando las cámaras con mayor separación como muestras independientes, limitando así la pseudoreplicación.

Para el matorral semiárido se utilizaron principalmente cámaras WildView modelo X5 para el primer año y Stealth Cam modelos STC-P12 y STC-G42NG para el segundo año. En el primer año (de mayo 2016 a mayo 2017) se colocaron ocho cámaras (todas para formato en fotos en serie de tres fotos por cinco a diez minutos de reactivación) de los cuales dos solo estuvieron en campo en un lapso corto de tiempo. La distancia entre las estaciones de fototrampeo fue de 500 metros. Para el segundo año (de julio 2019 a marzo 2020) se colocaron seis cámaras-trampa todas para capturas en fotos en series de tres fotos por cada 10 minutos de reactivación. También se reutilizaron tres estaciones de fototrampeo del primer ciclo de muestreo. Por cuestiones de contingencia sanitaria y por seguridad del equipo se limitó el segundo año de muestreo. De manera general, las estaciones de fototrampeo se colocaron estratégicamente sobre senderos, cerca de cuerpos de agua y claros en la vegetación para aumentar la probabilidad de captura (Chavéz *et al.*, 2013).

En este estudio los registros de cada cámara-trampa se consideraron como independientes en el criterio de una hora de diferencia como parte de la evaluación de los patrones de actividad (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011). Los datos obtenidos de cada registro se identificaron y ordenaron en un archivo de Excel de acuerdo a la base de datos del Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. La base de datos se ordenó por columnas de tres secciones: descripción taxonómica de la especie, ubicación geográfica de la estación de fototrampeo y los datos de la foto o video (fecha, número de individuos y hora). Posteriormente los datos se reorganizaron como presas, competidores y depredadores superiores y especies domésticas.

## ANÁLISIS DE DATOS

### *Composición de especies*

Para obtener el número representativo de las especies que componen el ensamble para cada área, estación del año o paraje, se obtuvo la riqueza específica (S), que resulta ser la forma más sencilla de medir el número de especies presentes (Moreno, 2001).

### *Índice de abundancia relativa*

El método utilizado fue el índice de abundancia relativa clásico (IAR o RAI por sus siglas en inglés) que calcula de manera simple el número de registros fotográficos o capturas independientes obtenidos por cada 100 días-trampa (Mandujano, 2019b; O'Brien, 2011). Este índice es utilizado para comparar de manera cualitativa que especie es más abundante con respecto a otra en un sitio de muestreo y en un tiempo determinado, pero no asume un número real de individuos de las poblaciones muestreadas (Chavéz *et al.*, 2013). Para calcular el IAR en este estudio, se obtuvo mediante la siguiente fórmula de tasa de captura (Mandujano, 2019b).

Fórmula de la tasa de captura:

$$\text{IAR: } \frac{\text{Nro. total de registros independientes}}{\text{Esfuerzo total de muestreo (días/trampa)}} \times 100 \text{ días/trampa}$$

Donde expresa el número total de registros independientes en periodos de 24 horas que se obtiene en un tiempo deseado a evaluar, sobre un esfuerzo total de muestreo (días/trampa) que es determinado por la sumatoria del número de días en que la cámara o el número de cámaras puestas se encontraron activas en un sitio en dicho tiempo a evaluar. Todo esto multiplicado por un esfuerzo de muestreo de 100 días/trampa que es usado como una unidad de estandarización para comparar los resultados obtenidos con otros estudios de fototrampeo (Carbone *et al.*, 2001; Charre-Medellín, 2012; Jenks *et al.*, 2011; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011).

Para la selección de los registros independientes en periodos de 24 horas de diferencia se consideraron los siguientes criterios:

- ◆ Para especies solitarias se descartaron todos los registros que fueran de una misma especie y que no pudieran identificarse como registros de individuos diferentes en el mismo periodo de 24 horas. Con este criterio solo se consideraba un solo registro. En el caso de encontrar más de un individuo, se seleccionaba el registro con el de mayor número de individuos que fuese posible como en el siguiente punto.
- ◆ Para especies gregarias, la toma del registro con el mayor número de individuos observados fue igual al número de registros independientes obtenidos en un periodo. Es decir, si en el registro seleccionado había tres individuos, el número de registros independientes de 24 horas eran tres.

#### *Correlaciones de las abundancias relativas*

Se analizó con la correlación  $r$  de Pearson, los valores de abundancia entre especies para medir el grado de asociación lineal, ya que indica la fuerza con que estas se vinculan. Sus valores pueden oscilar de -1 (que representa una elevada asociación negativa o independencia de las variables) a 1 (que representa una elevada asociación positiva o dependencia de las variables), o valores cercanos a cero que representan una asociación nula, indicando que no existe una relación lineal entre las variables, pero que podría existir otro tipo de vinculación (Vinuesa, 2016). Para este análisis se tomaron las abundancias relativas mensuales de cada especie por temporada, utilizando el programa PAST versión 4.03 (Hammer, *et al.*, 2001).

#### *Patrones de actividad y traslape de los patrones de actividad*

Este tipo de análisis generalmente agrupa y calculan la frecuencia de la hora de captura de los registros, permitiendo hacer comparaciones de los niveles de actividad o de comportamientos más frecuentemente realizados durante los diferentes periodos del día (Díaz-Pulido & Payán-Garrido, 2012).

De acuerdo con varios autores, en este análisis utilizamos un número mínimo de 11 fotoregistros independientes de una hora de diferencia, el cual es considerado el número mínimo para describir la actividad de un animal (Hernández-Saintmartín *et al.*, 2013; López-Tello, 2019; Maffei *et al.*, 2004; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011). Para ello utilizamos el paquete estadístico “Overlap” en el software de R versión 3.6.3. En una base de datos o matriz de horarios, con dos columnas: una columna con el nombre de las especies registradas, y otra con las horas en que fueron registrados o capturados. Se crearon diversas bases para las temporadas de cada área de estudio. Posteriormente las horas de captura fueron convertidos a días antes de ser incorporados al programa, una vez dentro del programa los días fueron transformados a radianes, que es la forma en que utiliza los datos para realizar este análisis (Meredith & Ridout, 2018). Ya que asume que los datos de actividad son generados por una distribución de probabilidad circular (Ávila-Nájera *et al.*, 2016).

Exclusivamente para la determinación de los patrones de actividad del lince se sobrelaparon de las dos temporadas de cada hábitat. Aunque no se tomó en cuenta el coeficiente de traslape, la actividad de cada temporada se evaluó de manera independiente. Para ser más preciso el análisis, las horas del día se dividieron en tres periodos: crepusculares (matutino de 06:00 a 08:00 horas. y vespertino de 18:00 a 20:00 horas), diurno (de 08:01 a 17:59 horas) y nocturno (de 20:01 a 05:59 horas) (Ávila-Nájera *et al.*, 2016; Hernández-Saintmartín *et al.*, 2013; Lira-Torres & Briones-Salas, 2012; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011), resaltando las horas con mayor actividad.

De igual forma, para el sobrelapamiento de los patrones de actividad del lince con presas, competidores y especies domésticas, se obtuvo con el mismo paquete estadístico de R, utilizando en este caso el coeficiente de traslape. El cual, es una medida no paramétrica que va de 0 a 1, donde cero significa una actividad diferente y 1 una actividad igual. Es decir, estima el valor del área de coincidencia bajo las dos curvas de densidad de Kernel o de los patrones de actividad de dos especies en un mismo espacio, o de una misma especie en diferentes espacios y periodos de tiempo (López-Tello, 2019; Meredith & Ridout, 2018; Schmid & Schmidt, 2006). Para obtener el coeficiente de traslape más robusto se tomaron los siguientes estimadores Dhat1 y

Dhat4. Donde la selección del mejor estimador se realizó de acuerdo a la especie que presentara el tamaño de la muestra más pequeña. Para el primer estimador, se seleccionó cuando la muestra más pequeña fuera menor a 50 registros, y para el segundo estimador cuando la muestra más pequeña fuera mayor a 75 registros (López-Tello, 2019).

#### *Criterios de clasificación de las especies*

Por la naturaleza de la interacción del lince con el ensamble de especies, posterior al análisis de datos a nivel especie, se clasificaron por el tipo de interacción, destacando a especies presas, especies competidoras o depredadoras, y especies domésticas. Aunque algunas especies quizás no sean presas o depredadores del lince como el cacomixtle, mapache, zorrillos o el tejón, y sean especies de relación neutra.

## RESULTADOS

En el muestreo se generó un total de 8,190 registros independientes, con un esfuerzo acumulado de 6,622 días-trampa. Se identificó 31 especies (19 de mamíferos silvestres de talla mediana y grande, 7 especies de mamíferos domésticos y 5 especies de aves). Para los registros que no se identificó a nivel de especie, estos se agruparon a un siguiente nivel taxonómico (orden y clase) como Rodentia (ratas y ratones), otras aves y reptiles.

Para los análisis posteriores, algunas especies identificadas se agruparon de acuerdo a la similitud ecológica y biológica como su morfología, tipo de hábito y/o el nivel taxonómico como: *Leptotila verreauxi*, *Zenaida macroura* y *Zenaida asiatica* (palomas), *Bos taurus*, *Equus caballus* y *Equus asinus* (ungulados mayores), y *Ovis aries* y *Capra hircus* (ungulados menores). *Leptotila verreauxi* y *Bos taurus* fueron registradas en ambas áreas de estudio. *Zenaida macroura* solo se registró en el bosque templado. Mientras que *Zenaida asiatica*, *Equus caballus* y *Equus asinus* solo se registraron en el área de matorral semiárido de la localidad de El Tabaco en Sierra Gorda.

En el estudio se obtuvo un total de 423 registros de lince (366 registros en el bosque templado y 57 registros en el matorral semiárido) (Cuadro 1). En el área con bosque templado la estacionalidad mostró 249 registros (con 211 registros de 24 horas) para la temporada seca, y 117 registros (con 99 registros de 24 horas) para la temporada húmeda. En el área con matorral semiárido se obtuvo 31 registros (con 29 registros de 24 horas) para la temporada seca y 26 registros (con 25 registros de 24 horas) para la temporada húmeda. En el área con matorral semiárido se registró la mayor riqueza de especies con 17 (81%), de los cuales, 10 (59%) de las especies se registraron también en el área del bosque templado (estas especies representaron seis especies de presas, dos especies de competidores y dos especies domésticas). De igual manera, el matorral semiárido presentó el mayor número de especies exclusivas con siete: liebre, venado, codorniz, reptiles, tejón norteño, puma y ungulados menores (agrupados en cuatro especies-presas, dos especies-competidores y una especie doméstica). Mientras que en el bosque templado registró 14 (66%) de las 21 especies,

con cuatro especies exclusivas como la ardilla gris, armadillo, tlacuachín y gato doméstico (agrupado en tres especies-presas y una especie doméstica) (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Riqueza de especies y número de registros (independientes de 24 horas) en ambos ambientes muestreados. Organizado en especies presas, especies competidoras y especies domesticas respectivamente. \* Especies no consideradas como presas potenciales.

<b>Especies</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Bosque templado</b>	<b>Matorral semiárido</b>
<i>Lynx rufus</i>	Lince	366 (310)	57 (55)
<b>Presas potenciales</b>			
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	301 (226)	0
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón	14 (13)	11 (10)
<i>Roedores no identificados</i>	Ratones	44 (41)	15 (13)
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	62 (54)	332 (286)
<i>Lepus californicus</i>	Liebre	0	243 (168)
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	198 (173)	0
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	33 (32)	1 (1)
<i>Tlacuatzin canescens</i>	Tlacuachín	2 (2)	0
<i>Mustela frenata</i> *	Comadreja	3 (3)	0
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado	0	197 (165)
<i>Bassariscus astutus</i> *	Cacomixtle	2 (2)	0
<i>Procyon lotor</i> *	Mapache	1123 (958)	10 (16)
<i>Spilogale gracilis</i> *	Zorrillo manchado	26 (26)	1 (1)
<i>Mephitis macroura</i> *	Zorrillo listado	55 (49)	71 (63)
<i>Conepatus leuconotus</i> *	Zorrillo cadeno	0	18 (17)
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz	0	25 (44)
<i>Aves pequeñas, principalmente Passeriformes.</i>	Otras aves	138 (144)	81 (88)
<i>Leptotila verreauxi</i>			
<i>Zenaida macroura</i>	Palomas	108 (131)	10 (8)
<i>Zenaida asiatica</i>			
<i>Geococcyx californianus</i> *	Correcaminos	5 (5)	104 (103)

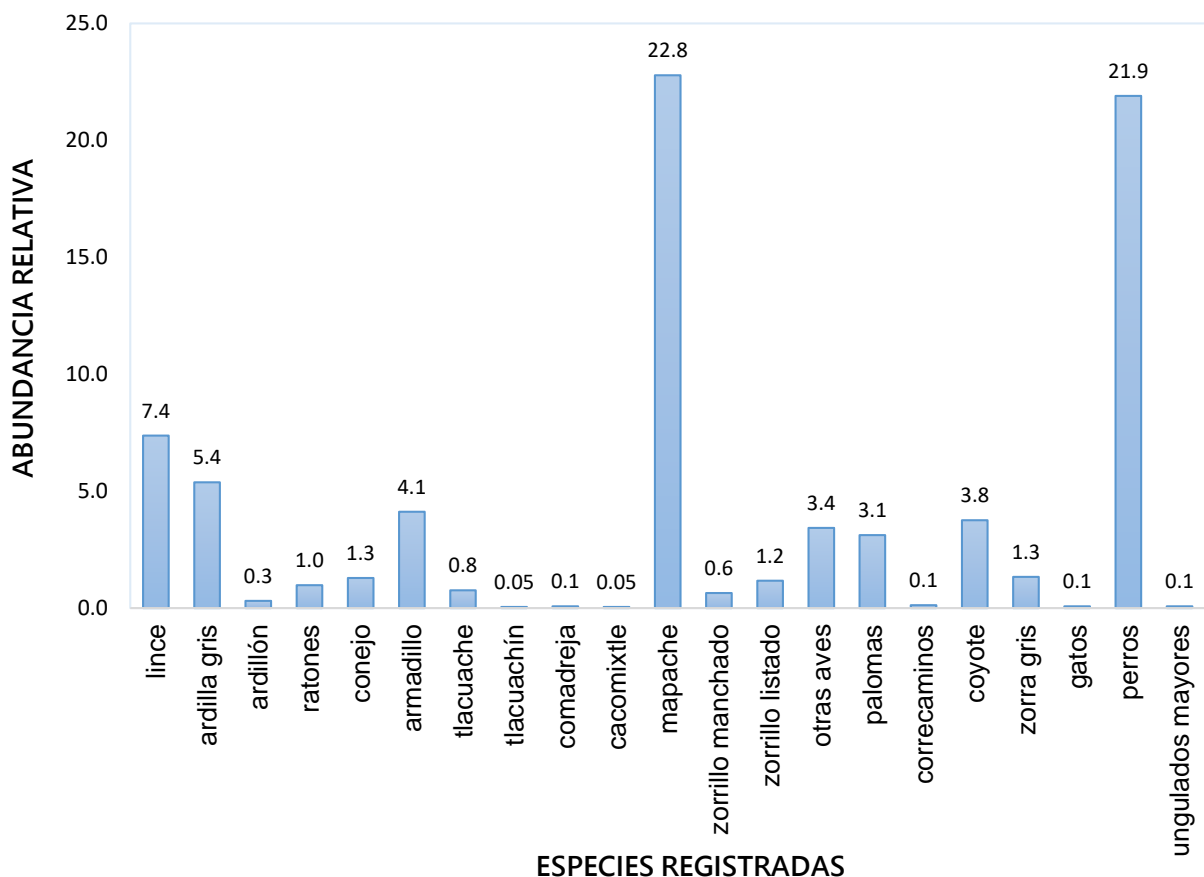
<i>Reptiles no identificados</i>	Reptiles	0	3 (3)
<b>Competidores potenciales</b>			
<i>Canis latrans</i>	Coyote	161 (158)	184 (192)
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	61 (56)	173 (155)
<i>Taxidea taxus</i>	Tejón norteño	0	1 (1)
<i>Puma concolor</i>	Puma	0	1 (1)
<b>Especies domésticas</b>			
<i>Felis catus</i>	Gatos	3 (3)	0
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perros	855 (921)	422 (329)
<i>Bos taurus</i>			
<i>Equus caballus</i>	Ungulados mayores	4 (3)	2654 (1925)
<i>Equus asinus</i>			
<i>Ovis aries</i>	Ungulados menores	0	12 (49)
<i>Capra hircus</i>			
<b>Riqueza de especies</b>		<b>21</b>	<b>23</b>

*Comparación de la estructura de la comunidad de especies-presas y especies competidoras y especies domésticas.*

De acuerdo al agrupamiento en general de especies, el matorral semiárido presentó el mayor número de especies registradas (riqueza de especies) en todo el periodo de estudio. Sin embargo, solo se tomó en cuenta las especies que se consideraron como presas potenciales por lo cual se obtuvo una riqueza total de 21 especies (13 especies-presas, 4 especies-competidores y 4 especies domésticas).

Para el bosque templado, ocho especies (38%) presentaron abundancias relativas con tasas de captura >1 por cada 100 noches-trampa. Donde el mapache y los perros fueron las especies con los valores más altos. Seguido del linco, ardilla gris, armadillo, coyote, otras aves y palomas. Mientras que el resto de las 13 especies (62%) presentaron valores inferiores de 1 registro por cada 100 noches-trampa (n=4 o 19% (conejo, ratones, zorrillo listado y zorra gris) conformado por dos especies consideradas presas potenciales y un competidor) y valores <1 (n=9 o 43% (tlacuache, zorrillo manchado, ardillón, comadreja, correcaminos, gatos, ungulados mayores,

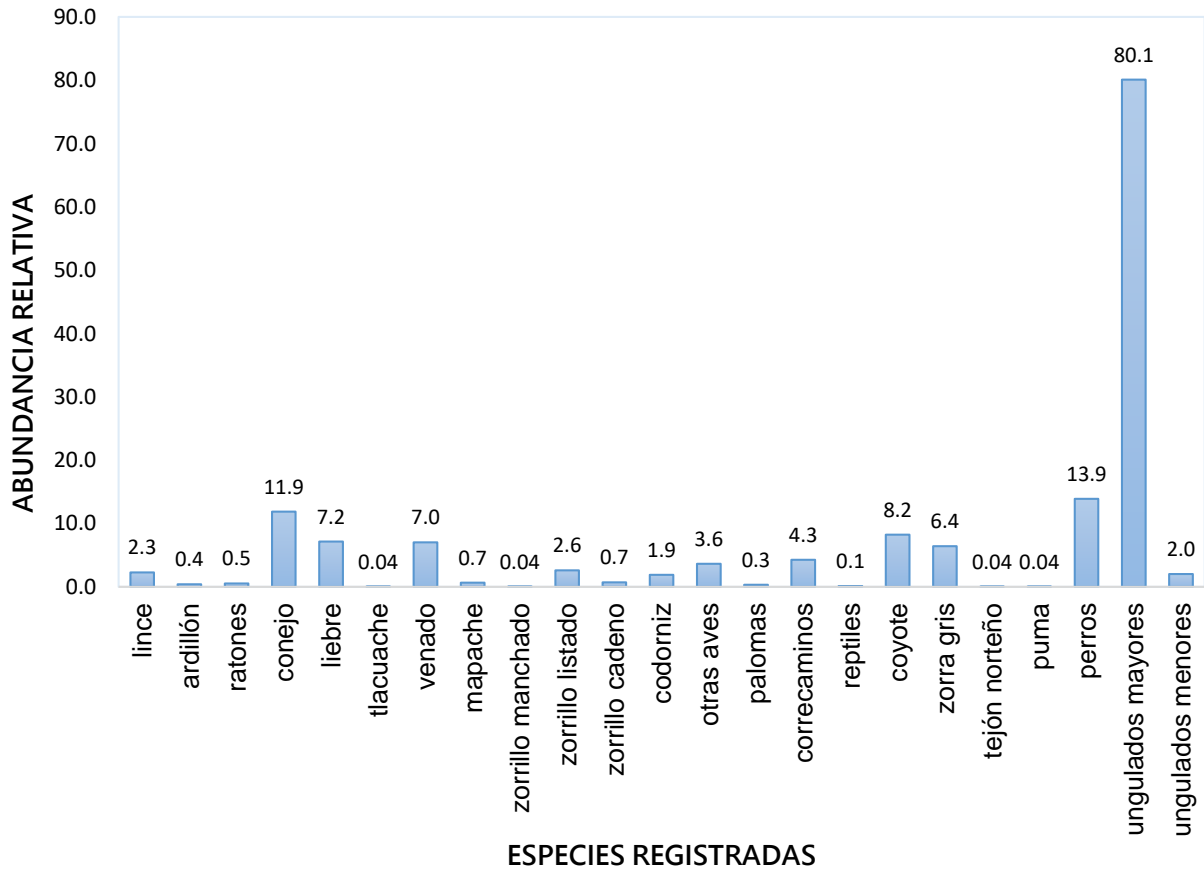
tlacuachín y cacomixtle) que representan tres especies consideradas como presas potenciales y dos especies domésticas) (Figura 4).



**Figura 4.** Abundancia relativa como tasas de captura en el bosque templado.

En el matorral semiárido, se registró 13 especies (57%) que presentaron abundancias relativas con tasas >1 registro por cada 100 noches-trampa. Donde los ungulados mayores (morfoespecie) fue el más representativo. Seguido de perros, conejo, coyote, liebre, venado, zorra gris, correcaminos, otras aves, zorrillo listado, el lince, ungulados menores y codorniz (conformado por el lince, cinco especies que fueron consideradas como presas potenciales, dos competidores y tres especies domésticas). Mientras que el resto de las 10 especies (43%) presentaron abundancias relativas bajas de <1 registro por cada 100 noches-trampa (mapache, zorrillo cadeno, ratones, ardillón, palomas, reptiles, tlacuache, zorrillo manchado, tejón norteño y

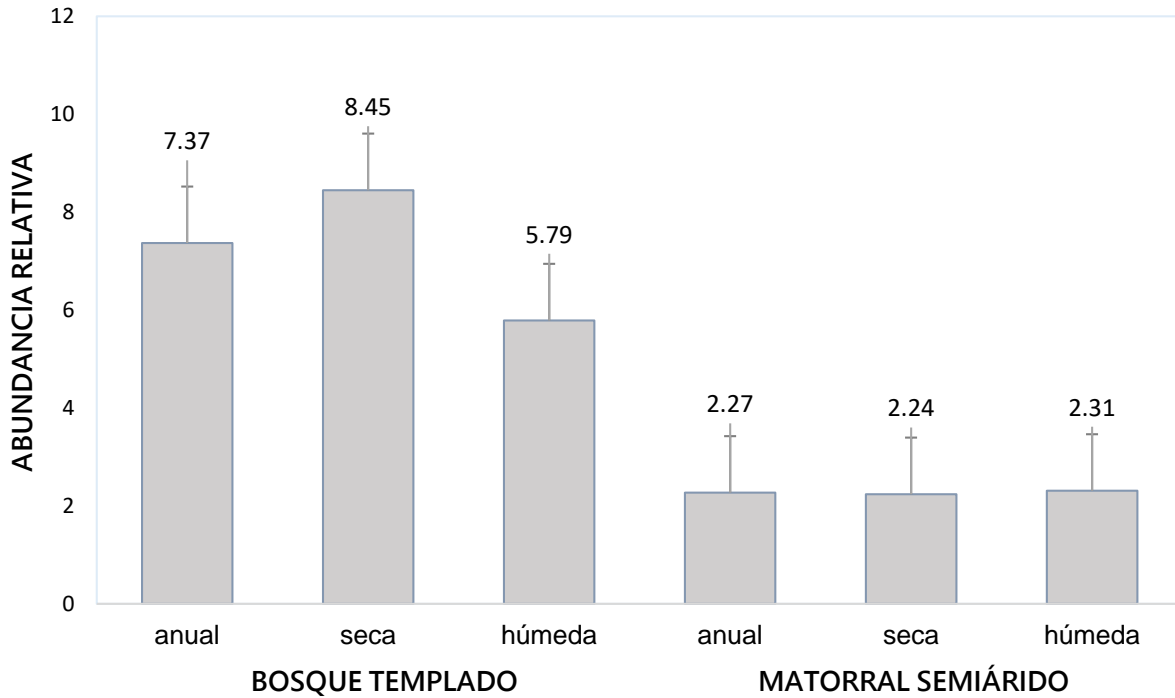
puma), conformado por cinco especies consideradas presas potenciales y dos competidores) (Figura 5).



**Figura 5.** Abundancia relativa como tasas de captura en el matorral semiárido.

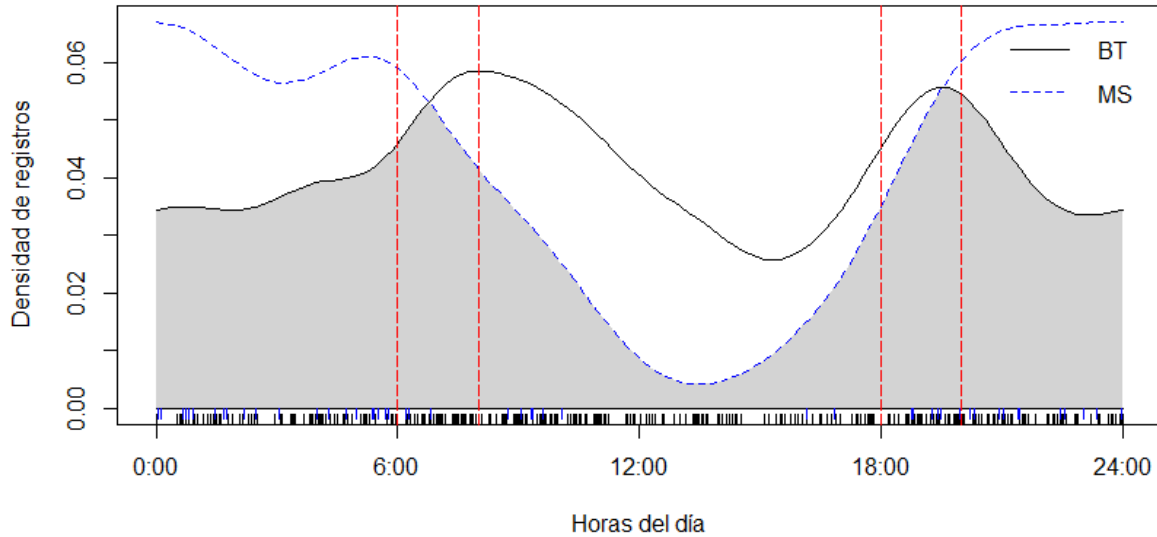
#### *Abundancia relativa y patrones de actividad del lince*

En el bosque templado el lince presentó la mayor abundancia relativa anual y temporal durante todo el periodo de estudio con 7.37 registros por 100 noches-trampa. La variación de la temporalidad en el área muestra que la temporada seca ( $8.45 \cdot 100$  NT) es el periodo que registró una mayor actividad, y la temporada húmeda ( $5.79 \cdot 100$  NT) donde su actividad disminuyó. Mientras que en matorral semiárido el índice de abundancia relativa anual fue de 2.27 registros por cada 100 noches-trampa, mostrando incluso valores similares y constantes entre temporadas (Figura 6).



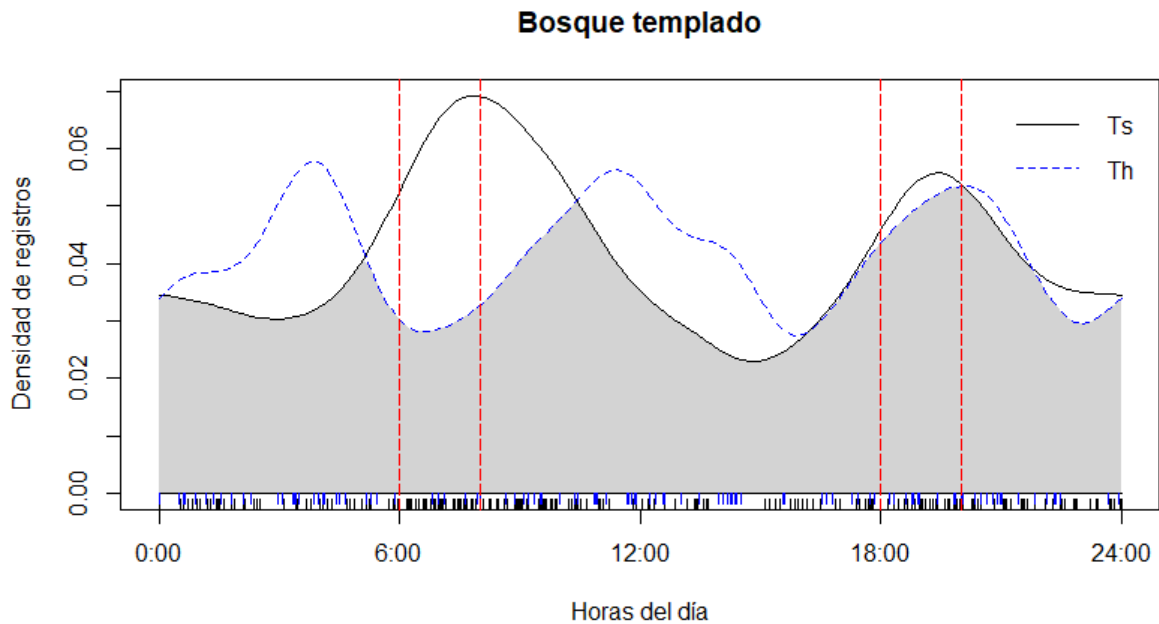
**Figura 6.** Índices de abundancia del lince por área y estacionalidad.

En general, los patrones de actividad del lince se acentúan durante periodos crepusculares y nocturnos en las dos áreas de estudio. Aunque difieren en las horas específicas en que ocurren sus picos de mayor actividad. Para el área de bosque templado se observó dos picos durante el periodo crepuscular. El primero entre las 19:00 a 20:00 horas (entre las 16 hrs. y las 22:00, y el segundo pico entre 07:00 y 09:00 horas (desde las cinco y hasta las 15:00 hrs.). Para el matorral semiárido también se observó dos periodos de mayor actividad nocturnos (Figura 7).



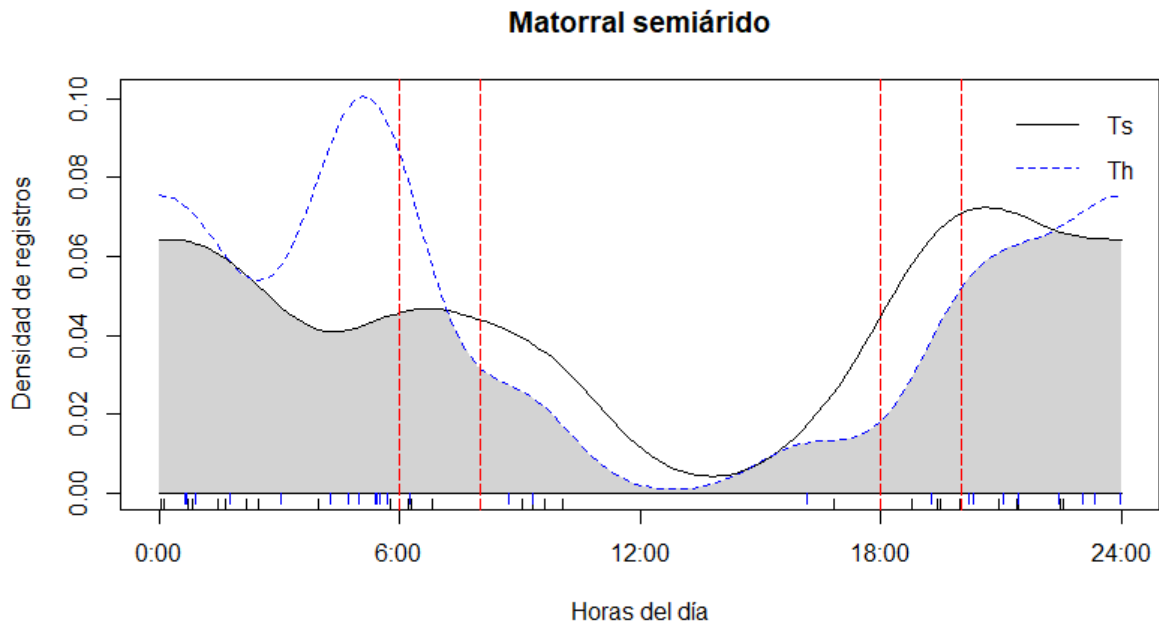
**Figura 7.** Patrones de actividad del lince en los dos ambientes de estudio. La línea negra sólida representa la actividad en bosque templado (BT) y la línea discontinua en azul en matorral semiárido (MS). Las líneas verticales indican los periodos crepusculares.

La temporalidad en el bosque templado se mostró patrones similares entre temporadas. Mientras que en la temporada húmeda muestra tres periodos de mayor actividad (crepuscular, nocturno y diurno). Las horas de menor actividad se registraron a las 16:00, 23:00 y 06:00 horas, mostrando una disminución casi similar entre estas (Figura 8).



**Figura 8.** Patrones de actividad del lince en el bosque templado. La línea negra sólida corresponde a la temporada seca (Ts) y la línea discontinua en azul a la temporada húmeda (Th). Las líneas verticales indican los periodos crepusculares.

Para el matorral semiárido la actividad temporal mostró dos periodos de mayor actividad. Para la temporada seca dos picos en periodos de actividad nocturno y crepuscular. El primero, poco después del crepúsculo vespertino entre las 20:00 a 21:00 horas, y el segundo se obtuvo a las 07:00 horas. Para la temporada húmeda se registró dos periodos de actividad nocturna (Figura 9).



**Figura 9.** Patrones de actividad del lince en el matorral semiárido. La línea negra sólida corresponde a la temporada seca (Ts) y la línea discontinua en azul a la temporada húmeda (Th). Las líneas verticales muestran los periodos crepusculares.

*Correlación entre lince y presas potenciales en el bosque templado.*

En tres especies-presas potenciales de hábitos diurnos en el bosque templado, presentaron los valores más altos de correlación positiva con la abundancia del lince. Las palomas fueron las presas con los valores más altos en todo el periodo de estudio. La ardilla gris fue la segunda especie con valor más alto, acentuado en la temporada seca. La categoría otras aves fue la tercera en valores positivos, a diferencia de las palomas y la ardilla gris su valor más alto ocurrió durante la temporada húmeda. Durante la temporada seca se observó un mayor número de especies presentaron los valores más altos de correlación positiva. Las correlaciones negativas ocurrieron principalmente con presas de hábitos nocturnos como los ratones, tlacuaches y conejos (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Correlación anual y temporal de la abundancia del lince y las presas potenciales en el bosque templado. (\*) Mayor valor.

<b>Especies presas</b>	<b>Anual</b>	<b>Temporada seca</b>	<b>Temporada húmeda</b>
Ardilla gris	0.42	0.45	-0.12
Ardillón	0.17	0.13	0.08
Ratones	-0.35	-0.30	-0.52
Conejo	-0.25	-0.47	-0.44
Armadillo	-0.33	0.02	-0.13
Tlacuache	-0.34	-0.43	-0.33
Tlacuachín	-0.06	-	0.06
Otras aves	0.17	0.15	0.23
Palomas	0.56 *	0.54 *	0.37*

*Correlación entre lince y competidores tróficos potenciales en bosque templado*

El coyote fue el principal competidor y presentó correlación positiva anual y temporal alta con la abundancia relativa del lince. Mientras que la zorra gris presentó valores nulos y negativos, especialmente en la temporada seca. Ambas especies presentaron más actividad en la temporada húmeda (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Correlación anual y temporal de la abundancia del lince con los competidores registrados en el bosque templado. \*Mayor valor.

<b>Especies competidoras</b>	<b>Anual</b>	<b>Temporada seca</b>	<b>Temporada húmeda</b>
Coyote	0.33*	0.14*	0.55*
Zorra gris	0.07	-0.30	0.48

*Correlación entre lince y especies domésticas registrado en el bosque templado.*

De las tres especies domésticas, ninguna presentó correlaciones positivas altas con la abundancia relativa del lince. Sin embargo, la temporada húmeda fue el periodo más importante de estas especies, como los perros y los gatos que presentaron comparativamente sus valores positivos más altos (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Correlación anual y temporal de la abundancia del lince con las especies domésticas en el bosque templado. (\*) Mayor valor.

<b>Especies domésticas</b>	<b>Anual</b>	<b>Temporada seca</b>	<b>Temporada húmeda</b>
Perros	-0.01	0.09	0.11*
Gatos	0.04	-0.02	0.11*
Ungulados mayores	-0.33	---	-0.48

*Correlación entre lince y presas potenciales del matorral semiárido.*

Cuatro especies (ratones, conejo, liebre y ardillón) en su mayoría de hábitos nocturnos, presentaron valores altos de correlación positiva anual y temporal con la abundancia relativa del lince. Los ratones presentaron el valor más alto de todo el estudio. Mientras que el conejo presentó el valor más alto de la temporada seca. El ardillón y la liebre presentaron valores similares al de los ratones durante la temporada húmeda. La liebre, presentó valores similares entre épocas en este estudio. Por otra parte, a pesar de que en la temporada seca hubo un mayor número de especies con correlaciones positivas, en la temporada húmeda el número de presas presentaron las correlaciones positivas más altas. En esta época el venado mostró correlación con el lince en esta temporada. Por el contrario, el tlacuache se mostró solo en la temporada seca (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Correlación anual y temporal entre la abundancia del lince y las presas potenciales en el matorral semiárido. (\*) Mayor valor.

<b>Especies presas</b>	<b>Correlación anual</b>	<b>Temporada seca</b>	<b>Temporada húmeda</b>
Ardillón	0.36	0.33	0.53
Ratones	0.56 *	0.18	0.91 *
Conejo	0.46	0.72 *	0.36
Liebre	0.52	0.51	0.62
Tlacuache	0.11	0.11	---
Venado	0.13	-0.24	0.72
Codorniz	-0.28	-0.05	-0.36
Otras aves	0.09	0.50	-0.08
Palomas	-0.20	0.42	-0.28
Reptiles	-0.31	---	-0.35

*Correlación entre lince y competidores tróficos potenciales del matorral semiárido.*

La zorra gris fue el competidor que presentó los valores más altos de correlación anual y temporal con la abundancia relativa del lince. Durante la temporada húmeda fue mayor la abundancia relativa de zorra gris, puma y coyote. En el caso del puma, esta especie solo estuvo presente en esta temporada (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Correlación anual y temporal de la abundancia del lince con competidores en el matorral semiárido. \*Mayor valor.

<b>Especies competidoras</b>	<b>Anual</b>	<b>Temporada seca</b>	<b>Temporada húmeda</b>
Coyote	0.42	0.27	0.57
Zorra gris	0.60 *	0.38 *	0.84 *

Tejón norteño	-0.04	-0.12	---
Puma	0.41	---	0.61

*Correlación entre lince y especies domésticas registrado en el matorral semiárido.*

De las especies domésticas registradas, los perros fueron las especies con valor más alto de correlación, anual y temporal con la abundancia del lince. La temporada húmeda fue el periodo más relevante para todas las especies, ya que presentaron en mayor medida sus valores de correlación positiva con el lince (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Correlación anual y temporal de la abundancia del lince con las especies domésticas registradas en el matorral semiárido. (\*) Mayor valor.

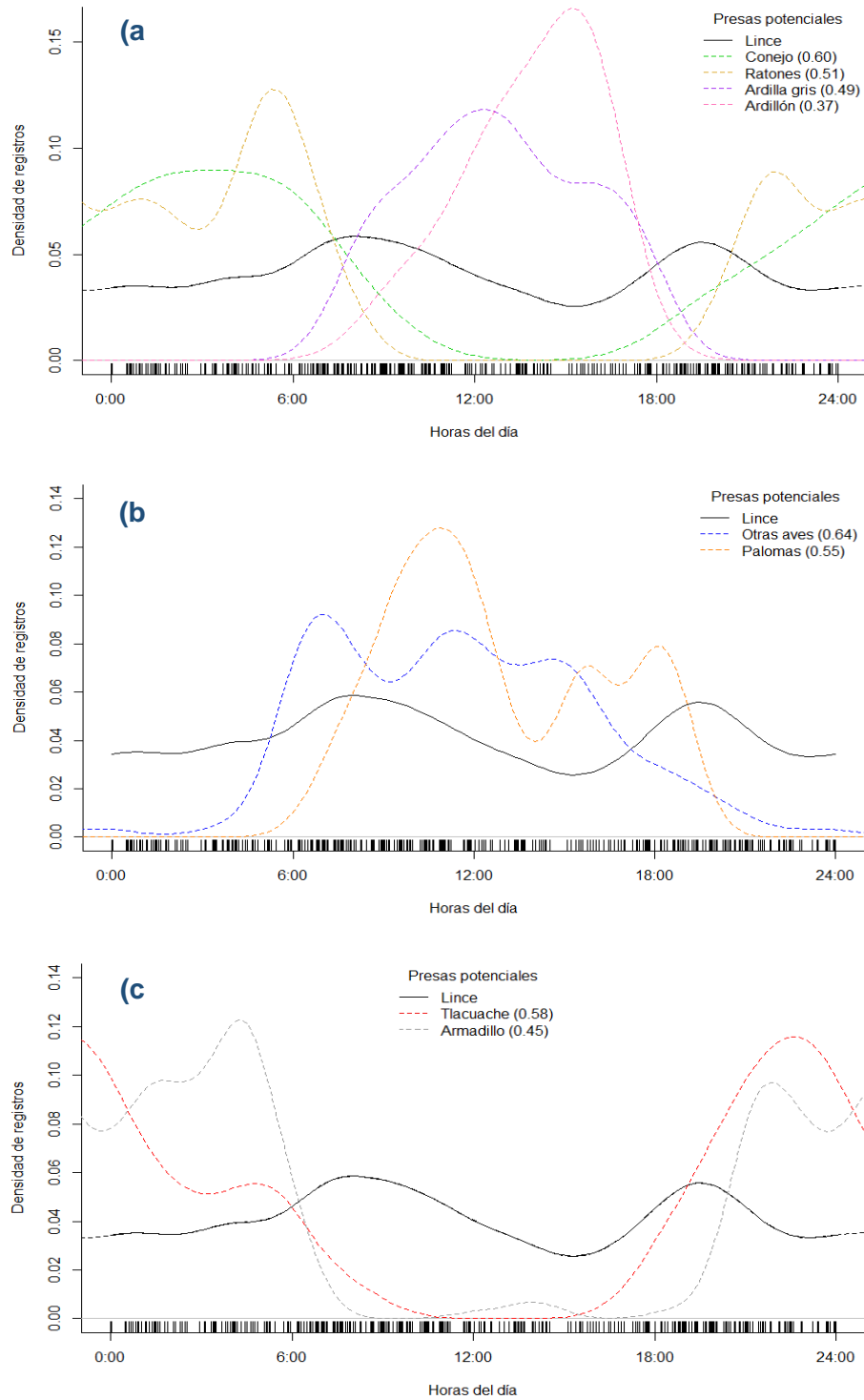
<b>Especies presas potenciales</b>	<b>Anual</b>	<b>Temporada seca</b>	<b>Temporada húmeda</b>
Perros	0.57*	0.35*	0.75*
Ungulados mayores	0.14	-0.31	0.52
Ungulados menores	-0.17	-0.51	0.61

*Traslape temporal entre lince y sus presas potenciales en el bosque templado.*

Para el bosque templado se pudo analizar el traslape en 11 especies que cumplieron con el número mínimo de 11 registros independientes en el estudio. Las especies que no contaron con el número suficiente de registros en esta área fueron: tlacuachín, gatos y ungulados mayores.

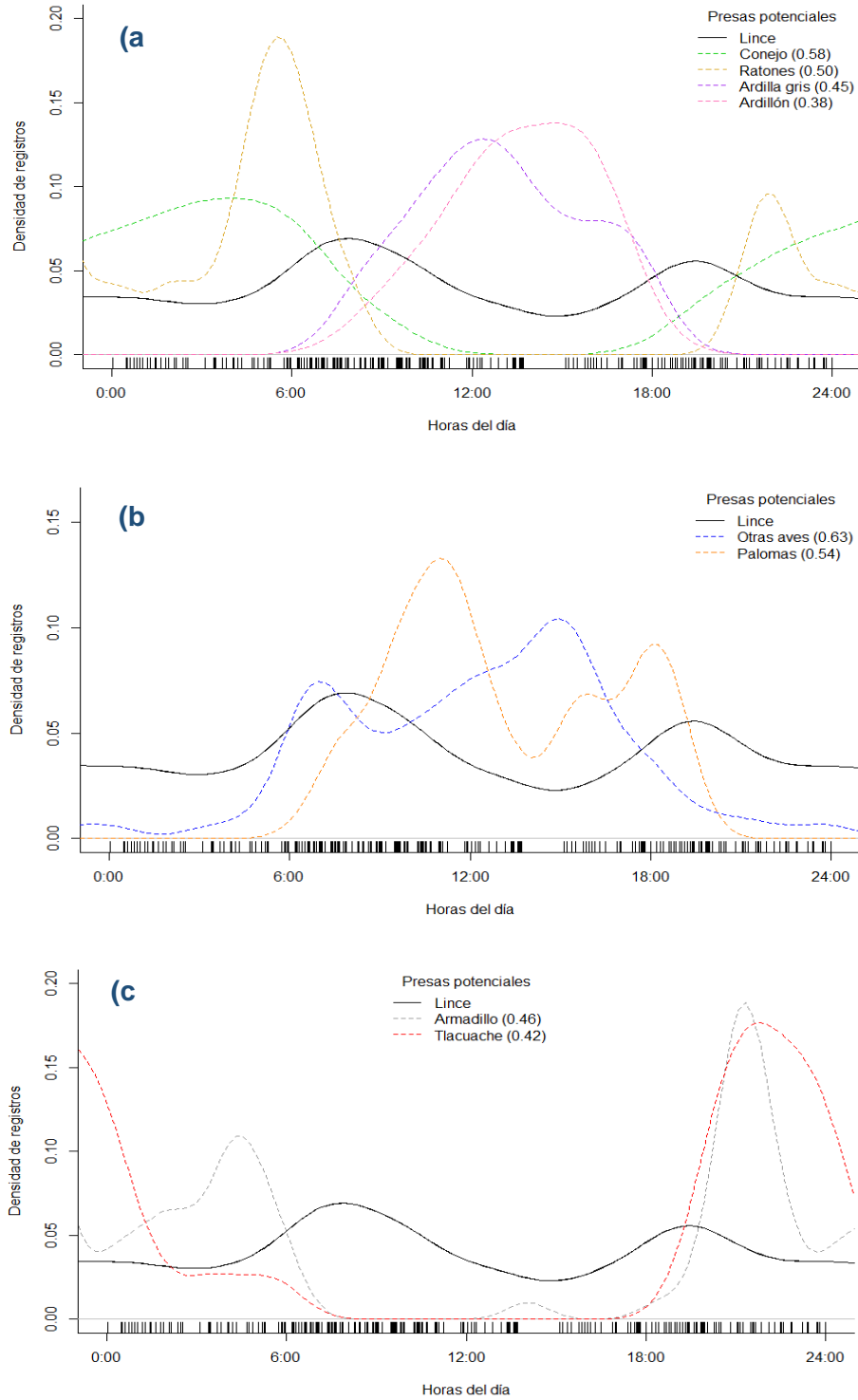
Las especies de presas potenciales con valores más altos de traslape de actividad fueron las aves (0.64), conejo (0.60) y tlacuache (0.58). Aunque las palomas y los ratones también presentaron un traslape significativo de 50%, el resto de las presas obtuvieron valores inferiores. La morfoespecie conformada por las aves se

observó un patrón de actividad que coincidió en forma sincronizada con uno de los intervalos de mayor actividad del lince (07:00 a 09:00 horas). Por otra parte, el ardillón fue la presa que menos solapamiento presentó (0.37), ya que su mayor actividad se encontró en las horas en que el lince fue menos activo (15:00 horas) (Figura 10).

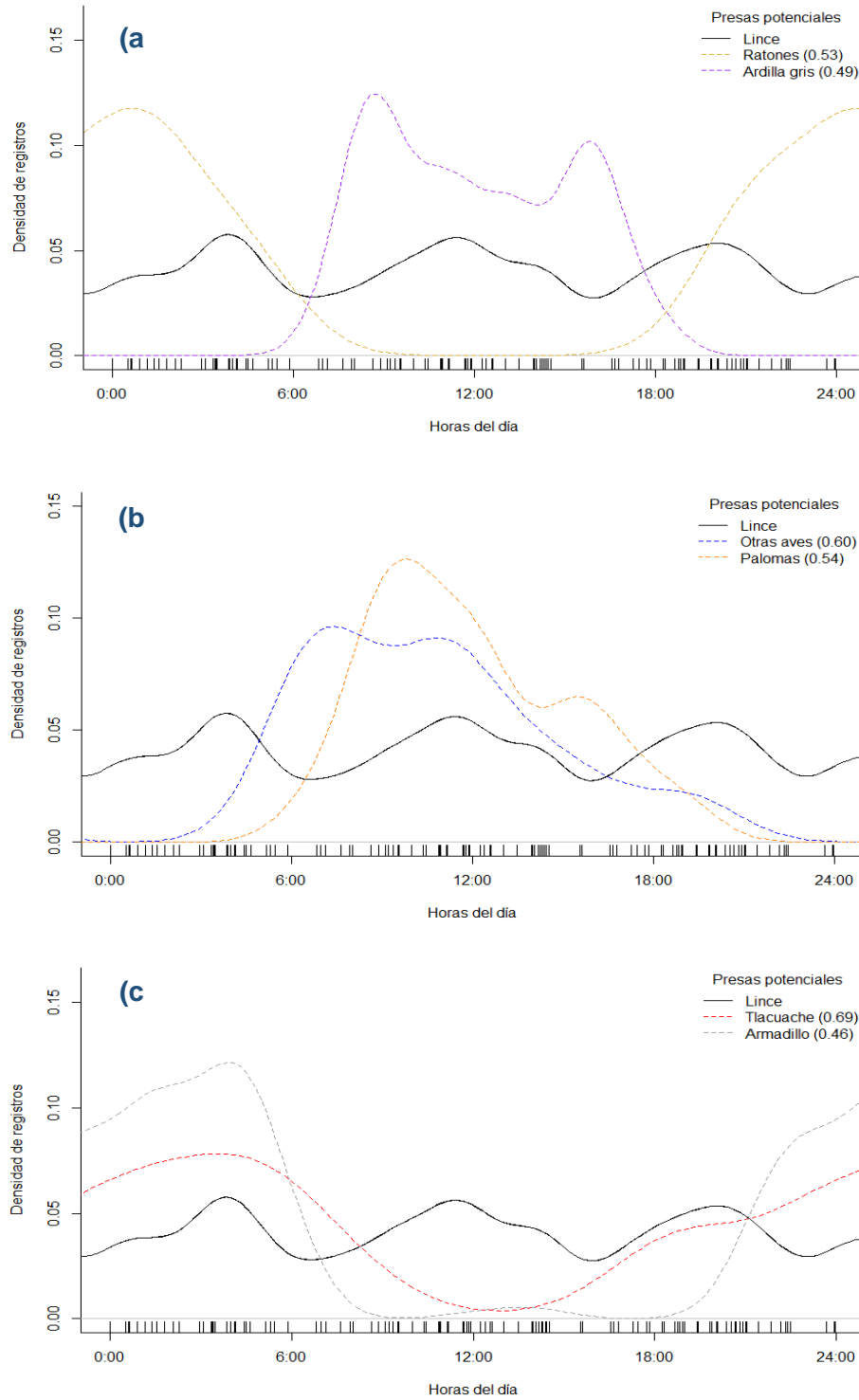


**Figura 10.** Diagrama del solapamiento entre de los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos durante todo el periodo de estudio en el bosque templado.

Las principales presas muestran variación en el traslape temporal. En la temporada seca las aves obtuvieron el coeficiente de traslape más alto con 0.63, y en la temporada húmeda el tlacuache con 0.69. Cinco especies presentaron valores similares entre temporadas (otras aves, palomas, ratones, ardilla gris y armadillo). Sin embargo, algunas especies como los conejos y el ardillón presentaron mayor correlación en la temporada seca. En esta temporada, las aves coincidieron en su actividad con el lince (07:00 a 09:00 horas) (Figura 11). En la temporada húmeda se encontró una variación de presas que cubrieron al menos dos de los tres picos de actividad que presentó el lince. Los ratones, el tlacuache y el armadillo presentaron una actividad superior que cubrió el pico de las 04:00, el cual, parece coincidir con los picos de estas dos últimas presas. En el pico del medio día (11:00 a 12:00), la actividad fue cubierto por otras aves, palomas y ardilla gris, coincidiendo al menos con un pico de otras aves. En el caso del pico de las 20:00 a 21:00 horas, este solo fue representado parcialmente por las mismas presas que cubrieron el pico de la madrugada, pero no ocurrió ninguna coincidencia en los picos (Figura 12).



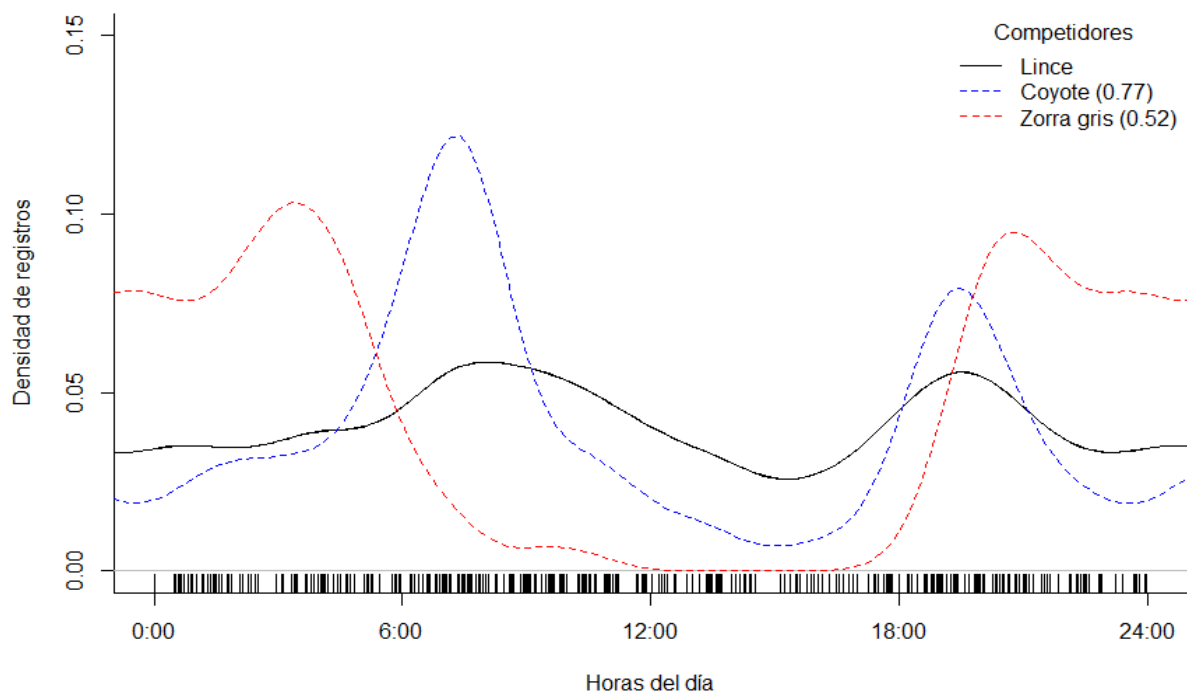
**Figura 11.** Diagrama del solapamiento de los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos durante la temporada seca en el bosque templado.



**Figura 12.** Diagrama del solapamiento de los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos durante la temporada húmeda en el bosque templado.

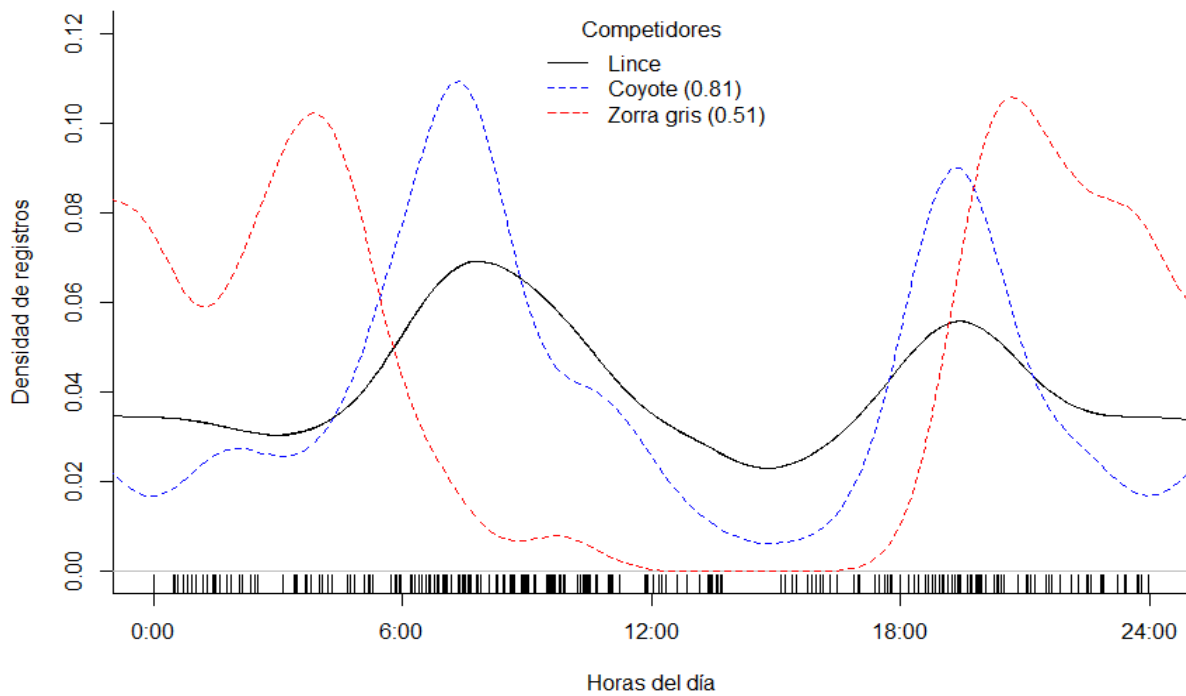
*Traslape de actividad del lince y competidores en el bosque templado.*

El coyote fue el competidor principal al presentar mayor traslape con los patrones de actividad del lince (0.77). Aunque el lince presentó una mayor actividad durante todo el día, el coyote presentó una mayor intensidad sobre los picos de actividad. El pico de actividad en que ambos depredadores coincidieron fue el de las 19:00 a 20:00 horas. La zorra gris presentó un traslape del 50%, aunque con más actividad nocturna que la del lince y el coyote, sus picos de actividad parecen desplazarse horas antes y después de los picos de estos dos depredadores (Figura 13).



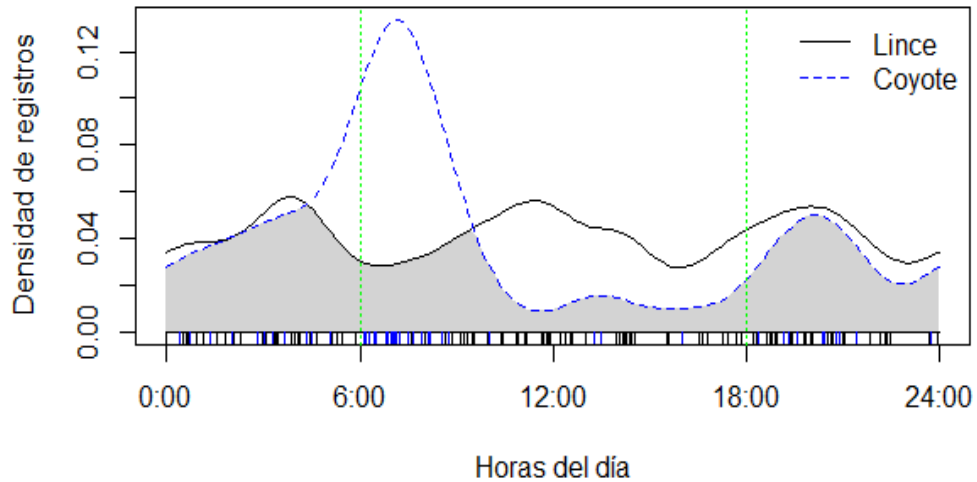
**Figura 13.** Diagrama del sobrelapamiento de los patrones de actividad del lince y competidores durante el estudio en el bosque templado.

En la temporada seca el sobrelapamiento temporal mostro mayor nivel de coincidencia ya que las tres especies presentaron mayor traslape (Figura 14).



**Figura 14.** Diagrama que muestra el solapamiento de los patrones de actividad del lince y competidores durante la temporada seca en el bosque templado.

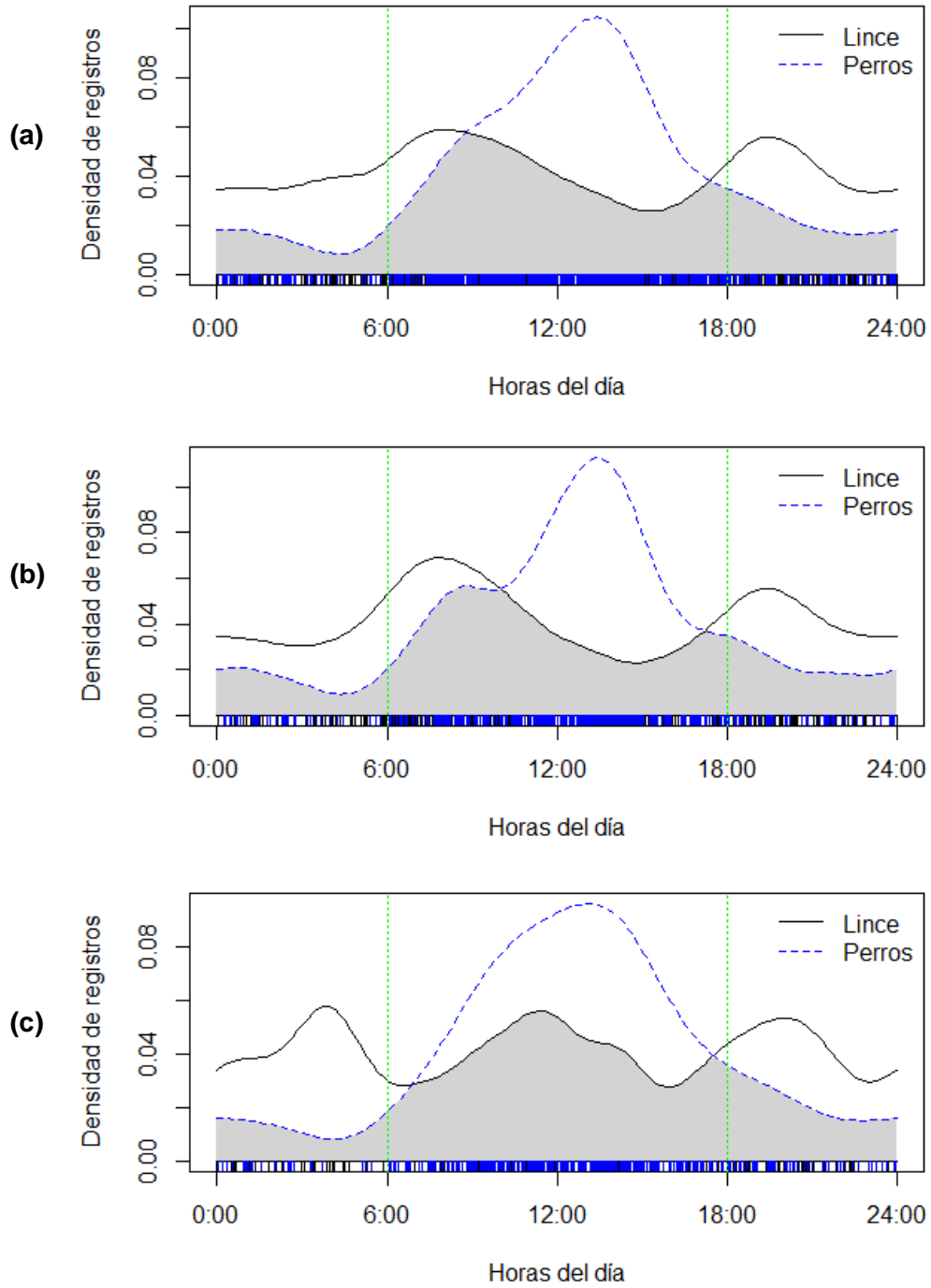
Para la temporada húmeda, solo se evaluó la superposición de la actividad del lince y el coyote, con un valor de 0.68. El lince fue la especie depredadora que modificó más sus patrones de actividad con respecto a la temporada seca. Al observar los patrones actividad del coyote en las dos temporadas, este mantuvo sin mayores ajustes sus picos de actividad, coincidiendo en los mismos horarios, aunque variando de intensidad. El incremento o reducción del pico de actividad del coyote coincidió con un aumento o disminución de la actividad del lince (Figura 15).



**Figura 15.** Diagrama de superposición entre los patrones de actividad del lince y el coyote durante la temporada húmeda en el bosque templado.

*Traslape de actividad entre el lince y las especies domésticas en el bosque templado.*

Los perros fueron las especies que coincidieron más con la actividad del lince. El superposición anualizado fue de 0.66. Sin embargo, las horas de más traslape ocurrieron en el pico de la mañana (07:00 a 09:00 horas) en la temporada seca y a medio día (11:00 a 12:00 horas) de la temporada húmeda. Sin embargo, los periodos de mayor actividad no ocurrieron en sincronía (Figura 16).

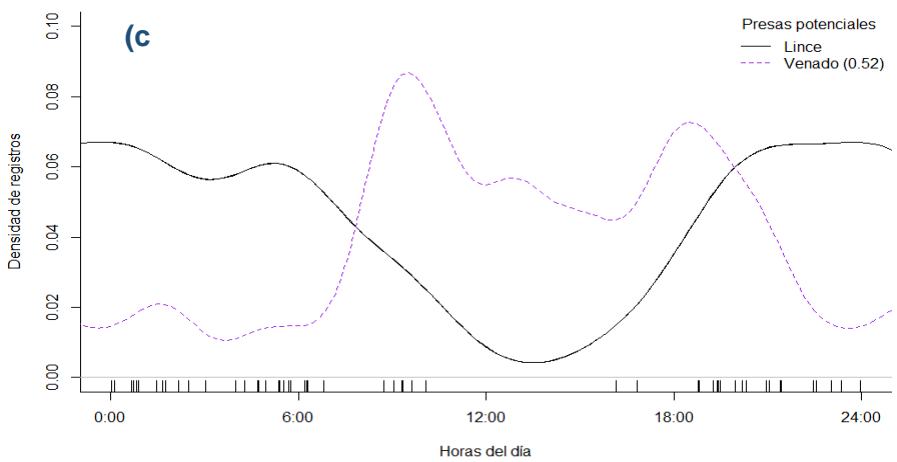
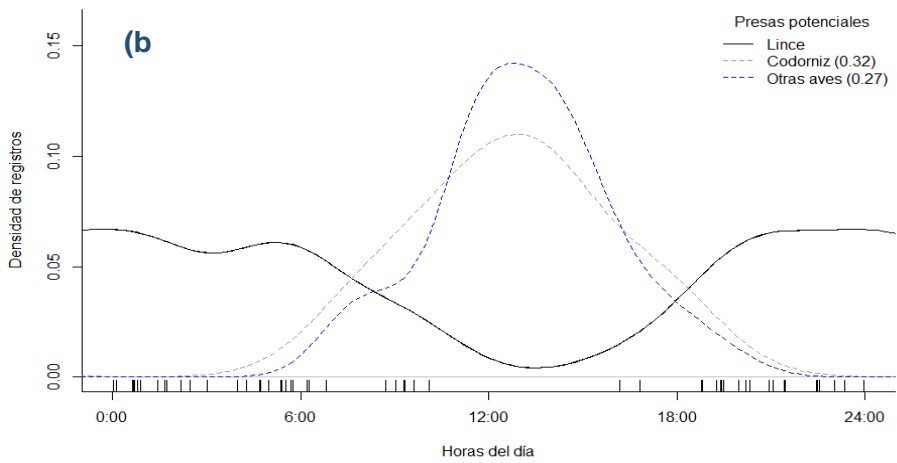
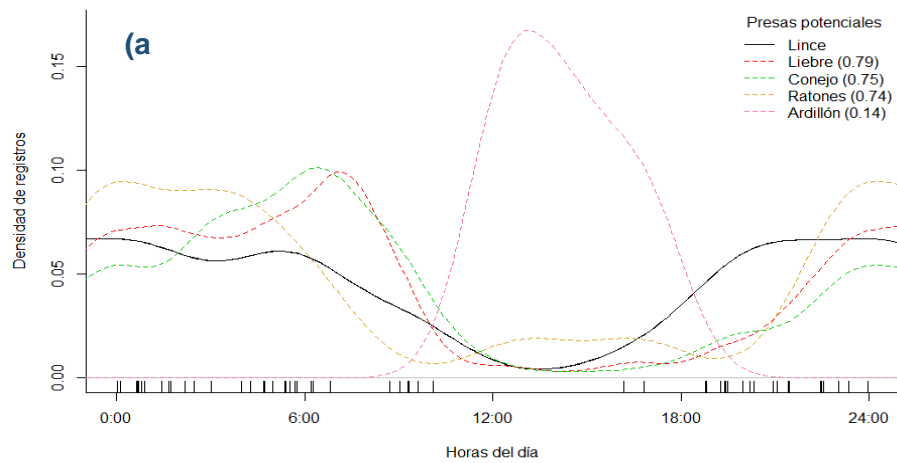


**Figura 16.** Diagramas del traslape entre patrones de actividad del lince con los perros analizado (a), la temporada seca (b) y la temporada húmeda (c) en el bosque templado.

*Traslape de actividad entre el lince y las presas potenciales en el matorral semiárido.*

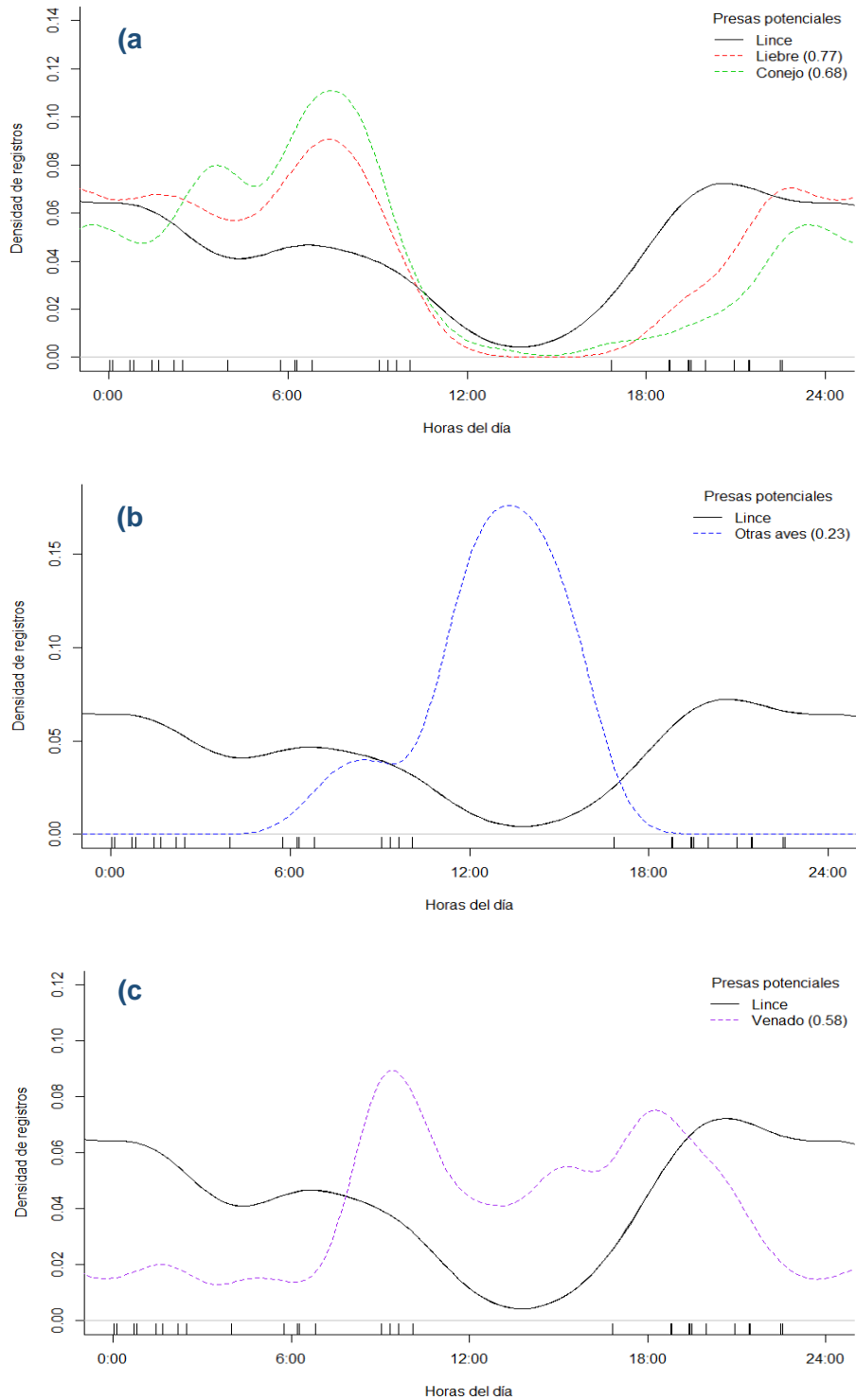
Para 12 especies se pudo analizar el traslape los cuales incluyeron siete presas, dos competidores, y tres especies domésticas. Las especies que no se consideraron en este análisis fueron: tlacuache, palomas, reptiles, tejón norteño y puma.

En el caso de las presas potenciales, los lagomorfos y roedores como la liebre mostraron elevado solapamiento 0.79, en conejos 0.75 y los ratones 0.74 fueron las presas con el coeficiente de traslape más alto con la actividad del lince en todo el periodo de estudio. El venado también presentó un solapamiento considerable del 52% de semejanza con la actividad del lince. Sin embargo, ninguna de las presas mostró sincronización con los picos de actividad del lince, el pico de las 05:00 horas fue solapado completamente con la actividad de la liebre y el conejo. No obstante, a partir de las 21:00 hasta las 09:00 horas hubo un mayor solapamiento que se presentó en el área, principalmente con los patrones de actividad de la liebre, el conejo y los ratones (Figura 17).

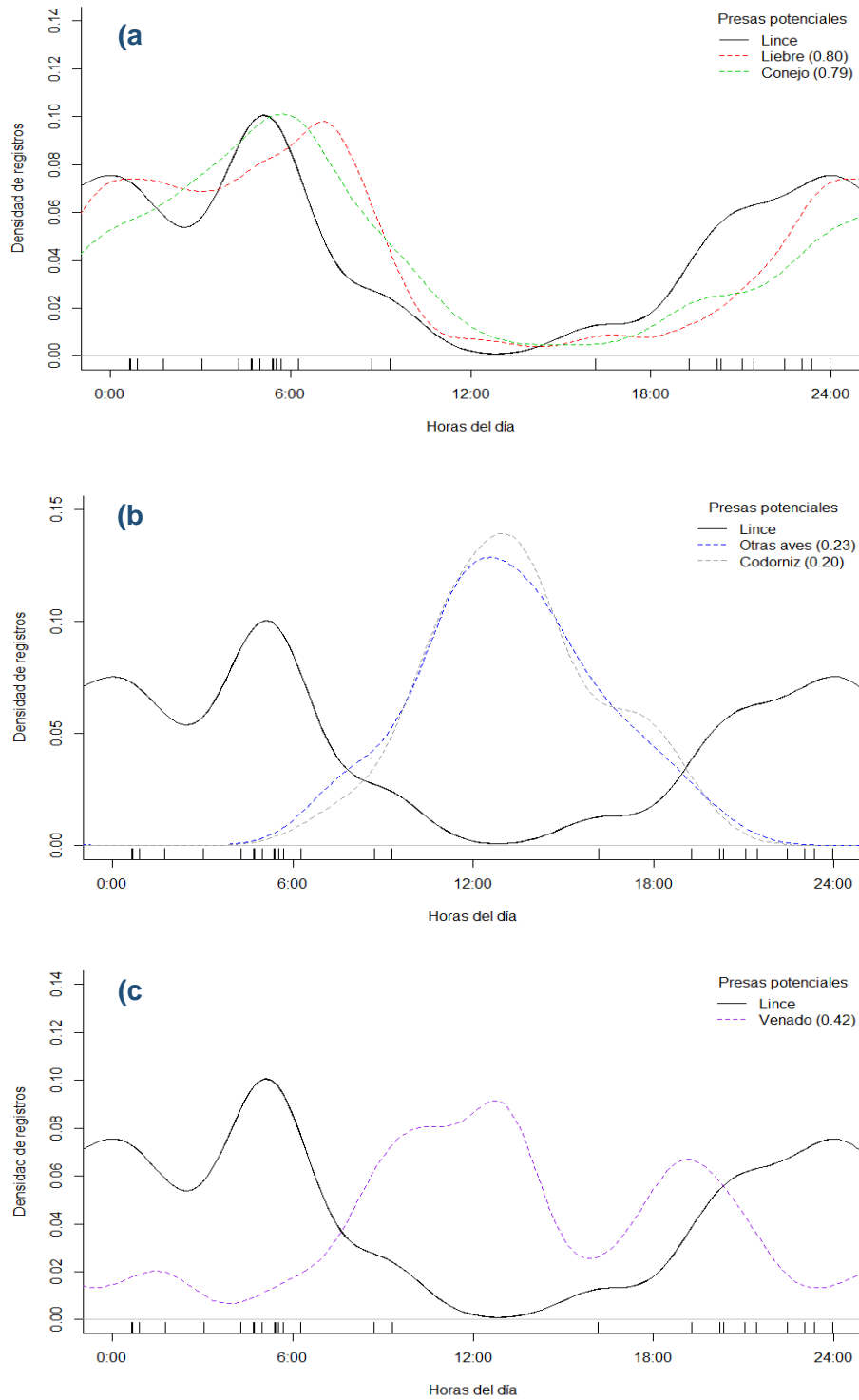


**Figura 17.** Diagrama del solapamiento de los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos durante todo el periodo de estudio en el matorral semiárido.

El solapamiento temporal de las presas potenciales, muestra que la liebre y el conejo son las especies con mayor traslape con la actividad del lince. El venado fue la tercera presa. En la temporada seca se observó que los patrones de actividad de los lagomorfos coincidieron con la actividad del lince entre las 22:00 y las 09:00 horas, ambas especies coinciden con uno de los picos de mayor actividad del lince (05:00 horas) (Figura 18). En la temporada húmeda hubo mayor traslape, con un mayor número de presas, presentando un valor más alto las presas relevantes (el venado presentó un mayor traslape en la temporada seca). También los patrones de actividad entre los lagomorfos y lince coincidieron menos. En cuanto a las aves (otras aves y codorniz) estas presentaron menor valor de traslape tanto en la temporada seca como en la temporada húmeda (Figura 19).



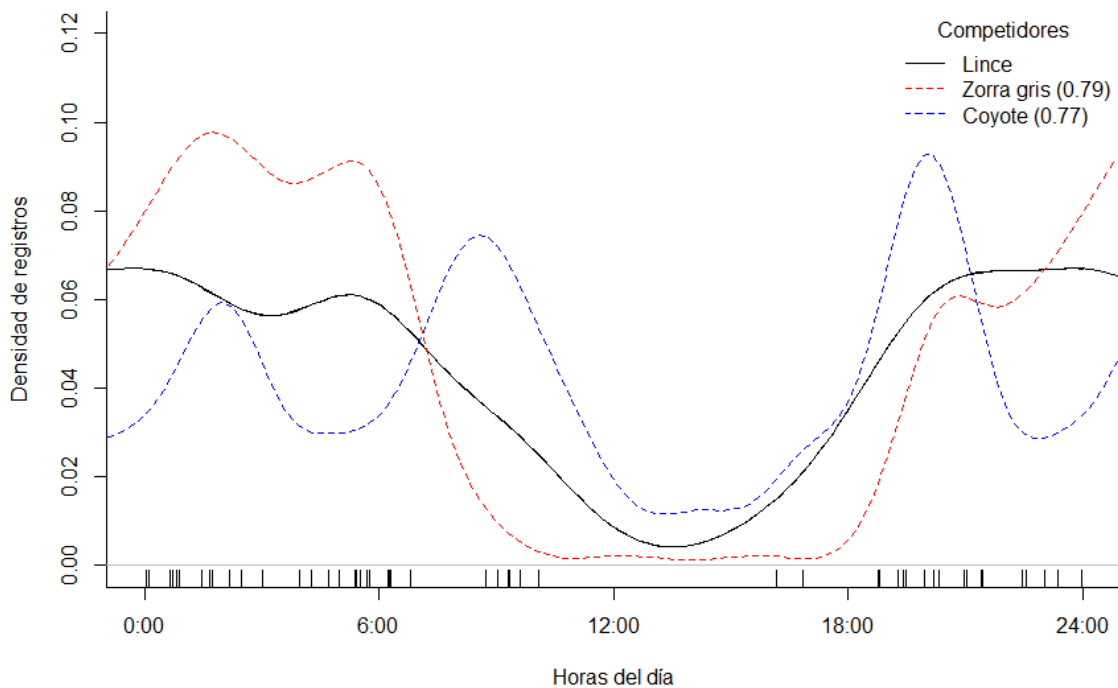
**Figura 18.** Diagrama de solapamiento entre los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos en el matorral semiárido durante la temporada seca.



**Figura 19.** Diagrama del sobrelapamiento entre los patrones de actividad del lince y las especies de presas potenciales a) lagomorfos y roedores, b) aves y c) otros mamíferos en el matorral semiárido durante la temporada húmeda.

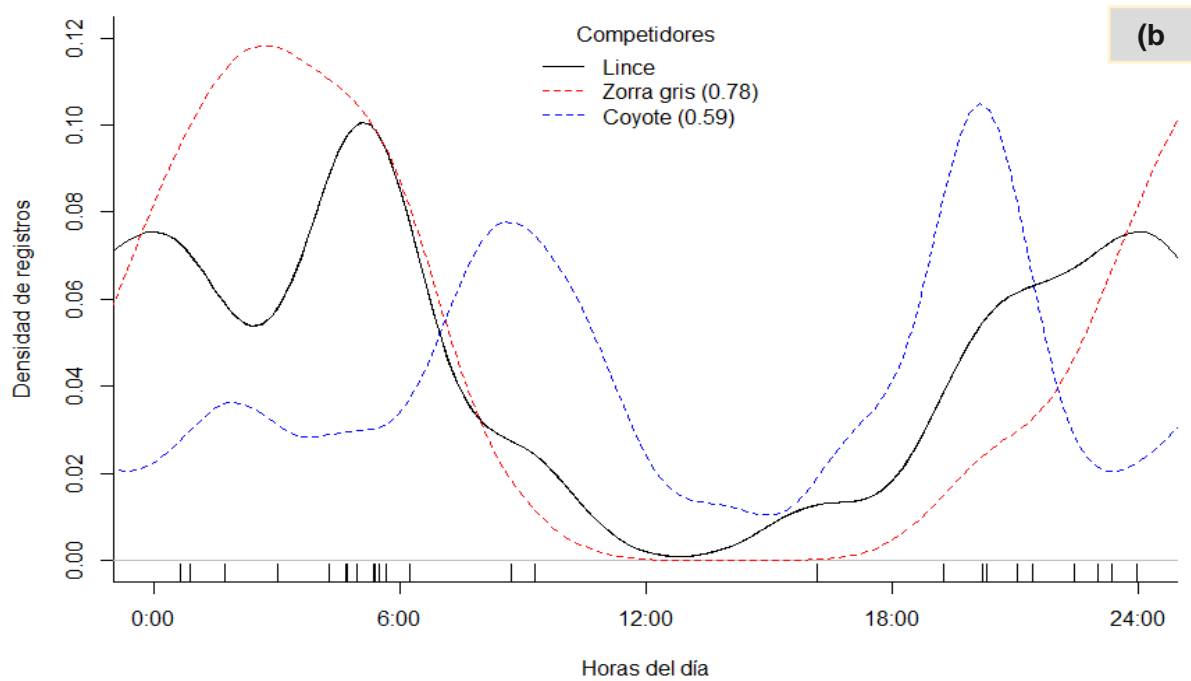
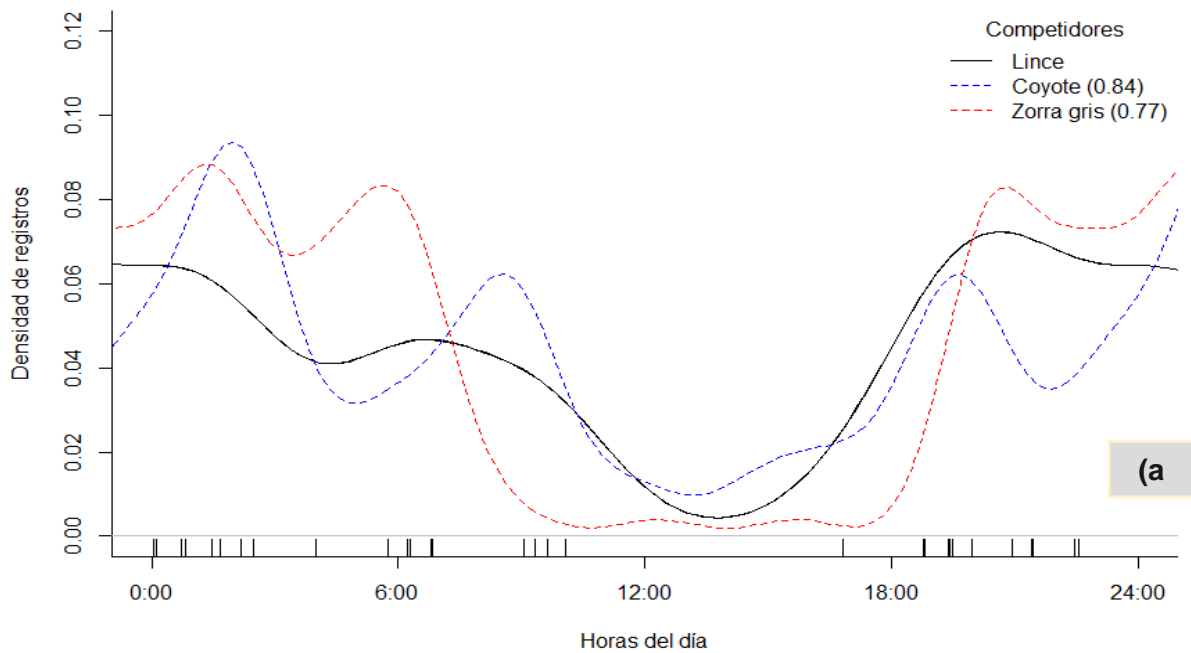
*Traslape temporal entre actividad del lince y competidores en el matorral semiárido.*

En el caso de los competidores, la zorra gris y el coyote presentaron valores similares (0.79 y 0.77) con alto nivel de traslape con el lince. Sin embargo, el valor fue ligeramente mayor para la zorra gris. Al observar los patrones y picos de mayor actividad del lince, se observa que ambos competidores coinciden en forma alternada con los picos de mayor actividad del lince. La zorra gris presentó mayor actividad que el lince y el coyote en el horario entre las 23:00 y las 07:00 horas, coincidiendo con el pico de actividad del lince (05:00 horas). El coyote presentó mayor actividad que el lince y la zorra gris desde las 07:00 y las 22:00 horas (Figura 20).



**Figura 20.** Diagrama del sobrelapamiento entre los patrones de actividad del lince y competidores en el matorral semiárido durante el estudio.

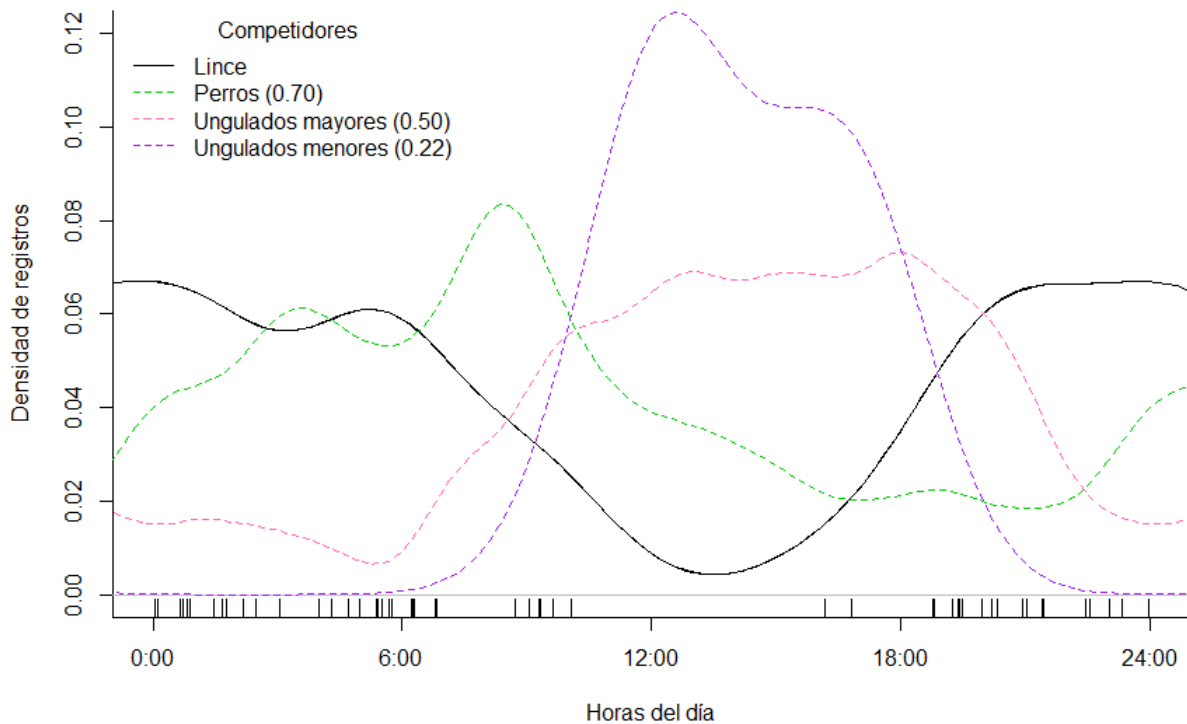
El traslape temporal entre ambos competidores, muestra que el coyote presenta mayor variación que el lince. El mayor traslape se obtuvo durante la temporada seca (0.84) que en la temporada húmeda (0.59). La zorra gris mantuvo traslape similar durante todo el año (0.77 en temporada seca y 0.78 en temporada húmeda). En concreto, se observó mayor traslape de los picos de actividad durante la temporada seca, principalmente entre el lince y la zorra gris (Figura 21).



**Figura 21.** Diagrama del sobrelapamiento entre los patrones de actividad del lince y competidores en el matorral semiárido durante la temporada seca (a) y la temporada húmeda (b).

*Traslape de actividad entre el lince y las especies domésticas en el matorral semiárido.*

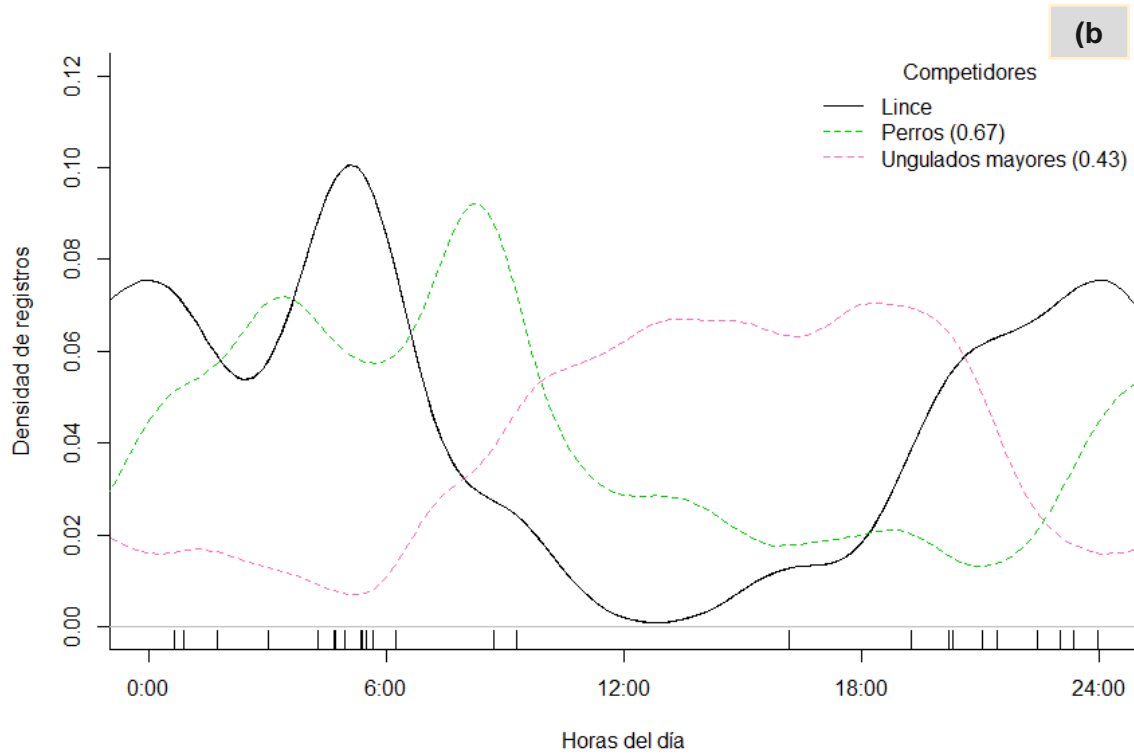
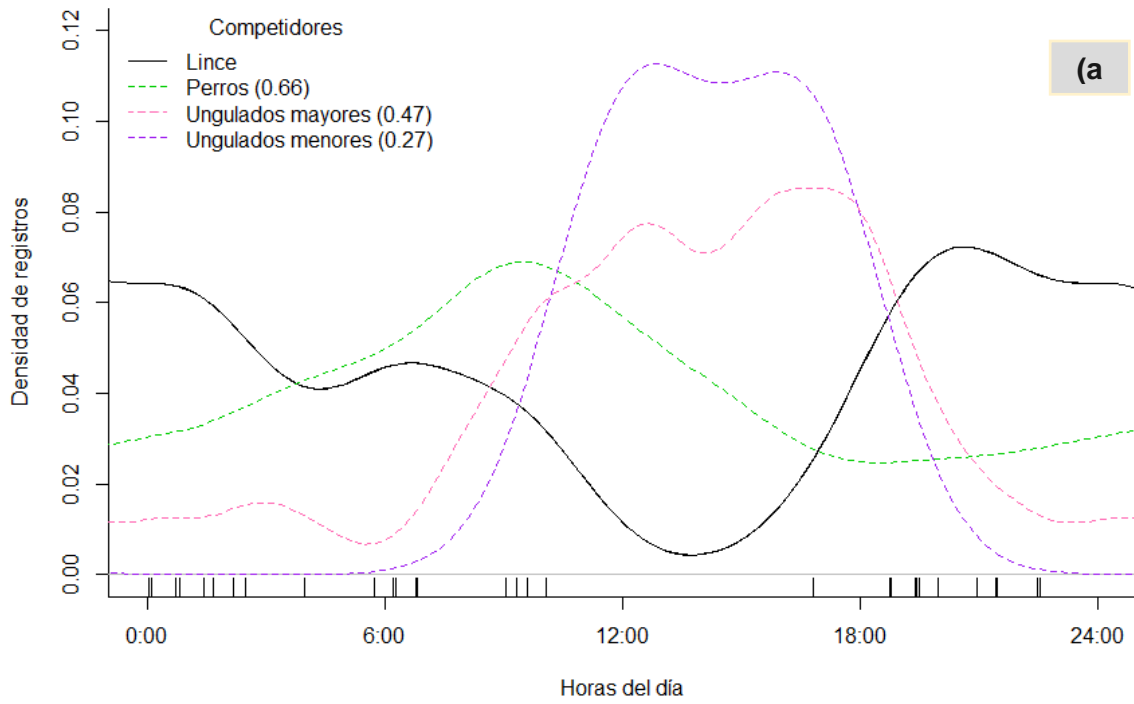
En este grupo, los perros fueron las especies que mayor traslape presentaron con la actividad del lince (Dhat1: 0.70). Las horas que más coincidieron fue entre las 00:00 y 06:00 horas. No obstante, la actividad del lince fue ligeramente superior en dichas horas. Por otra parte, aunque los ungulados mayores también presentaron hasta el 50% de coincidencia con sus patrones de actividad, estos al igual que los ungulados menores concentraron su actividad durante las horas de luz (Figura 22).



**Figura 22.** Diagrama que muestra el sobrelapamiento de los patrones de actividad del lince y las especies domésticas durante todo el periodo de estudio en el matorral semiárido.

El traslape temporal mostró que el perro es la especie doméstica con traslape constante de la actividad del lince durante todo el año (0.66 para la temporada seca y 0.67 para la temporada húmeda). Sin embargo, no se encontró coincidencia con los

picos de actividad del lince, ni una posible influencia de los patrones de actividad de ambos carnívoros. En el caso de los ungulados mayores estos también fueron ligeramente mayor durante la temporada seca. En este periodo también se obtuvo los valores exclusivos del traslape de los ungulados inferiores (Figura 23).



**Figura 23.** Diagrama del solapamiento entre patrones de actividad del lince y las especies domésticas en el matorral semiárido durante la temporada seca (a) y la temporada húmeda (b).

## DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó la actividad del lince y su relación con la estructura de la comunidad de especies que conformaron los diferentes grupos de interacción (presas potenciales, competidores y especies domésticas). Contrastando su abundancia relativa y patrones de actividad y variación durante la temporada seca y húmeda, para ambientes de un bosque templado y un matorral semiárido del centro de México. Este estudio representa el primero en su tipo para el lince en donde se analiza quizás a los dos ambientes más extendidos en el centro de México (Michoacán y Guanajuato) (Bárcenas & Medellín, 2021).

El lince es más activo en el bosque templado, fue el hábitat más frecuentado y con mayor abundancia relativa, tanto en temporada seca como húmeda, a pesar de ser un área de poca extensión (menos de 34 hectáreas) y estar rodeado por áreas de cultivo y asentamientos humanos (ranchos). En esta área se observó algunos atributos en el paisaje y también microhábitats que se han correlacionado en estudios anteriores asociados a una mayor densidad, uso y selección de hábitats, así como el aumento en la detectabilidad por parte del lince. Los factores asociados incluyen la presencia de cuerpos de agua, senderos, cobertura arbórea, abundancia de presas, heterogeneidad de hábitats, y la forma y complejidad de los parches de vegetación (Clare *et al.*, 2015; Constible *et al.*, 2006; Espinosa-Flores & López-González, 2017; Kirby *et al.*, 2010; Kolowski & Woolf, 2002).

En el matorral semiárido la abundancia del lince fue ligeramente mayor durante la temporada húmeda. Este resultado coincide con lo reportado por Cruz-Jácome *et al.*, (2015) en un ambiente similar. Sin embargo, en los matorrales con cubierta densa y presencia de afloramientos rocosos, tienen mayor probabilidad de ser registrados (Elizalde-Arellano *et al.*, 2014; Heilbrun *et al.*, 2006). En áreas ganaderas se ha señalado que la detección del lince puede ser menor por la alteración en el comportamiento del lince y otros carnívoros (Premathilake, 2018). La menor detectabilidad en esta zona de matorral puede haber sido resultado de la intensa actividad ganadera en el área.

Aunque el uso de las tasas de captura como índice de abundancia relativa de las especies es un tema controvertido (Carbone *et al.*, 2001; Jennelle *et al.*, 2002), se ha demostrado que la frecuencia de captura fotográfica si se correlaciona con la abundancia de los animales objetivos (O'Brien *et al.*, 2003). En este supuesto, la abundancia relativa fue mayor a lo observado en estudios en condiciones ambientales y antropogénicas similares tanto en el bosque templado (Clare *et al.*, 2015; Kelly & Holub, 2008; López-Ortiz, 2017; Premathilake, 2018) como en el matorral semiárido (Agoitia-Fonseca, 2017; Alfaro-Pérez, 2012; Charre-Medellín *et al.*, 2016), por lo que la abundancia estimada para ambos ambientes pudiera indicar poblaciones estables en ambos casos.

En los patrones de actividad del lince también existe un amplio número de factores que pueden influir en los niveles de actividad, desde el clima, la densidad de presas, depredadores y competidores, la temperatura ambiental, la temporada, la iluminación lunar (luna llena), el radio sexual en las áreas y el grado de perturbación en el hábitat (Elizalde-Arellano *et al.*, 2012; Harrison, 2010; Lendrum *et al.*, 2017; Leonard *et al.*, 2020).

En términos generales, el patrón de actividad de este felino coincidió con lo documentado por múltiples autores con mayor actividad nocturna con picos de mayor actividad en los periodos crepusculares (Ceballos & Oliva, 2005; Lariviere & Walton, 1997; Sunquist & Sunquist, 2002, Leonard *et al.*, 2020). Para el bosque templado, los picos de mayor actividad del lince ocurrieron durante los periodos crepusculares, sin embargo, se describió una actividad catemeral o generalista. Recientemente este tipo de actividad también ha sido registrado para otros bosques templados del centro del país, como el Parque Nacional Pico de Orizaba (Carrasco-González, 2018; Serna-Lagunes *et al.*, 2019). Algunos autores mencionan que los depredadores generalistas como el lince suelen moverse al azar sin imagen de búsqueda, capturando lo que encuentren (López-Vidal *et al.*, 2014), aunque también hay estudios en que el patrón de actividad del lince suele coincidir con el de su presa principal, o son más activos cuando sus presas lo son (Sunquist & Sunquist, 2002, Kirby *et al.*, 2010). En los resultados obtenidos en este estudio, los picos de mayor actividad del lince solo

coincidieron con el incremento o descenso de la actividad de todas las presas potenciales.

Aunque el lince presentó actividad nocturna predominante, tuvo mayor actividad diurna de lo esperado. Su actividad diurna corresponde con lo que citado por Ceballos & Oliva (2005), en que los lince pueden estar activos durante el día en condiciones de nublados o en tiempos de lluvia. No obstante, algunas características en el hábitat también podrían estar contribuyendo este tipo de actividad, ya que la cubierta densa de sotobosque brinda sitios de descanso durante el día (diurno), y asiste una actividad oportunista del lugar (Kolowski & Woolf, 2002). La actividad diurna del lince se ha compartido con otros estudios en ambientes similares (Serna-Lagunes *et al.*, 2019).

En el matorral semiárido, la actividad mostró una tendencia de asociación con el de sus presas principales, liebres y conejos (Sunquist & Sunquist, 2002). La actividad se concentró principalmente durante la noche y limitando su poca actividad durante el día, lo que parece coincidir con otros estudios con condiciones ambientales y antropogénicos similares (Elizalde-Arellano *et al.*, 2012, 2014; Harrison, 2010; Leonard *et al.*, 2020). La temporalidad tuvo un efecto sobre las horas en que inicia y finaliza la actividad, durante la temporada seca y en la temporada húmeda, esto concuerdan respectivamente con los patrones de hembras y machos descritos por Elizalde-Arellano *et al.*, (2012) en el desierto de Chihuahua, en el cual observo que las hembras alcanzan su punto máximo de actividad (pico) horas antes que la de los machos durante la noche y horas más tarde por la mañana. Este patrón se comparte en este tipo de ambientes.

Otra de las características que parecen diferenciar la actividad del lince en ambos hábitats son las horas o periodos de descanso o menor actividad. En el bosque templado se observó un descanso en intervalos, en especial durante la época húmeda (16:00, 23:00 y 06:00 horas) en periodos cortos. Mientras que en el matorral semiárido sus periodos de descanso fueron uniformes y por periodos continuos, no variaron entre épocas (11:00 a 16:00 horas). El periodo continuo de descanso ya ha sido reportado por estudios en ambientes áridos y semiáridos, Harrison (2010) reporta un periodo

continuo de descanso entre 15:00 y 18:00 horas, o lo observado por Elizalde-Arellano *et al.*, (2012) citando su descanso entre 13:00 a 16:00 horas.

En este trabajo se esperaba que las abundancias relativas y los patrones de actividad del lince estuvieran correlacionadas positivamente con sus presas potenciales y negativamente con competidores y especies domésticas. Sí bien, la composición de presas en la dieta del lince varía entre temporadas (seca y húmeda) (Aranda *et al.*, 2002; Medellín & Bárcenas, 2010), entre localidades cercanas (9 a 12 km) (Delibes & Hiraldo, 1987), o entre tipos de hábitats (López-Vidal *et al.*, 2014), la selección de presas parece basarse en la rentabilidad de las presas y no por su disponibilidad (López-Vidal *et al.*, 2014). No obstante, la abundancia de las poblaciones de sus presas (principalmente lagomorfos y roedores) han sido identificado desde hace tiempo como un atributo importante en el uso y la selección del hábitat (Kelly *et al.*, 2016; Lariviere & Walton, 1997; Macdonald *et al.*, 2010).

En nuestros resultados se observó una asociación entre la disponibilidad de presas y el periodo de mayor actividad del lince, tal como se esperaba en nuestra hipótesis. Algunos autores mencionan que la dieta del lince suele ser más diversa en las épocas cálidas o calurosas que en las estaciones frías y húmedas (Romero, 1993; Toweill & Anthony, 1988). Este comportamiento se observó en ambos hábitats, mayor abundancia y traslape de actividad del lince se asoció con un mayor número de presas principalmente durante la temporada seca y cálida que en la húmeda, principalmente en el bosque templado.

En el bosque templado, la mayor abundancia relativa de lince se asocia a la mayor disponibilidad de presas y menor cantidad de competidores y especies domésticas, coincidiendo con el estudio de Serna-Lagunes *et al.*, 2019. Las presas más importantes para el bosque templado fueron las aves (palomas) y la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), presas ya reportadas en el centro de México (Islas-Flores & Ceballos, 2018; Martínez-García *et al.*, 2014). La baja abundancia del conejo en el bosque templado y el exclusivo traslape con la alta actividad del lince en la temporada seca del bosque templado podría estar sujeto a la teoría del forrajeo y a la ecología del miedo, el cual menciona que los linces son más activos en espacios donde la

vegetación beneficia sus estrategias de cacería (acecho) y donde sus presas son menos activas y abundantes pero son más vulnerables a ser cazadas (López-Vidal, 2014). En el matorral semiárido fueron los lagomorfos como la liebre (*Lepus californicus*) y el conejo (*Sylvilagus floridanus*), siendo citadas como principales presas en varios estudios (Delibes *et al.*, 1997; Luna-Soria & López-González, 2005; Uriostegui-Velarde *et al.*, 2015).

Los resultados, muestran la asociación de la actividad del lince con sus dos principales competidores, el coyote (*Canis latrans*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Algunos de los estudios con estos depredadores muestran un traslape y coexistencia espacial y temporal, que a su vez exhiben diversas estrategias de coexistencia o segregación mediante el uso del espacio (Chamberlain & Leopold, 2005), la variación en la frecuencia del consumo de presas (Martínez-García *et al.*, 2014; Neale & Sacks, 2001) y la variación de horas en que ocurren los picos de mayor actividad (Guerra-Huitrón, 2019; Serna-Lagunes *et al.*, 2019).

En el caso de los competidores, se observó baja coincidencia de los picos de actividad en la temporada seca con la mayor abundancia del lince, pero con un traslape alto en los patrones de actividad principalmente con el coyote, incluso superior a lo observado con las presas. Lesmeister *et al.*, (2015) menciona que las asociaciones espaciales altas entre carnívoros pueden ser una respuesta a la abundancia de presas localmente o diferenciadas entre hábitats (Lesmeister *et al.*, 2015), como el uso de los diferentes espacios dentro del hábitat, los cuales podrían explicar la relación de la distribución, búsqueda y consumo de presas. No obstante, los niveles de actividad del lince en el hábitat parecen estar mayormente influenciado por la dieta, en este caso por la disponibilidad de presas (Macdonald *et al.*, 2010).

Nuestros resultados sugieren una segregación espacial con la temporalidad en cada hábitat. Sin embargo, esta partición en los hábitats podría ser mejor explicado en una escala temporal pequeña, explicándose en la variación mensual de los valores de IAR obtenidos. Se ha observado que el consumo de presas (lagomorfos, roedores, aves y reptiles) suele variar entre carnívoros y los meses del año en base a su disponibilidad (Guerra-Huitrón, 2019).

En el análisis con especies domésticas, los perros presentaron mayor asociación con la actividad del lince, la asociación positiva mostró diferencias entre hábitats, con baja correlación en el bosque templado y alta en el matorral semiárido, explicándose por una tasa baja de actividad general del lince en la zona del matorral. Espinosa-Flores *et al.*, (2020) encontró que una menor distancia a poblados y una mayor cobertura arbórea disminuía la actividad de los perros, y una mayor cobertura arbórea parece favorecer la actividad del lince, coincidiendo con las características del hábitat de bosque templado. No obstante, en este mismo trabajo sugieren que la existencia de una segregación espacial se puede encontrar a escalas más finas como unidades de muestreo o microhábitats, los cuales pueden estar influenciados por diversas condiciones como cambios en la cobertura arbórea, distribución y disponibilidad de agua y presas (Espinosa-Flores *et al.*, 2020; Kolowski & Woolf, 2002).

En el bosque templado la mayor actividad de los perros se concentró principalmente durante el día, asociados con la actividad de los humanos, el cual también se ha considerado como un factor clave sobre la actividad de los mamíferos carnívoros como el lince (Espinosa-Flores *et al.*, 2020; George & Crooks, 2006; Reed & Merenlender, 2011). A diferencia del matorral semiárido, en el que los perros presentaron una alta actividad nocturna (00:00 a 12:00 horas). Si bien, la actividad en este último periodo se pueden considerar de suma importancia, ya que las interacciones con la fauna silvestre parece darse cuando los perros no se encuentran acompañado por humanos (Espinosa-Flores *et al.*, 2020).

A diferencia del bosque templado, en el matorral semiárido se contrastó la actividad de otras especies domésticas, como los ungulados mayores y menores. Sin embargo, el traslape fue inferior al 50%, ya que tanto sus picos como sus patrones de actividad se concentraron al día, lapso de menor actividad del lince. No obstante, la presencia del ganado en las áreas muestreadas influyó negativamente en la detección de especies silvestres con cámaras trampa (Chavéz *et al.*, 2013).

Álvarez-Romero *et al.*, (2008) menciona que el mayor efecto que los perros tienen sobre los carnívoros nativos son la reducción de las poblaciones de sus presas (aves, reptiles y mamíferos pequeños y medianos). Esto coincide con los altos niveles

de traslape de los patrones de actividad entre perros y las presas potenciales en las dos áreas de estudio, con picos y patrones de actividad que estuvieron sobre las presas más abundantes de cada hábitat (Anexo 2). No obstante, en este estudio también se encontró una segregación temporal (Espinosa-Flores *et al.*, 2020), no solo en el lince con los perros, sino en general con los demás competidores como el coyote y la zorra gris (Anexo 3).

## CONCLUSIÓN

- Con el uso de las cámaras-trampa se obtuvo datos sobre los patrones de abundancia y actividad del lince y de los ensambles de especies con la que coexiste espacial y temporalmente.
- La riqueza y abundancia relativa de la fauna en el matorral semiárido fue más diversa a pesar de mostrar una mayor actividad ganadera.
- La abundancia relativa y los patrones de actividad del lince en el bosque templado mostraron diferencias significativas entre estaciones, en contraste con lo observado en el matorral semiárido.
- La actividad del lince varió entre hábitats. En el bosque templado, la abundancia del lince se correlacionó positivamente con la abundancia de presas y negativamente con la abundancia de competidores y especies domésticas en la temporada seca. En el bosque templado se observó una actividad oportunista o generalista. Mientras que en el matorral semiárido su actividad fue más especialista.
- La alta o baja abundancia de las presas que encontramos en cada hábitat parece describir estrategias de adaptación que se podrían traducir en una mayor inversión o concentración de tiempo (u horas) en buscar a las presas. Por otro lado, la temporalidad en este trabajo nos permitió observar mecanismos de coexistencia e influencia de la actividad de un carnívoro con sus competidores potenciales observándose una segregación parcial entre temporadas y las horas de mayor actividad de los competidores, incluyendo a los perros como la invasión de fauna doméstica más importante en los hábitats.
- Los patrones de actividad del lince y su nivel de traslape con las especies que conforman los grupos de interacción difirió entre temporadas, pero fue casi similar en ambos hábitats. Si bien, en nuestro estudio evaluamos la abundancia

y patrones de actividad del lince y lo contrastamos con las diferentes especies que conformaron los diferentes grupos de interacción. Se recomienda apoyar este tipo de resultados con muestreos y análisis enfocados en la descripción del eje alimenticio de los carnívoros nativos, lo cual ha sido documentado como una estrategia común para coexistir.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agoitia-Fonseca, V. G. (2017). *La comunidad de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda y su relación con la heterogeneidad y perturbación ambiental*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Alanis-Hernández, L. A. (2019). *Análisis de la dieta del gato montés (Lynx rufus, Schreber, 1777) a lo largo de su distribución en Norteamérica*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Alfaro-Pérez, J. A. (2012). *Estimación de abundancia y patrón de actividad de felinos y cánidos silvestres utilizando el método de fototrampeo en la Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Altamirano-Álvarez, T. A., Soriano-Sarabia, M., García-Bernal, A. de J., Miranda-González, N. P., & Jiménez-Gutiérrez, B. E. (2009). Mamíferos medianos y grandes de la comunidad El Paredón, Miacatlán, Morelos, México. *Revista de Zoología*, (20), 17–29.
- Aranda-Sánchez, J. M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. (1ra ed.). México, DF.: Editorial Impresora Apolo.
- Aranda, M., Rosas, O., Ríos, J. D. J., & García, N. (2002). Análisis comparativo de la alimentación del gato montés (*Lynx rufus*) en dos diferentes ambientes de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.S.)*, 87, 99–109.
- Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Lazcano-Barrero, M. A., Mendoza, G. D., & Perez-Elizalde, S. (2016). Traslape en patrones de actividad entre grandes felinos y sus principales presas en el norte de Quintana Roo, México. *Therya*, 7(3), 439–448.
- Bárcenas, H. V., & Medellín, R. A. (2021). Sometimes I see spots: patterns of abundance and distribution of the bobcat (*Lynx rufus*) in different regions of México. *Therya*, 12(2), 249–255.
- Botello, F., Illoldi-Rangel, P., Linaje, M., & Sánchez-Cordero, V. (2006). Primer registro del tigrillo (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) y del gato montés (*Lynx rufus*, Kerr 1792) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta*

*Zoológica Mexicana (n.S.)*, 22(1), 135–139.

Bridges, A. S., Fox, J. A., Olfenbittel, C., & Vaughan, M. R. (2004). American black bear denning behavior: observations and applications using remote photography. *Wildlife Society Bulletin*, 32(1), 188–193.

Bridges, A. S., & Nos, A. J. (2011). Behavior and activity patterns. In A. F. O'Connell, J. D. Nichols, & K. U. Karanth (Eds.), *Camera traps in animal ecology. Methods and Analyses*. (1ra ed., pp. 57–70). London, New York: Springer.

Burton, A. M., Navarro-Pérez, S., & Chávez-Tovar, C. (2003). Bobcat ranging behavior in relation to small mammal abundance on Colima Volcano, Mexico. *Anales Del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 74(1), 67–82.

Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J. R., ... Wan Shahrudin, W. N. (2001). The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation*, 4, 75–79.

Carrasco-González, A. E. (2018). *Patrones de actividad de Lynx rufus (Schreber, 1777), Canis latrans (Say, 1823) y sus presas potenciales, en el Parque Nacional Pico de Orizaba, México*. Universidad Veracruzana.

Ceballos, G., List, R., Medellín, R., Bonacic, C., Pacheco, J., & Ehrlich, P. R. (2010). *Los felinos de América. Cazadores sorprendentes*. (1ra ed.). México, DF.: TELMEX.

Ceballos, G., & Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. (1ra ed.). México, DF: CONABIO.

Chamberlain, M. J., & Leopold, B. D. (2005). Overlap in space use among bobcats (*Lynx rufus*), coyotes (*Canis latrans*) and gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*). *American Midland Naturalist*, 153(1), 171–179.

Charre-Medellín, Juan F., Magaña-Cota, G., Monterrubio-Rico, T. C., Tafolla-Muñoz, R., Charre-Luna, J. L., & Botello, F. (2016). Mamíferos medianos y grandes del municipio de Victoria, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México. *Acta Universitaria*, 26(2), 62–70.

- Charre-Medellín, Juan F., Monterrubio-Rico, T. C., Gómez-Cárdenas, E., Alvarado, M. del S., Barragán-López, E., & Torres-Villa, R. (2020). Depredación de *Ctenosaura pectinata* (Squamata: Iguanidae) por *Lynx rufus* (Carnivora: Felidae) en el estado de Michoacán de Ocampo, México. *Mammalogy Notes*, 6(1), 1–6.
- Charre-Medellín, Juan Felipe. (2012). *Uso de manantiales por los mamíferos silvestres en bosques tropicales de Michoacán*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Charre-Medellín, Juan Felipe, Monterrubio-Rico, T. C., Guido-Lemus, D., & Mendoza, E. (2015). Patrones de distribución de felinos silvestres (Carnivora: Felidae) en el trópico seco del Centro-Occidente de México. *Biología Tropical*, 63(3), 783–797.
- Chavéz, C., De la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R. A., Zarza, H., & Ceballos, G. (2013). *Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso*. (1ra ed.). México: Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Clare, J. D. J., Anderson, E. M., & MacFarland, D. M. (2015). Predicting bobcat abundance at a landscape scale and evaluating occupancy as a density index in central Wisconsin. *Journal of Wildlife Management*, 79, 469–480.
- Conabio, C. N. para la conservación y U. de la B., & IEE, I. de E. del E. de G. (2015). *Estrategia para la conservación y el uso sustentable de la Biodiversidad del estado de Guanajuato*. (1ra ed.). México.
- Constible, J. M., Chamberlain, M. J., & Leopold, B. D. (2006). Relationships between landscape pattern and space use of three mammalian carnivores in Central Mississippi. *The American Midland Naturalist*, 155(2), 352–362.
- Cortés-Gutiérrez, M. A., Altamirano-Álvarez, T. A., & Soriano-Sarabia, M. (2019). Mamíferos silvestres del bosque de encino en la Sierra de los Agustinos en el municipio de Acámbaro, Guanajuato, México. *Revista de Zoología*, (30), 20–31.
- Cruz-Jácome, O., López-Tello, E., Delfín-Alfonso, C. A., & Mandujano, S. (2015). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad

- en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Therya*, 6(2), 435–448.
- Delibes, M., Blázquez, M. C., Rodríguez-Estrella, R., & Zapata, S. C. (1997). Seasonal food habits of bobcats (*Lynx rufus*) in subtropical Baja California Sur, Mexico. *Canadian Journal of Zoology*, 75, 478–483.
- Delibes, Miguel, & Hiraldo, F. (1987). Food habits of the bobcat in two habitats of the southern Chihuahuan Desert. *The Southwestern Naturalist*, 32(4), 457–461.
- Díaz-Pulido, A., & Payán-Garrido, E. (2012). *Manual de fototrampeo. Una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. (1ra ed.). Bogota, Colombia: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Panthera Colombia.
- Elizalde-Arellano, C., López-Vidal, J. C., Hernández, L., Landré, J. W., Cervantes, F. A., & Alonso-Spilsbury, M. (2012). Home range size and activity patterns of bobcats (*Lynx rufus*) in the southern part of their range in the Chihuahuan Desert, Mexico. *The American Midland Naturalist*, 168(2), 247–264.
- Elizalde-Arellano, C., López-vidal, J. C., Hernández, L., Landré, J. W., & Morales-Mejía, F. M. (2014). *Bases para el monitoreo de dos especies de carnívoros medianos en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango*. México, D.F.
- Escalante, T., Rodríguez, G., & Morrone, J. J. (2005). Las provincias biogeográficas del Componente Mexicano de Montaña desde la perspectiva de los mamíferos continentales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*., 76(2), 199–205.
- Escalante, T., Szumik, C., & Morrone, J. J. (2007). Áreas de endemismo de los mamíferos de México: reanálisis y comparación con estudios previos. *Darwiniana*, 45(Sup), 41–43.
- Espinosa-Flores, M. E., Lara-Díaz, N. E., Sanchez, E. E., & López-González, C. A. (2020). Interacción espacial y temporal entre dos mesocarnívoros en un paisaje antropizado del centro de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(1), 1–15.

- Espinosa-Flores, M. E., & López-González, C. A. (2017). Landscape attributes determine bobcat (*Lynx rufus escuinapae*) presence in Central Mexico. *Mammalia*, 81(1), 101–105.
- Farmer, M., Allen, M., Olson, E., Van-Stappen, J., & Van-Deelen, T. R. (2020). Agonistic interactions and island biogeography as drivers of carnivore spatial and temporal activity at multiple scales. *Canadian Journal of Zoology*, 1–36.
- Flores-Morales, M., Vázquez, J., Bautista, A., Rodríguez-Martínez, L., & Monroy-Vilchis, O. (2018). Response of two sympatric carnivores to human disturbances of their habitat: the bobcat and coyote. *Mammal Research*, 64, 53–62.
- Flores-Torres, J. Y. (2018). *Uso de hábitat y patrones de actividad de los depredadores superiores en un bosque templado fragmentado en Michoacán*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- George, S. L., & Crooks, K. R. (2006). Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biological Conservation*, 133, 107–117.
- Guerra-Huitrón, L. K. (2019). *Patrones de coexistencia de tres especies de carnívoros en un matorral xerófilo de Baja California Sur, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, D. (2001). *PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis*. (No. Version 3.26). Paleontologia Electronica.
- Harrison, R. L. (2010). Ecological relationships of bobcats (*Lynx rufus*) in the Chihuahuan Desert of New Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 55(3), 374–381.
- Heilbrun, R. D., Silvy, N. J., Peterson, M. J., & Tewes, M. E. (2006). Estimating bobcat abundance using automatically triggered cameras. *Wildlife Society Bulletin*, 34(1), 69–73.
- Hernández-Saintmartín, A. D., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Tarango-Arámbula, L. A., Clemente-Sánchez, F., & Hoogsteijn, A. L. (2013). Activity patterns of jaguar, puma and their potential prey in San Luis Potosi, Mexico. *Acta*

*Zoológica Mexicana (n.S.), 29(3), 520–533.*

Inegi, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Acuitzio, Michoacán de Ocampo. Clave geoestadística 16001.* México.

Inegi, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010a). *Compendio de información geográfica municipal 2010. Acuitzio Michoacán de Ocampo.* México.

Inegi, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010b). *Compendio de información geográfica municipal 2010. San Luis de la Paz, Guanajuato.* México.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2008). *Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México.* Aguascalientes, Ags.: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), CONABIO, (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), & INE, (Instituto Nacional de Ecología). (2008). *Ecorregiones terrestres de México. Escala 1:1000000.* México. Retrieved April 20, 2021, from CONABIO website: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/region/biotic/ecort08gw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biotic/ecort08gw)

Islas-Flores, L., & Ceballos, G. (2018). Depredación de un cincuate (*Pituophis lineaticollis*) y una ardilla arborícola (*Sciurus aureogaster*) por un gato montés (*Lynx rufus escuinapae*) en el Parque Estatal Hermenegildo Galeana, Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología, 8(1), 1–7.*

Jenks, K. E., Chanteap, P., Damrongchainarong, K., Cutter, P., Cutter, P., Redford, T., ... Leimgruber, P. (2011). Using relative abundance indices from camera-trapping to test wildlife conservation hypotheses - an example from Khao Yai National Park, Thailand. *Tropical Conservation Science, 4(2), 113–131.*

Jennelle, C. S., Runge, M. C., & MacKenzie, D. I. (2002). The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals: a comment on misleading conclusions. *Animal Conservation, 5, 119–120.*

- Jiménez-Maldonado, R. E. (2007). *Modelación del nicho ecológico y coexistencia de ocelotes (Leopardus pardalis) y gatos monteses (Lynx rufus) en México*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Kelly, M. J., & Holub, E. L. (2008). Camera trapping of carnivores: trap success among camera types and across species, and habitat selection by species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia. *Northeastern Naturalist*, 15(2), 249–262.
- Kelly, M., Morin, D., & Lopes-Gonzalez, C. A. (2016). Lynx rufus, Bobcat. Retrieved June 2, 2019, from The IUCN Red List of Threatened Species. website: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T12521A50655874.en>. Descargado el 02 de junio de 2019.
- Kirby, J. D., Rutledge, J. C., Jones, I. G., Conner, L. M., & Warren, R. J. (2010). Effects of time of day and activity status on bobcat (*Lynx rufus*) cover-type selection in Southwestern Georgia. *Southeastern Naturalist*, 9(2), 317–326.
- Kolowski, J. M., & Woolf, A. (2002). Microhabitat use by bobcats in Southern Illinois. *The Journal of Wildlife Management*, 66(3), 822–832.
- Kucera, T. E., & Barrett, R. H. (2011). A history of camera trapping. In A. F. O'Connell, J. D. Nichols, & K. U. Karanth (Eds.), *Camera traps in animal ecology. Methods and Analyses*. (1ra ed., pp. 9–26). London, New York: Springer.
- Lariviere, S., & Walton, L. R. (1997). *Lynx rufus*. *Mammalian Species. American Society of Mammalogists.*, (563), 1–8.
- Larrucea, E. S., Serra, G., Jaeger, M. M., & Barrett, R. H. (2007). Censusing bobcats using remote cameras. *Western North American Naturalist*, 67(4), 538–548.
- Lendrum, P. E., Crooks, K. R., & Wittemyer, G. (2017). Changes in circadian activity patterns of a wildlife community post high-intensity energy development. *Journal of Mammalogy*, 98(5), 1265–1271.
- Lenth, B. E., Knight, R. L., & Brennan, M. E. (2008). The effects of dogs on wildlife communities. *Natural Areas Journal*, 28(3), 218–227.

- Leonard, J. P., Tewes, M. E., Lombardi, J. V., Wester, D. W., & Campbell, T. A. (2020). Effects of sun angle, lunar illumination, and diurnal temperature on temporal movement rates of sympatric ocelots and bobcats in South Texas. *PLoS ONE*, *15*(4), 1–19.
- Leopold, A. S. (1959). *Wildlife of Mexico: the game birds and mammals*. Berkeley and Los Angeles, California: University of California Press.
- Leopold, A. S. (2000). *Fauna silvestre de México: aves y mamíferos de caza*. (2da ed.). México, DF.: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.
- Lesmeister, D. B., Nielsen, C. K., Schauber, E. M., & Hellgren, E. C. (2015). Spatial and temporal structure of a mesocarnivore guild in Midwestern North America. *Wildlife Monographs*, *191*, 1–61.
- Lira-Torres, I., & Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.S.)*, *28*(3), 566–585.
- Lombardi, J. V., MacKenzie, D. I., Tewes, M. E., Perotto-Baldivieso, H. L., Mata, J. M., & Campbell, T. A. (2020). Co-occurrence of bobcats, coyotes, and ocelots in Texas. *Ecology and Evolution*, *10*, 4903–4917.
- López-González, C. A., Ávila-Aguilar, D., & Cruz-Torres, M. F. (2015). Abundancia del gato montés (*Lynx rufus escuinapae* J. A. Allen, 1903) en el Parque Nacional El Cimatario, Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.S.)*, *31*(1), 138–140.
- López-González, Carlos A., González-Romero, A., & Landré, J. W. (1998). Range extension of the bobcat (*Lynx rufus*) in Jalisco, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, *43*(1), 103–105.
- López-Ortiz, E. I. (2017). *Riqueza y abundancia de los mamíferos medianos y grandes de la estación biológica Vasco de Quiroga en Uruapan, Michoacán, México*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- López-Tello, E. (2019). Análisis de actividad y traslape: overlap. In S. Mandujano & L. A. Pérez-Solano (Eds.), *Fototrampeo en R organización y análisis de datos*.

- Volumen I*. (1ra ed., pp. 155–165). Xalapa, Veracruz.: Instituto de Ecología A.C.
- López-Vidal, J. C. (2014). *El paisaje del miedo y el uso del hábitat por el gato montés (Lynx rufus) en el desierto Chihuahuense*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- López-Vidal, J. C., Elizalde-Arellano, C., Hernández, L., Landré, J. W., González-Romero, A., & Cervantes, F. A. (2014). Foraging of the bobcat (*Lynx rufus*) in the Chihuahuan Desert: generalist or specialist? *The Southwestern Naturalist*, 59(2), 157–166.
- Luna-Soria, H., & López-González, C. A. (2005). Abundance and food habits of cougars and bobcats in the Sierra San Luis, Sonora, México. *Usda Forest Service Proceedings RMRS-P*, 36, 416–420.
- Macdonald, D. W., Loveridge, A. J., & Nowell, K. (2010). Dramatis personae: an introduction to the wild felids. In *Biology and Conservation of Wild Felids*. (1ra ed., pp. 3–58). Oxford, New York: OXFORD BIOLOGY.
- Maffei, L., Cuéllar, E., & Noss, A. (2004). One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. *Journal of Zoology*, 262, 295–304.
- Major, J. T., & Sherburne, J. A. (1987). Interspecific relationships of coyotes, bobcats, and red foxes in Western Maine. *The Journal of Wildlife Management*, 51(3), 606–616.
- Mandujano, S. (2019a). Analysis and trends of photo-trapping in Mexico: text mining in R. *Therya*, 10(1), 25–32.
- Mandujano, S. (2019b). Índice de abundancia relativa: RAI. In S. Mandujano & L. A. Pérez-Solano (Eds.), *Fototrampeo en R organización y análisis de datos. Volumen I*. (1ra ed., pp. 137–152). Xalapa, Veracruz.: Instituto de Ecología A.C.
- Marrotte, R. R., Bowman, J., & Morin, S. J. (2020). Spatial segregation and habitat partitioning of bobcat and Canada lynx. *FACETS*, 5, 503–522.

- Martínez-García, J. A., Mendoza-Martínez, G. D., Plata-P., F. X., Rosas-Rosas, O. C., Tarango-Arámbula, L. A., & Bender, L. C. (2014). Use of prey by sympatric bobcat (*Lynx rufus*) and coyote (*Canis latrans*) in the Izta-Popo National Park, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 59(2), 167–172.
- McLean, M. L., McCay, T. S., & Lovallo, M. J. (2005). Influence of age, sex and time of year on diet of the bobcat (*Lynx rufus*) in Pennsylvania. *American Midland Naturalist*, 153(2), 450–453.
- Medellín, Rodrigo Antonio, & Bárcenas, H. V. (2010). *Estimación de la densidad y dieta del lince (Lynx rufus) en seis localidades de México*. México, D.F.
- Meredith, M., & Ridout, M. (2018). Estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns. *Package "Overlap,"* pp. 1–20. Version 0.3.2.
- Monroy-Vilchis, O., & Velázquez, A. (2002). Distribución regional y abundancia del lince (*Lynx rufus escuinape*) y el coyote (*Canis latrans cagottis*) por medio de estaciones olfativas: un enfoque espacial. *Ciencia Ergo Sum*, 9(3), 293–300.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L., & Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 373–383.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. In *M&T-Manuales y Tesis SEA* (1ra ed., Vol. 1). Zaragoza.
- Morrone, J. J. (2004). Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomología*, 48(2), 149–162.
- Morrone, J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76(2), 207–252.
- Neale, J. C. C., & Sacks, B. N. (2001). Resource utilization and interspecific relations of sympatric bobcats and coyotes. *OIKOS*, 94(2), 236–249.
- O'Brien, T. G. (2011). Abundance, density and relative abundance: A conceptual

- framework. In A. F. O'Connell, J. D. Nichols, & K. U. Karanth (Eds.), *Camera traps in animal ecology. Methods and Analyses* (1ra ed., pp. 71–96). London, New York: Springer.
- O'Brien, T. G., Kinnaird, M. F., & Wibisono, H. T. (2003). Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6, 131–139.
- O'Connell, A., Nichols, J. D., & Karanth, K. U. (2011). *Camera traps in animal ecology. Methods and Analyses* (1ra ed.; A. F. O'Connell, J. D. Nichols, & K. U. Karanth, Eds.). London, New York: Springer.
- Parsons, A. W., Rota, C. T., Forrester, T., Baker-Whatton, M. C., McShea, W. J., Schuttler, S. G., ... Kays, R. (2019). Urbanization focuses carnivore activity in remaining natural habitats, increasing species interactions. *Journal of Applied Ecology*, 56, 1894–1904.
- Patrimonio-Natural-Michoacán. (2019). Sistema Estatal de Áreas para la Conservación del Patrimonio Natural, Michoacán. Área Voluntaria para la Conservación El Tocuz. Retrieved March 20, 2021, from naturalista website: <https://www.naturalista.mx/projects/area-voluntaria-para-la-conservacion-el-tocuz>
- Pérez-Solano, L. A., González, M., López-Tello, E., & Mandujano, S. (2018). Mamíferos medianos y grandes asociados al bosque tropical seco del centro de México. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 1232–1243.
- PN Izta-Popo, (Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl-Zoquiapan). (2010). Línea base para el monitoreo de lince (*Lynx rufus escuinapae*) y coyote (*Canis latrans cagottis*) en el Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl Zoquiapan. Retrieved July 9, 2019, from Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas website: <http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/Izta/coyote/info/info.pdf>
- Premathilake, E. M. D. (2018). *Integrating camera trap data and occupancy modeling to estimate seasonal variations in occurrence, detection, and activity patterns of mesocarnivores in Southcentral Oklahoma*. University of Central Oklahoma.

- Rangel-Rojas, J. M. (2018). *Composición y abundancia del ensamblaje de los carnívoros en tres hábitats de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato, México*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Reed, S. E., & Merenlender, A. M. (2011). Effects of management of domestic dogs and recreation on carnivores in protected areas in Northern California. *Conservation Biology*, 25(3), 504–513.
- Rivera-Contreras, I. K. (2010). *Alimentación del gato montés (Lynx rufus, Schreber, 1777) durante primavera y verano en El Escobillo, Perote, Ver.* Universidad Veracruzana.
- Rodríguez-Martínez, L., Vázquez, J., & Bautista, A. (2007). Primer registro del gato montés (*Lynx rufus*) en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 11, 80–84.
- Rodríguez-Maturino, A., Viggers-Carrasco, M. G., Morales-Balderas, B. N., López-Reyes, J. A., Silva-Flores, R., & De León-Mata, G. D. (2020). Overlap in the activity patterns of mammals and their potential prey in an area of the Sierra Madre Occidental in Durango, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 7(e962), 1–17.
- Rojas-Martínez, A. E., Aguilar-López, M., & Muñoz Vázquez, B. (2013). Cuidados maternos y registros recientes de puma (*Puma concolor*) y gato montés (*Lynx rufus*) en el estado de Hidalgo, México. *Therya*, 4(3), 565–573.
- Romero, F. (1993). Análisis de la alimentación del linco (*Lynx rufus escuinapae*) en el centro de México. In R. A. Medellín & G. Ceballos (Eds.), *Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales Vol. 1* (pp. 217–230). México, D.F.: Asociación Mexicana de Mastozoología A. C.
- Sánchez-Colón, S., Flores-Martínez, A., Cruz-Leyva, I. A., & Velázquez, A. (2009). Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas. In *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. (pp. 75–129). México: CONABIO.
- Sánchez-Cordero, V., Stockwell, D., Sarkar, S., Liu, H., Stephens, C. R., & Giménez,

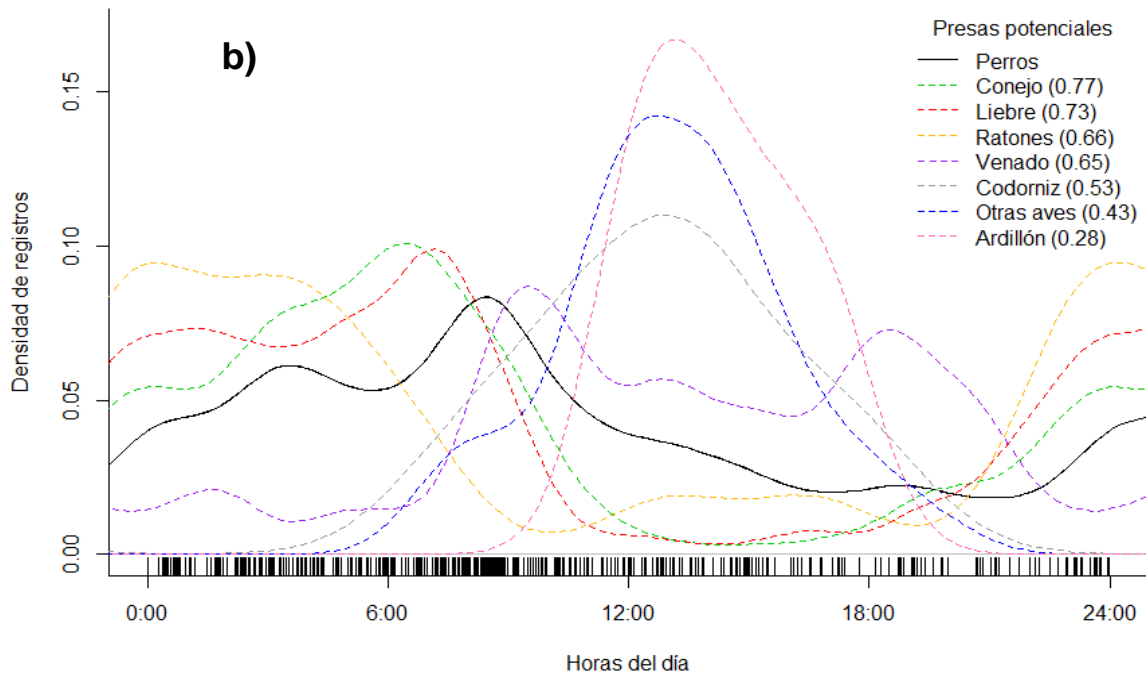
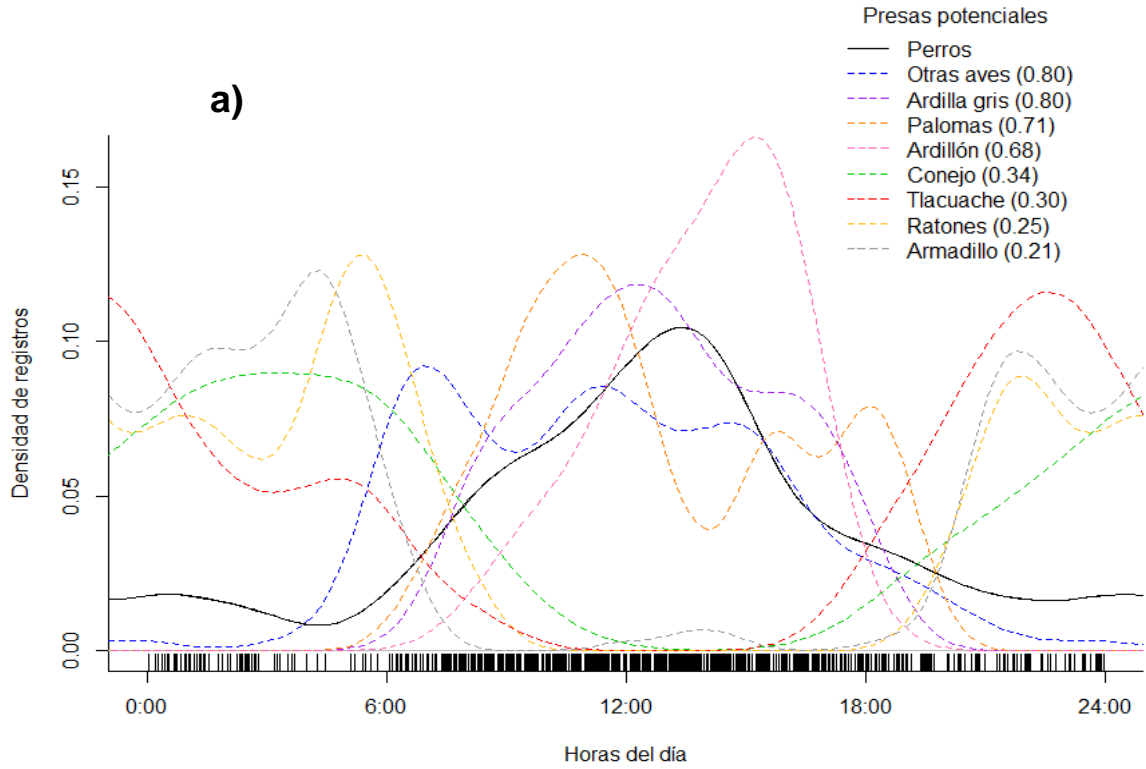
- J. (2008). Competitive interactions between felid species may limit the southern distribution of bobcats *Lynx rufus*. *Ecography*, 31, 757–764.
- Sánchez-González, R., Hernández-Saint Martin, A. D., Rosas-Rosas, O. C., & García-Chávez, J. (2018). Diet and abundance of bobcat (*Lynx rufus*) in the Potosino-Zacatecano Plateau, Mexico. *Therya*, 9(2), 107–112.
- Schmid, F., & Schmidt, A. (2006). Nonparametric estimation of the coefficient of overlapping - theory and empirical application. *Computational Statistics and Data Analysis.*, 50, 1583–1596.
- SEMARNAT, (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. México.
- Serna-Lagunes, R., Álvarez-Oseguera, L. R., Ávila-Nájera, D. M., Leyva-Ovalle, O. R., Andrés-Meza, P., & Tigar, B. (2019). Temporal overlap in the activity of *Lynx rufus* and *Canis latrans* and their potential prey in the Pico de Orizaba National Park, Mexico. *Animal Biodiversity and Conservation*, 42.1, 153–161.
- Shafer, E. P. (2016). Monitoring bobcat (*Lynx rufus*) activity at watering sites via camera traps. *Nature.Berkeley.Edu*, 1–18.
- Sunquist, M., & Sunquist, F. (2002). *Wild cats of the world*. Chicago, USA: The University of Chicago Press.
- Tewes, M. E., Mock, J. M., & Young, J. H. (2002). Bobcat predation on quail, birds, and mesomammals. *National Quail Symposium Proceedings*, 5(9), 65–70.
- Toweill, D. E., & Anthony, R. G. (1988). Annual diet of bobcats in Oregon's Cascade Range. *Northwest Science*, 62(3), 99–103.
- Tucker, S. A., Clark, W. R., & Gosselink, T. E. (2008). Space use and habitat selection by bobcats in the fragmented landscape of South-Central Iowa. *The Journal of Wildlife Management*, 72(5), 1114–1124.

- Uriostegui-Velarde, J. M., Vera-García, Z. S., Ávila-Torresagatón, L. G., Rizo-Aguilar, A., Hidalgo-Mihart, M. G., & Guerrero, J. A. (2015). Importancia del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) en la dieta del coyote (*Canis latrans*) y del lince (*Lynx rufus*). *Therya*, 6(3), 609–624.
- Valencia-Herverth, R., & Valencia-Herverth, J. (2012). Presencia del gato montés (*Lynx rufus*) en selvas tropicales del estado de Hidalgo, México. *Therya*, 3(1), 81–85.
- Valenzuela-Galván, D., De Leon-Ibarra, A., Lavallo-Sánchez, A., Orozco-Lugo, L., & Chávez, C. (2013). The margay *Leopardus wiedii* and bobcat *Lynx rufus* from the dry forests of Southern Morelos, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 58(1), 118–120.
- Vargas, U. G., Odón, G., & Contreras, C. (2000). *Apuntes e indicadores para la historia ambiental regional de Michoacán*. (1ra ed.). Morelia, México: Instituto Michoacano de Cultura.
- Vinuesa, P. (2016). Correlación: teoría y práctica. Retrieved January 26, 2021, from CCG-UNAM website: [https://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/R4biosciences/docs/Tema8\\_correlacion.html](https://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/R4biosciences/docs/Tema8_correlacion.html)

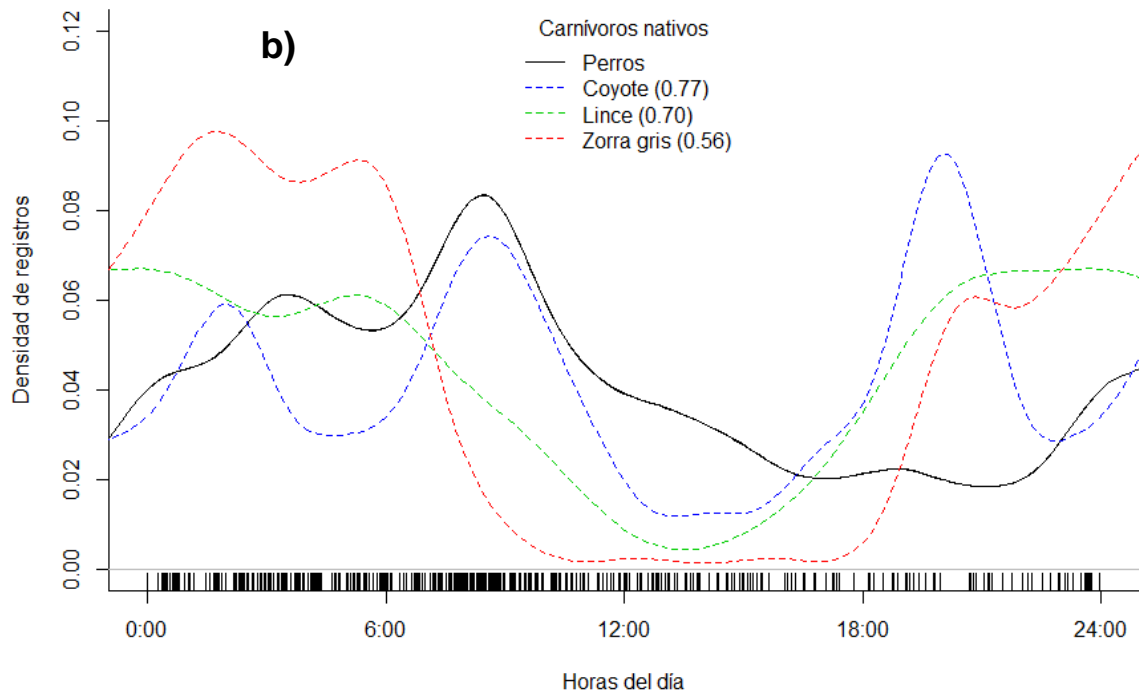
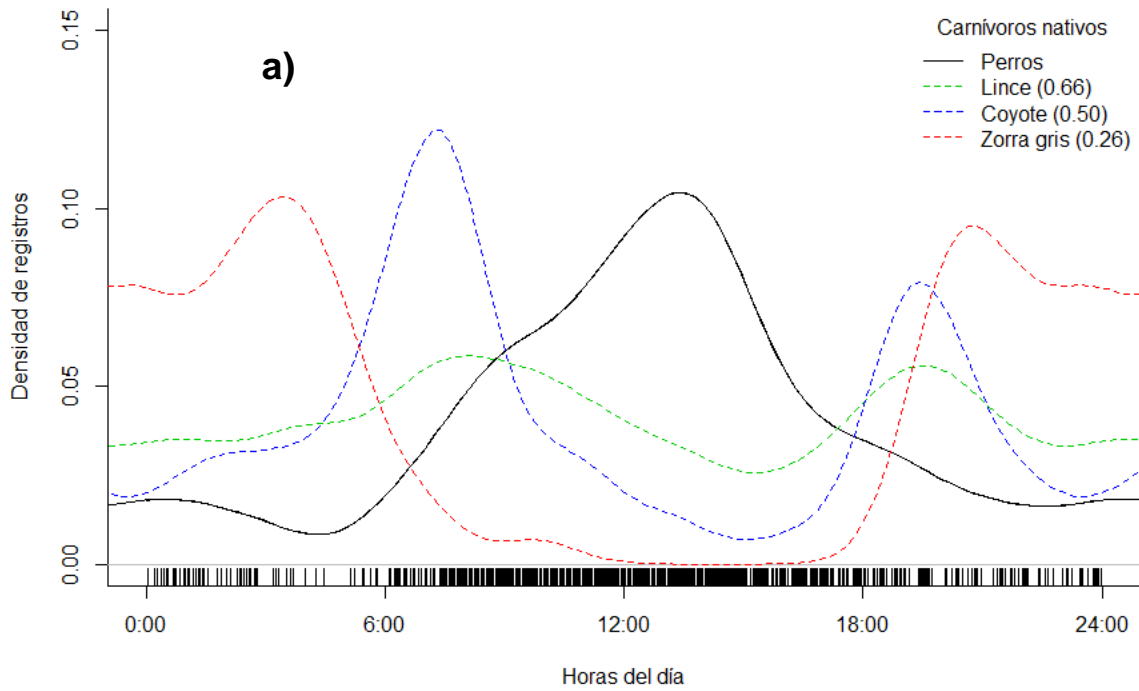
## ANEXOS

**Anexo 1.** Abundancias relativas mensuales obtenido durante las dos temporadas de los dos años de muestreo. \* No registrado en el área.

NOMBRE	BOSQUE TEMPLADO		MATORRAL SEMIÁRIDO	
	Temporada seca	Temporada húmeda	Temporada seca	Temporada húmeda
Lince	8.78	5.86	2.15	1.84
Conejo	1.61	0.50	10.25	9.57
Ardillón	0.38	0.10	0.08	0.54
Tlacuache	0.66	0.83	0.08	0.00
Ratones	0.95	0.91	0.44	0.41
Otras aves	3.23	3.20	2.57	3.75
Correcaminos	0.08	0.17	3.06	4.03
Palomas	4.02	1.47	0.07	0.54
Zorrillo listado	1.65	0.28	4.21	0.77
Zorrillo manchado	0.60	0.72	0.08	0.00
Mapache	27.55	16.66	0.17	0.90
Ardilla gris	6.97	3.51	*	*
Armadillo	2.19	6.87	*	*
Comadreja	0.00	0.20	*	*
Cacomixtle	0.03	0.07	*	*
Tlacuachín	0.00	0.08	*	*
Liebre	*	*	3.90	6.61
Venado	*	*	9.51	3.13
Codorniz	*	*	1.23	2.43
Zorrillo cadeno	*	*	0.88	0.50
Reptiles	*	*	0.00	0.18
Coyote	4.01	2.99	5.83	7.89
Zorra gris	1.91	0.20	7.45	3.78
Tejón norteño	*	*	0.05	0.00
Puma	*	*	0.00	0.05
Perros	19.18	23.64	9.49	11.54
Ungulados mayores	0.00	0.13	35.49	107.58
Gatos	0.09	0.07	*	*
Ungulados menores	*	*	2.85	0.27



**Anexo 2.** Diagramas del traslape de los patrones de actividad de los perros y las presas potenciales del bosque templado a) y el matorral semiárido b).



**Anexo 3.** Diagramas del traslape de los patrones de actividad de los perros con los carnívoros del bosque templado a) y el matorral semiárido b).



**Anexo 4.** Registros de lince (*Lynx rufus*) obtenidos en el área de estudio "El Tocuz" en Acuitzio, Michoacán durante el segundo año de muestreo.



Anexo 5. Registros de lince (*Lynx rufus*) en el área "El Tabaco" en San Luis de la Paz, Guanajuato durante el segundo año de muestreo.