UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
ZONA: ORIZABA – CÓRDOBA

Carrera de Biología

“Patrones de actividad de *Lynx rufus* (Schreber, 1777), *Canis latrans* (Say, 1823) y sus presas potenciales, en el Parque Nacional Pico de Orizaba, México”

TESIS

Que para obtener el título de:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A:

Angel Eduardo Carrasco González

Director Interno

Dr. Ricardo Serna Lagunes

Director Externo

Dra. Dulce María Ávila Nájera

Córdoba, Veracruz. **2018**

Universidad Veracruzana

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Secretaría

AL C.
ÁNGEL EDUARDO CARRASCO GONZÁLEZ
ALUMNO DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T E .

Josefa Ortiz de Dominguez
S/N, Col. Centro
C.P. 94945
Peñuela, Municipio de Amatlán
de los Reyes, Ver.

Teléfono
01 (271) 71 66129

Fax
71 6 73 92

Extensión
33653

Correo Electrónico
gnoe@uv. mx

Por este medio, le informo, que habiendo sido debidamente revisado y aceptado el Trabajo Recepcional presentado por usted denominado: "**Patrones de actividad de *Lynx rufus* (Schreber,1777), *Canis latrans* (Say,1823) y sus presas potenciales, en el Parque Nacional Pico de Orizaba, México**", en la modalidad de **TESIS** y estando de acuerdo con los maestros que integran la Academia, que es satisfactorio su contenido como prueba escrita para sustentar el Examen Oral de la Experiencia Recepcional, **AUTORIZO** a que proceda a la reproducción digital del trabajo.

A T E N T A M E N T E
"LIS DE VERACRUZ: ARTE, CIENCIA, LUZ"
Peñuela, Municipio de Amatlán de los Reyes, Ver., 23 de noviembre de 2018.

BIOL. GUILLERMO GOLIAT NOE NAVA
SRIO. DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
PEÑUELA
SECRETARÍA ACADEMICA

Vo. Bo.

DR. OTTO RAÚL LEYVA OVALLE
DIRECTOR DE LA FAC. DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

iam.

Agradecimientos

A mi casa de estudios, la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, sitio donde aprendí y me desarrollé durante estos años de mi vida.

A mis padres, gracias por cuidarme, por tratar de orientarme y guiar mis pasos desde siempre.

A mi hermano, por apoyarme cada vez que lo requería y por cederme un lugar para trabajar y relajarme, gracias por tu legado.

A mis tíos y primos que me apoyaron y estuvieron al pendiente de los avances durante mi estancia en la universidad, gracias.

A mis directores de tesis Dr. Ricardo Serna Lagunes y Dra. Dulce María Ávila Nájera, gracias por su paciencia, por su tiempo y por su gran apoyo en la realización de este escrito.

A la CONANP, por facilitarme los datos para la realización de este trabajo de investigación.

Al Biólogo Noé Hernández, gracias por las invitaciones a campo, por recibirme en la oficina y por los consejos de vida.

A los miembros de mi comisión revisora, la Dra. Yaquelin Gheno, Mtra. Norma Mora, por sus acertadas observaciones y correcciones para la finalización de este escrito.

Al profesor José Luis Servín Torres, quien formo parte también de mi comisión revisora, por impulsarme a ser mejor estudiante y darme tan buenas ideas.

A mi tutora Martha Alejandra Fernández Corona por motivarme y por todos sus cumplidos.

A los jinetes del apocalipsis, Roldan, Misael, Saúl, Amadeo y Jonathan, gracias por las salidas a campo, por abrirme las puertas de sus casas, por las fiestas, por escucharme y principalmente por brindarme su amistad.

A Fernanda Michelle Reyes Servín, muchas gracias por ayudarme, por escucharme, por brindarme tu cariño y en general por todo tu apoyo.

A Danna, Silvia y Jabnel, quienes me acompañaron en mis primeros años de universidad, gracias por todas las cosas tan gratas que pasamos juntos.

A la Sra. Mónica Servín, por el apoyo que me ha brindado, y a su familia por ayudarme por abrirme las puertas de su hogar.

A mis demás amigas de la Facultad, Brenda, Arlet, Gaby, Dania, por hacerme reír, escucharme y ayudarme en lo que necesitaba. Y a mis amigas externas, Brenda y Sared, gracias por todo el apoyo y el sinfín de consejos que me han dado.

Dedicatoria

Con mucho amor a mis padres, Martha Laura González Lugo, Jesús Carrasco Acevedo, y a mi hermano Jesús Daniel Carrasco González.

Al resto de mi familia. A los que están y a los que se han ido.

A Wunder y Tango, pocos entienden el amor que les tengo, gracias por hacer más divertida y menos difícil mi vida.

Resumen

El resultado de la suma de los periodos de actividad y descanso que presenta un organismo, se denomina patrón de actividad, estos patrones se clasifican en diurno, nocturno y catameral, de acuerdo al horario en el que cada organismo presente mayor movimiento. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar dichos patrones de *L. rufus* (gato montés), *C. latrans* (coyote), y sus presas potenciales que habitan en el Parque Nacional Pico de Orizaba (PNPO), además de estimar el traslape temporal entre los mismos. Como primer paso, se creó una base en Excel con los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), pertenecientes al monitoreo realizado en el año 2017, mediante la técnica de trampeo fotográfico dentro del PNPO. Durante la revisión de las cámaras-trampa se obtuvieron 222 registros independientes de 11 especies, de las cuales, nueve se consideraron como presas potenciales de gato montés y coyote. Posteriormente se realizó el análisis de los patrones de actividad, el cual se describió a partir de gráficas de frecuencias por época de lluvias y secas; para medir el valor del coeficiente de traslape entre dichos patrones, se utilizaron análisis circulares de tiempo con el paquete *overlap* en R. Tanto *L. rufus* como *C. latrans* presentaron actividad catameral, con picos de actividad en horas crepusculares, con un valor del coeficiente de traslape de Δ= 0.8, lo cual indica un alto grado de traslape temporal; mientras que el traslape entre depredador-presa difirió entre los dos mesodepredadores: coyotes-lagomorfos (Δ= 0.5), coyotes-roedores (Δ= 0.49), gato montés-lagomorfos (Δ= 0.58), y gato montés-roedores (Δ= 0.57), por lo que estos dos grupos taxonómicos fueron las presas con un mayor valor de traslape en relación a sus depredadores. A excepción de los zorrillos, todas las especies identificadas tuvieron más detectabilidad durante la temporada de lluvias en comparación a la seca, esto pudo deberse a que durante la época seca la disponibilidad de agua es limitada y los animales disminuyen el gasto de energía por deshidratación. Con los resultados obtenidos en este estudio, se aportan datos referentes a los horarios de actividad traslape y segregación en el uso del tiempo de *L. rufus* y *C. latrans* y entre estos depredadores y sus presas potenciales dentro del PNPO.

Índice

Introducción 1

2.Fundamentos 3

2.1 Gato montés (*Lynx rufus,* Schreber, 1777) 3

2.2 Coyote (*Canis latrans, Say, 1823)* 5

2.3 Patrones de actividad 8

2.4 Antecedentes 9

3. Hipótesis 11

4. Objetivos 11

4.1 Objetivo General 11

4.2 Objetivos Específicos 11

5. Método 12

5.1 Área de Estudio 12

5.2 Fototrampeo y registro fotográfico 12

5.3 Revisión de las fotografías obtenidas de las cámaras-trampa 15

5.4 Análisis de los patrones de actividad 15

5.5 Traslape en los patrones de actividad (PA) 16

6. Resultados y discusión 17

6.1 Patrones de actividad 17

6.2 Patrones de actividad por época del año 20

6.3 Traslape en los patrones de actividad 26

7. Conclusiones 35

8. Recomendaciones 36

Literatura citada 37

Anexo fotográfico 46

Índice de Figuras

Pág.

1. Ejemplar de *Lynx rufus* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el Parque Nacional Pico de Orizaba. 3
2. Distribución potencial de *Lynx rufus* en México con base en datos de CONABIO. 4
3. Ejemplar de *Canis latrans* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el Parque Nacional Pico de Orizaba. 6
4. Distribución potencial de *Canis latrans* en México con base a datos de CONABIO. 7
5. Vista del volcán del Parque Nacional Pico de Orizaba, México. 12
6. Mapa de ubicación de las cámaras-trampa dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba. 14
7. Horarios de actividad de gato montés (*Lynx rufus)* dentro del PNPO en época de lluvias y secas. 19
8. Horarios de actividad de coyotes (*Canis latrans*) dentro del PNPO en época de lluvias y secas. 20
9. Horarios de actividad de *Sylvilagus floridanus* dentro del PNPO en época de lluvias y secas. 21
10. Horarios de actividad de *Sciurus oculatus* dentro del PNPO en época de lluvias y secas. 22
11. Horarios de actividad de *Sciurus aureogaster* dentro del PNPO en época de lluvias y secas. 22
12. Horarios de actividad de *Mephitis macroura* dentro del PNPO en época de lluvias y secas. 23
13. Horarios de actividad de zorrillos del género *Conepatus* dentro del PNPO en época de lluvias y secas. 24
14. Horarios de actividad de los roedores registrados dentro del PNPO en época de lluvias y secas. 25
15. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y *Lynx rufus* dentro del 27

PNPO.
16. Coeficiente de traslape de *Lynx rufus* y *Sylvilagus floridanus* dentro del PNPO. 28
17. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y *Sylvilagus floridanus* dentro del PNPO. 28
18. Coeficiente de traslape de *Lynx rufus* y roedores dentro del PNPO. 29
19. Coeficiente de traslape de actividad de *Canis latrans* y roedores dentro del PNPO. 29
20. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y ardillas (*Sciurus aureogaster* y *S. oculatus*) dentro del PNPO. 30
21. Coeficiente de traslape de *Lynx rufus* y ardillas (*Sciurus aureogaster y S. oculatus*) dentro del PNPO. 31
22. Coeficiente de traslape de actividad *L. rufus* y zorrillos (*Conepatus leuconotus, C. semistriatus y Mephitis macroura*) dentro del PNPO. 31
23. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y zorrillos (*Conepatus leuconotus, C. Semistriatus* y *Mephitis macroura*) dentro del PNPO. 32
24. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y perdiz (*Dendrortyx barbatus*) dentro del PNPO. 32
25. Coeficiente de traslape de *Lynx rufus* y perdiz (*Dendrortyx barbatus*) dentro del PNPO. 33
26. Coeficiente de traslape *Lynx rufus* y *Dasypus novemcinctus* dentro del PNPO. 33
27. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y *Dasypus novemcinctus* dentro del PNPO. 34

Índice de Cuadros

Pág.

1. Listado sistemático de las especies registradas en el PNPO durante el monitoreo realizado en el 2017 y su categoría de riesgo (SEMARNAT-2010). 18

2. Patrón de actividad de *Lynx rufus*, *Canis latrans* y sus principales presas registradas durante el muestreo en el Parque Nacional Pico de Orizaba, Veracruz, México. 19

Introducción

Se han estudiado los factores que permiten la coexistencia de las especies, particularmente de los grandes depredadores, tratando de explicarlos a través de diferentes mecanismos, estos han sido entendidos mediante el análisis de la segregación en el uso de los recursos y se dividen en tres ejes: alimento, espacio y tiempo (Schoener, 1974; Gordon, 2000). Los dos primeros han sido priorizados como los ejes que permiten la coexistencia de las especies; sin embargo, el uso del tiempo, entendido como los patrones de actividad y sus efectos sobre la dinámica de la comunidad, han sido subestimados (Morgan, 2004).

Para el estudio de la biología de las especies, es de vital importancia conocer sus patrones de actividad, no solo como un factor aislado, sino como un proceso evolutivo y de interacción intraespecífica, lo que permite comprender la biología del comportamiento de las diferentes especies (Tirira, 1998). Ya que los patrones de actividad son altamente dinámicos y dependen de diversos factores, entre los que destacan los patrones de alimentación (Emmons, 1987; Karanth & Sunquist, 2000; Scognamillo *et al*., 2003; Carrillo *et al*., 2009), la disponibilidad de presas (Sunquist & Sunquist, 2002), depredadores, co-depredadores (Scognamillo *et al*., 2003), temperatura (Hernández-Saintmartín *et al*., 2013), disturbios naturales y perturbaciones humanas (Van Dyke *et al*., 1986; Paviolo *et al*., 2009, Ávila-Nájera *et al*., 2018), entre otros.

El fototrampeo, es uno de los métodos más utilizados en la actualidad para el estudio de carnívoros medianos y grandes (Monroy-Vilchis *et al*., 2009). Esta técnica utiliza cámaras fotográficas activadas a distancia, mediante sensores de movimiento o temperatura; son muy eficientes para realizar inventarios y estudios poblacionales (Chávez *et al*., 2013). Se ha utilizado para analizar diversos aspectos biológicos de las especies, entre ellos los patrones de actividad y ha sido una técnica ampliamente utilizada para especies crípticas y de baja abundancia (Maffei *et al*., 2002; Moruzzi *et al*., 2002; De Sá Alves & Andriolo, 2005).

Los estudios de interacciones entre depredadores dentro de un mismo ecosistema, son de gran relevancia para ampliar los conocimientos y lograr la conservación de estos, ya que son especies clave en el equilibrio ecológico (Jiménez-Maldonado, 2007). Los mesodepredadores son animales carnívoros que se alimentan de pequeños herbívoros (Di Bitetti, 2008). El gato montés *(Lynx rufus*) y el coyote (*Canis latrans*) son dos especies mesodepredadoras que conviven simpátricamente en el Parque Nacional Pico de Orizaba (CONANP, 2017). El coyote es un carnívoro generalista, distribuido en todo México y tiene una dieta amplia compuesta de insectos, vertebrados, frutas y vegetación (Andelt *et al*., 1987; Gese *et al*., 1989); mientras que el gato montés, es un carnívoro estricto que caza principalmente roedores, lagomorfos (Aranda *et al*., 2002) y ocasionalmente ganado (Fritts & Sealander, 1978).

Dada la importancia ecológica de ambos depredadores, su rol como controladores de poblaciones, manteniendo el equilibrio del ecosistema, es sorprendente la falta de estudios sobre los patrones de actividad de estas especies en el PNPO, que permitan comprender de una mejor forma sus interacciones. En este sentido, este estudio genera información que define los patrones de actividad y el grado de traslape que existe entre estos dos carnívoros y sus presas potenciales dentro de dicho Parque.

2. Fundamentos

2.1 Gato Montés (*Lynx rufus* Schreber, 1777)

Felino de talla mediana, con cabeza pequeña, orejas puntiagudas, erectas y terminadas en un mechón de pelos y cola proporcionalmente muy corta. El color de su cuerpo varía en diferentes tonalidades de café-amarillento a grisáceo o rojizo, con un patrón de pintas tenues muy variable. Presenta dimorfismo sexual en cuanto a tamaño: los machos son más grandes y pesados que las hembras. Pueden medir desde 47 a 125 cm de longitud total (Larivière & Walton, 1997) y los adultos pesan entre 5 y 15 kg (Aranda, 2012) (Figura 1).

Figura 1. Ejemplar de *Lynx rufus* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el Parque Nacional Pico de Orizaba en el 2017.

Lynx rufus se puede encontrar en una gran variedad de hábitats, como matorrales áridos, bosque de coníferas, bosque de encinos, bosque mixto de pino-encino, pastizales y selvas bajas caducifolias (Larivière & Walton, 1997). Rolley & Warde

(1985), indican que los individuos de esta especie prefieren hábitats herbáceos y arbustivos donde lagomorfos y roedores presentan una abundancia más alta.

En México, se distribuyen seis subespecies: *L. r. californicus*, *L. r. peninsularis*, *L. r. baileyi*, *L. r. texensis*, *L. r. escuinapae* y *L. r. oaxacensis* (Hall, 1981; Ramírez-Pulido *et al*., 2014), con presencia desde el norte hacia el sur del país. A partir de los estados de Tamaulipas y Jalisco, su distribución se va estrechando hasta terminar en Oaxaca, al inicio del Istmo de Tehuantepec (Aranda, 2012). Algunos estados en donde se ha reportado su presencia son: Chihuahua (Elizalde-Arellano *et al*., 2014), Aguascalientes (Medellín-Legorreta & Bárcenas, 2009), Michoacán (Charre-Medellín *et al*., 2015), Querétaro (López-González *et al*., 2015), Hidalgo (Valencia-Herverth & Valencia-Herverth, 2012), en la Sierra de Nanchititla, Estado de México (Monroy-Vilchis *et al*., 2011), Guerrero (Leopold & Hernández, 1944), al sur del estado de Puebla (Farías *et al*., 2015) y en Oaxaca (Monroy & Briones-Salas, 2012).

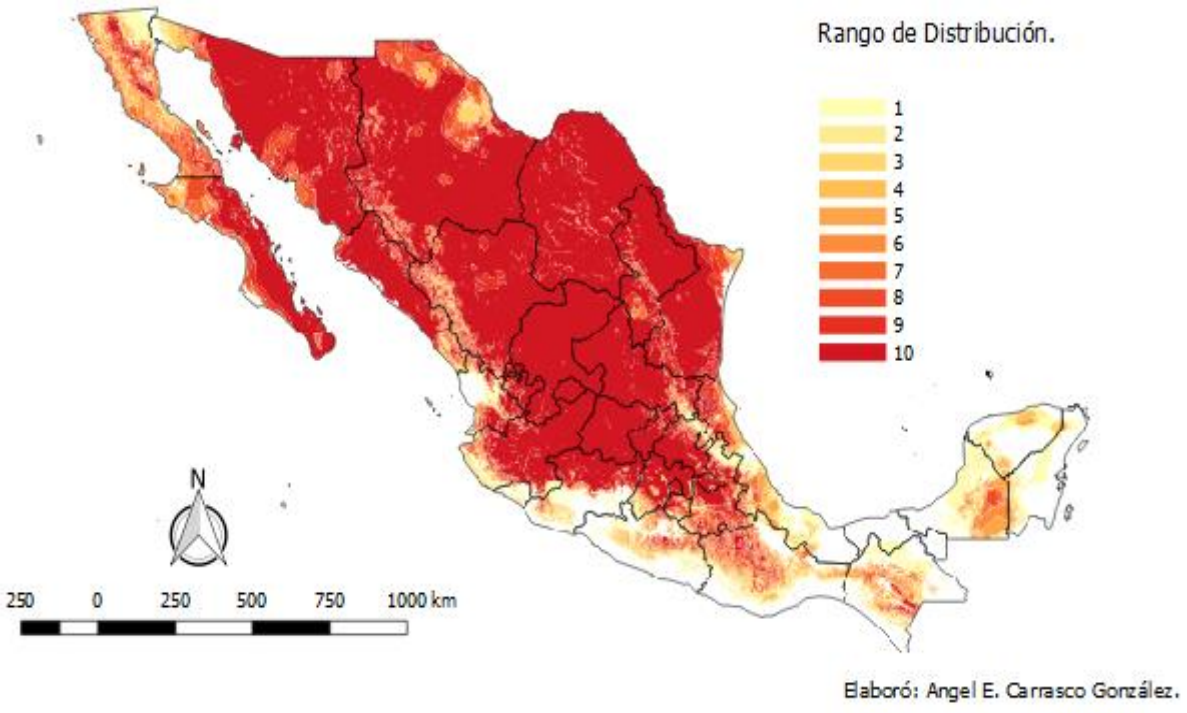


Figura 2. Distribución potencial de *Lynx rufus* en México con base en datos de CONABIO.

Las principales presas consumidas por el gato montés son roedores y lagomorfos (Leopold & Krausman, 1986; Aranda *et al*., 2002), siendo las especies de mayor frecuencia de consumo: *Microtus mexicanus*, *Neotomodon alstoni*, *Sylvilagus floridanus*, *Romerolagus diazi* y *Neotoma mexicana* (Martínez-Meyer, 1994), *S. audobonii, Lepus sp*, *Neotoma albigula*, *Spermophilus variegatus*, *S. cunicularius*, *Cratogeomys merriami, Sciurus aureogaster*, además de venados (*Odocoileus virginianus*) (Aranda *et al*., 2002), y aves terrestres como la codorniz (*Dendrortyx macroura*) (Martínez-García *et al*., 2014).

La táctica de caza más común de *L. rufus* consiste en un enfoque furtivo, seguido de abalanzarse y dar un zarpazo a la presa; la espera es otra táctica de caza, agachados o sobre un tronco, o algún otro punto de observación, hasta que alguna presa transite por el camino y el felino pueda atraparla saltando sobre ella. En raras ocasiones trepan árboles (Rollings, 1945).

El gato montés es un animal de hábitos crípticos (Monroy & Briones-Salas, 2012) y principalmente nocturnos, ambos sexos exhiben un patrón de actividad bimodal similar. Los picos de actividad se observan entre las 18:00-24:00 h y 04:00-10:00 h, usualmente en horas crepusculares (Jiménez-Maldonado, 2007; Elizalde-Arellano *et al*., 2012, Elizalde-Arellano *et al*., 2014) y la menor actividad durante medio día (Larivière & Walton, 1997); sin embargo, esta actividad puede modificarse con base a diferentes factores que acontecen en su hábitat. Sus ojos son proporcionalmente más pequeños y menos adaptados a poca luz en comparación con los gatos estrictamente nocturnos, aun así, estos felinos puedan cazar durante el día y la noche (Sunquist & Sunquist, 2002).

2.2 Coyote (*Canis latrans* Say, 1823)

Cánido mediano de color gris castaño en el dorso, blanco grisáceo en el vientre y en la parte interna de las patas, cola espesa y orejas puntiagudas. Los machos adultos usualmente son más grandes y pesados en comparación a las hembras adultas, pesan

entre 8 y 16 kg (Aranda, 2012) y su longitud total va desde 100 a los 150 cm (Bekoff & Gese, 2003).

Figura 3. Ejemplar de *Canis latrans* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el Parque Nacional Pico de Orizaba en el 2017

El coyote ocupa una variedad de hábitats, incluyendo praderas, desiertos y montañas (Bekoff & Gese, 2003). Esta especie es muy versátil y tiene una amplia distribución en Norteamérica, México y América Central (Gese *et al*., 2008); es el único cánido silvestre que habita la región de los volcanes y uno de los mayores carnívoros (CONANP, 2010).

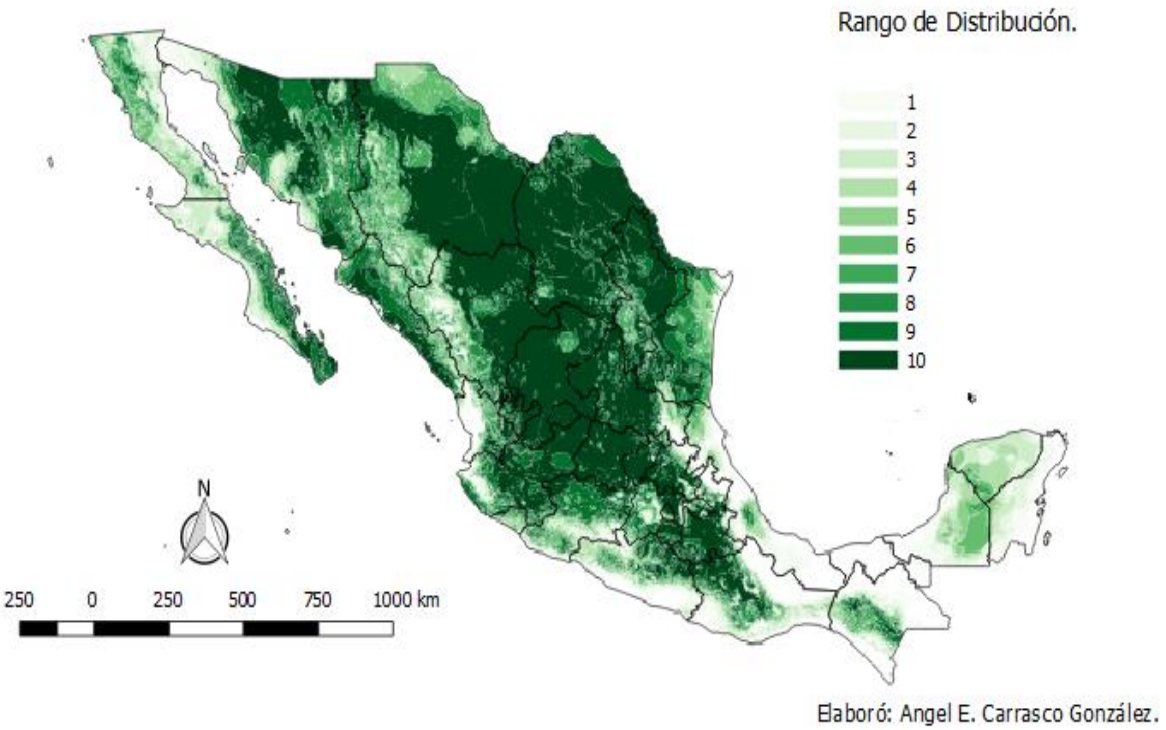


Figura 4. Distribución potencial de *Canis latrans* en México con base en datos de CONABIO.

La mayoría de los trabajos que se han realizado referentes a la dieta del coyote, han reportado como base de su alimentación seis grupos taxonómicos: mamíferos, insectos, semillas, reptiles, crustáceos y aves (Guerrero *et al*., 2002., Monroy *et al*., 2003; Guerrero *et al*., 2004; Martínez-García *et al*., 2014). Entre las principales presas destacan el conejo (*S. floridanus*), ardilla vientre rojo (*S. aureogaster*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), roedores como *Microtus* sp., *Orthogeomys grandis* (Cruz-Espinoza *et al*., 2010), *Peromyscus melanotis* y la liebre *Lepus callotis* (Martínez-Vázquez *et al*., 2010). La técnica de caza de los coyotes está definida con base al tamaño de la presa, ya que el abalanzarse sobre su presa se utiliza principalmente para capturar pequeños roedores, mientras que la persecución se utiliza con presas más grandes (Bekoff & Gese, 2003).

Los coyotes son activos a lo largo del día, por lo que se consideran de hábitos catamerales (Cortés-Marcial & Briones-Salas, 2014) y tienden a tener sus picos de actividad en horas crepusculares (Andelt, 1985; Gese *et al*., 1989, Arias del Razo *et al*., 2011). Los patrones de actividad pueden cambiar según la temporada o en respuesta al

disturbio humano y la persecución (Bekoff & Gese, 2003), además se modifican durante los meses de invierno, cuando hay un cambio en la base de alimentos (Bekoff & Wells, 1986) y con el fin de reducir el gasto energético (Shivik *et al*., 1997).

2.3 Patrones de actividad

Básicamente, la vida de la mayoría de los animales está dividida en dos estados conductuales: la actividad y el descanso. Estos dos eventos se van alternando a lo largo del ciclo diario de 24 h, dando como resultado un patrón temporal explícito denominado patrón diario o patrón de actividad (Halle & Stenseth, 2012). Por lo que el comportamiento se define como el resultado entre el estado interno del animal, del cual forma parte el sistema endógeno de cronometraje o reloj biológico, y los cambios en los ciclos ambientales, como los ritmos lunares, el ciclo de las mareas (Morgan, 2004) y la oscilación diaria de iluminación (Halle & Stenseth, 2012).

Los patrones diarios de actividad de muchos animales son conocidos solamente en términos generales, es decir, si una especie es mayormente nocturna o diurna (Emmons & Feer, 1997). El estudio de las posibles interacciones entre depredador-presa, brinda datos importantes acerca de los patrones de actividad, ya que los depredadores buscan presas y las presas pueden moverse para localizar recursos o para evitar depredadores. Una alta superposición en la actividad entre depredador y presa puede reflejar que los depredadores cazan cuando las presas se encuentran más activas (Lima, 2002; Hernández, 2008; Romero-Muñoz *et al*., 2010), alternativamente a esta idea los depredadores pueden cazar de manera oportunista (Emmons, 1987) cuando las presas se encuentran menos activas (Sunquist, 1981., Emmons, 1987; Romero-Muñoz et al., 2010). Por lo que, el éxito que obtengan los depredadores en la caza se definirá con base a las técnicas de: acecho, hostigamiento, emboscada y persecución (Yerga-Rufo, 2016).

El conocer los patrones de actividad de las especies permite poder entender la forma en la que coexisten temporalmente los organismos dentro de un ecosistema. El fototrampeo es el método principal que se utiliza para realizar este tipo de estudios, ya

que a partir de las fotografías que se obtienen se puede definir el número de especies detectadas en una determinada área de estudio, y el número de registros independientes. Posterior a esto, se clasifica el tipo de patrón de actividad de cada especie reportada y se obtiene el valor de traslape temporal existente entre pares de especies con ayuda de algún paquete estadístico (Ávila-Nájera *et al*., 2016). Por lo tanto, el estudio de los patrones de actividad, sumado a los análisis de abundancia relativa pueden ayudar a entender la estructura del ecosistema (Briones-Salas *et al*., 2016), puede revelar aspectos de la ecología y el comportamiento de las especies que no pueden ser mostrados en otro tipo de estudios (Blake *et al*., 2012).

2.4 Antecedentes

Los cambios y variaciones en los patrones y picos de actividad de los depredadores están estrechamente asociados con los patrones de actividad de sus principales presas (Hernández, 2008; Carrillo *et al*., 2009). La fase lunar también es un factor que influye indirectamente en los cambios de los patrones de actividad, ya que la abundancia de algunas presas depende de la etapa en la que se encuentre la luna (Carrillo *et al*., 2009). En el trabajo realizado por Cruz-Espinoza *et al*., (2010), se reportó que los coyotes cambiaron sus patrones de actividad nocturnos por diurnos en la temporada de lluvias, ya que en esta época del año ocurre el nacimiento de los cervatos, una de sus principales presas en la zona. Por su parte, Arias del Razo *et al*., (2011) definieron que, a una escala temporal los patrones de actividad presentados por las presas son estrategias importantes para disminuir el riesgo de ser depredados.

En cuanto a especies de depredadores, Monroy-Vilchis *et al*., (2009) determinaron que los cambios en los patrones de actividad en especies simpátricas pueden ser una estrategia para disminuir la competencia y se permita la coexistencia entre especies. Sin embargo, Romero-Muñoz *et al*., (2010) concluyeron que la segregación temporal entre dos depredadores no se debe a la competencia por alguna presa en específico, sino con el único fin de ampliar el nicho trófico y que se permita la coexistencia entre depredadores.

En el caso particular del gato montés, estos disminuyen su actividad en las horas de mayor temperatura en el día, entre las 13:00-16:00 h y presentan picos de actividad en un horario crepuscular, cuando la temperatura es más favorable (Elizalde-Arellano *et al*., 2012). Así mismo, esta especie puede tener un cambio en sus patrones de actividad en relación a la fase lunar, es decir su actividad es menor en las noches con luna nueva y más alta durante la luna llena; este patrón se relacionó con la actividad de sus presas, principalmente pequeños mamíferos, que se mueven y se alimentan menos durante la luna llena para reducir el riesgo de depredación, lo que implica que el gato montés tenga que incrementar sus periodos de búsqueda (Rockhill *et al*., 2013). Para otros depredadores estudiados *(Puma concolor)* no se encontró una dependencia del patrón de actividad del felino con la fase lunar (Soria-Díaz *et al*., 2016).

En contraste a todo lo anterior, en el trabajo reportado por Hernández-SaintMartín *et al*., (2013) en San Luis Potosí, México, mencionan que algunos depredadores cazan cuando las presas no se encuentran activas. Otros factores como el tipo, la densidad de presas, la estacionalidad (Ávila-Nájera *et al*., 2016) y los disturbios antropogénicos también influyen en la modificación de los patrones de actividad (Ávila-Nájera *et al*., 2018).

3. Hipótesis

Los patrones de actividad de *L. rufus* y *C. latrans* serán principalmente nocturnos debido a que sus principales presas dentro del PNPO como roedores y lagomorfos presentan patrones de actividad nocturnos. Por lo tanto, se presentará un alto grado de traslape entre depredador-depredador y depredador-presa; y dentro de los patrones de actividad, estos se diferenciarán con base en los picos de actividad particular de cada una de las especies.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

- Caracterizar los patrones de actividad de *Lynx rufus*, *Canis latrans* y sus principales presas en el Parque Nacional Pico de Orizaba.

4.2 Objetivos Específicos

- Describir los patrones de actividad de *L. rufus, C. latrans* y sus principales presas.

- Determinar el grado de traslape en los patrones de actividad entre *L. rufus* y *C. latrans*.

- Estimar el grado de traslape de los patrones de actividad entre drptrdsdor-presa.

5. Método

5.1 Área de Estudio

El presente estudio se realizó en el Parque Nacional Pico de Orizaba (PNPO), que comprende una superficie de 19.756 ha e integra los municipios de Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma, Atzitzintla, Puebla, y Calcahualco y la Perla, Veracruz. Se localiza entre las coordenadas extremas 18° 56' 30" y 19° 09' 30" N, y 97° 12' 30" y 97° 22' 30" W con un intervalo altitudinal desde 2,700 a 5,760 m. Cuenta con tres tipos de vegetación: Bosque de Pino (2,000 a 3,000 msnm); vegetación subalpina (3,000 a 4,000 msnm) y Páramo de Altura (4,000 a 4,200 msnm) (Martínez-Vázquez *et al*., 2010). Alberga 47 especies de mamíferos, 48 especies de anfibios y reptiles y 67 especies de aves (Fa & Morales, 1991) (Figura 5).

Figura 5. Vista del volcán del Parque Nacional Pico de Orizaba, México (Fotografía: Ángel Eduardo Carrasco González).

5.2 Fototrampeo y registro fotográfico

Se utilizaron los datos proporcionados por CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) obtenidos como resultado del monitoreo realizado en el año 2017, en el PNPO con base al modelo SAR-MOD (Sistema de Amplia Cobertura para el Monitoreo de Diversidad) mediante la técnica del fototrampeo. Se ubicaron 14 cámaras-trampa de sensor pasivo Cuddeback 1231 infrarojo Black Flash E3® y Ltl Acorn, durante un periodo de muestreo de doce meses (enero a diciembre 2017). Los dispositivos se programaron para permanecer activos durante las 24 h, se llevará a cabo el registro de la hora y fecha de la captura y a su vez realizara un video de 15 s.

Las cámaras se ubicaron en fustes de árboles a una altura no mayor de 40 cm del nivel del suelo a una distancia entre 2 y 3 km una de otra, de tal manera que seis cámaras-trampas fueron ubicadas en la vertiente Oeste y ocho en la vertiente Este, tratando de rodear el cráter del Volcán Pico de Orizaba; con un GPS se georreferenció cada una de las estaciones de muestreo (Chávez *et al*., 2013). Se elaboró un mapa (Figura 6) con la información de las geolocalizaciones de las cámara-trampa, la hipsometría del territorio (CONABIO, 1998) y el polígono del PNPO.

Las cámaras-trampa fueron revisadas *in situ* cada 15 días para asegurar su correcto funcionamiento, el cambio de baterías y de memorias USB (8 GB).

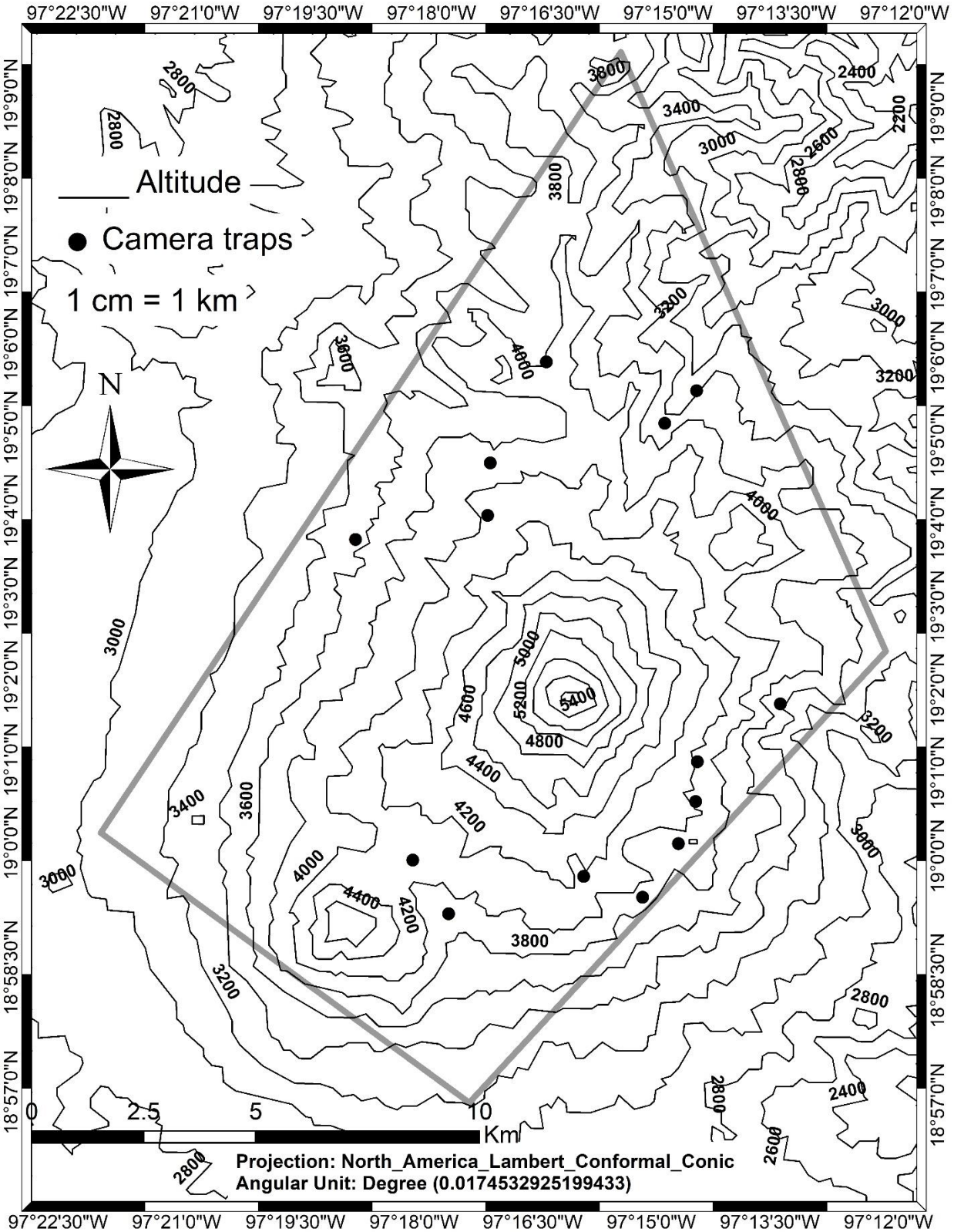


Figura 6. Mapa de ubicación de las cámaras-trampa dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba (CONANP, 2017).

5.3 Revisión de las fotografías obtenidas de las cámaras-trampa

Se revisó y supervisó un total de 12 carpetas digitales, correspondientes a cada mes de muestreo (enero-diciembre 2017). En esta revisión se contabilizó únicamente mamíferos pequeños, medianos y aves terrestres como la perdiz (*Dendrortyx barbatus*), ya que se ha reportado que las aves, principalmente del orden Galliformes son presa del gato montés (Delibes *et al*., 1997; Larivière & Walton, 1997)

Se realizó una base de datos en Excel® con la información proporcionada en cada fotografía por cada cámara. Las fotografías por especie, se agruparon y almacenaron en carpetas digitales para su posterior análisis, de acuerdo a las recomendaciones propuestas por López-Tello & Mandujano (2017).

5.4 Análisis de los patrones de actividad

En el análisis se utilizaron registros (eventos) independientes de cada especie, considerándose como tal a individuos: 1) en fotografías consecutivas de ejemplares de la misma especie plenamente identificables, 2) en fotografías con una separación de 3 horas en las que no fue posible identificar a cada animal de la misma especie y 3) a cada individuo en fotografías de múltiples individuos (Ávila-Nájera *et al*., 2016).

Se utilizó el programa de SUN TIMES V7.1 (Kay & Du Croz, 2008) para determinar la salida y puesta de sol y clasificar el día en tres categorías. De manera convencional se clasificó en: nocturna (20:00- 6:00 hrs.), diurna (8:00 - 18:00) y crepuscular (6:00 - 8:00 y 18:00 - 20:00). Las especies se reclasificaron de acuerdo a su patrón de actividad, según el criterio de Gómez *et al*., (2005): diurna (< 15 % de las observaciones fueron en la noche), principalmente diurna (15 % - 35 % de las observaciones fueron en la noche), nocturna (> 85 % de las observaciones fueron en la noche), principalmente nocturna (65 – 85 % de las observaciones fueron en la noche), catameral (individuos que se encuentran intermitentemente activos tanto de noche como de día) y crepuscular (activos en las primeras horas del amanecer y atardecer).

5.5 Traslape en los patrones de actividad (PA)

Los datos de PA se consideran que manifiestan una distribución tipo circular (Zar, 2010). Para evaluar el traslape en los PA, su variación en el tiempo y la relación temporal entre depredadores y presas, se estimó el coeficiente de traslape (Δ), el cual varía de 0 (no traslape) a 1 (traslape completo) según (Ridout & Linkie, 2009). Se definió el estimador del coeficiente de traslape (Δ), como: $\int_0^1 min\{\tilde{f}(t), \tilde{g}(t)\}dt$, donde $\tilde{f}(t)\ y\ \tilde{g}(t)$ son las estimaciones de las dos funciones de actividad en el tiempo (*t)* que se comparan. Se calcularon intervalos de confianza al 95 % para coeficiente de traslape con los percentiles 2.5 y 97.5 de 1,000 repeticiones *Bootstrap*. Este análisis estadístico se realizó con la librería *overlap* del paquete estadístico R (versión 3.1.0) (Meredith & Ridout, 2018).

6. Resultados y discusión

6.1 Patrones de actividad

Se obtuvieron 222 registros independientes de 11 taxones, los cuales incluyeron 5 especies de carnívoros, 1 especie de Lagomorfo, 1 especie de ave, 1 especie del orden Cingulata y distintas especies de pequeños roedores (Cuadro 1). Se definieron 9 presas potenciales para *L. rufus y C. latrans.*

Cuadro 1. Listado sistemático de las especies registradas en el PNPO durante el monitoreo realizado en el 2017 y su categoría de riesgo (SEMARNAT-2010).

Orden	Familia	Genero	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
		Mamíferos		
Carnivora	Canidae	*Canis*	*C. latrans*	No listada
Carnivora	Felidae	*Lynx*	*L. rufus*	No listada
Carnivora	Mephitidae	*Mephitis*	*M. macroura*	No listada
Carnivora	Mephitidae	*Conepatus*	*C. semistriatus*	No listada
Carnívora	Mephitidae	*Conepatus*	*C. leuconotus*	No listada
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus*	*D. novemcinctus*	No listada
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus*	*S. floridanus*	No listada
Rodenia	Sciuridae	*Sciurus*	*S. oculatus*	Sujeta a protección especial (Pr)
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus*	*S. aureogaster*	No listada
Rodentia	-	-	-	-
		Aves		
Galliformes	Odontophoridae	*Dendrortyx*	*D. barbatus*	En Peligro de extinción

Las fotocapturas se agruparon sistemáticamente y se sumaron para definir el número de registros totales por especie y la clasificación de su patrón de actividad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Patrón de actividad de *L. rufus, C. latrans* y sus principales presas registradas durante el muestreo en el Parque Nacional Pico de Orizaba, Veracruz, México.

Especie	# de reg. diurnos	# de reg. nocturnos	# de reg. crepusculares	# total de registros	patrón de actividad
C. latrans	11	9	7	27	catameral
C. leuconotus	0	2	1	3	nocturno
C. semistriatus	0	1	0	1	nocturno
D. barbatus	3	0	0	3	diurno
D. novemcinctus	0	3	0	3	nocturno
L. rufus	16	20	9	45	catameral
M. macroura	0	10	0	10	nocturno
S. aureogaster	23	0	1	24	diurno
S. floridanus	4	31	2	37	principalmente nocturno
S. oculatus	37	0	3	40	diurno
Roedores	1	27	1	29	nocturno
TOTAL	95	103	24	222	

El 44% de registros de gato montés fueron nocturnos, 36% diurnos y el 20% en horas crepusculares. Para coyotes, el 41% fueron diurnos, 33% nocturnos y el 26% de registros crepusculares. Ambos carnívoros presentaron hábitos catamerales ya que mostraron actividad durante el día y la noche con picos de actividad crepusculares, consistente con lo reportado para estas especies en el desierto Chihuahuense, México (Elizalde-Arellano *et al*., 2014). De las nueve presas potenciales dentro del PNPO, el 67% presentó hábitos nocturnos (*S. floridanus*, *M. macroura, C. leuconotus, C. semistriatus, D. novemcinctus* y roedores) y las restantes especies (33%) mantuvo hábitos diurnos (*D. barbatus, S. aureogaster* y *S. oculatus*).

6.2 Patrones de actividad por época del año

El gato montés presentó una cantidad de registros similar entre ambas épocas del año, ya que se obtuvieron 23 registros en época de lluvias y 22 en época de secas, este felino mostró dos picos de actividad importantes (04:00 h y 17:00 h) en ambas épocas (Figura 7), este resultado es similar al obtenido en Chihuahua, donde se observó un mayor registro de actividad del gato montés durante la época lluviosa (Elizalde-Arellano *et al*., 2012).

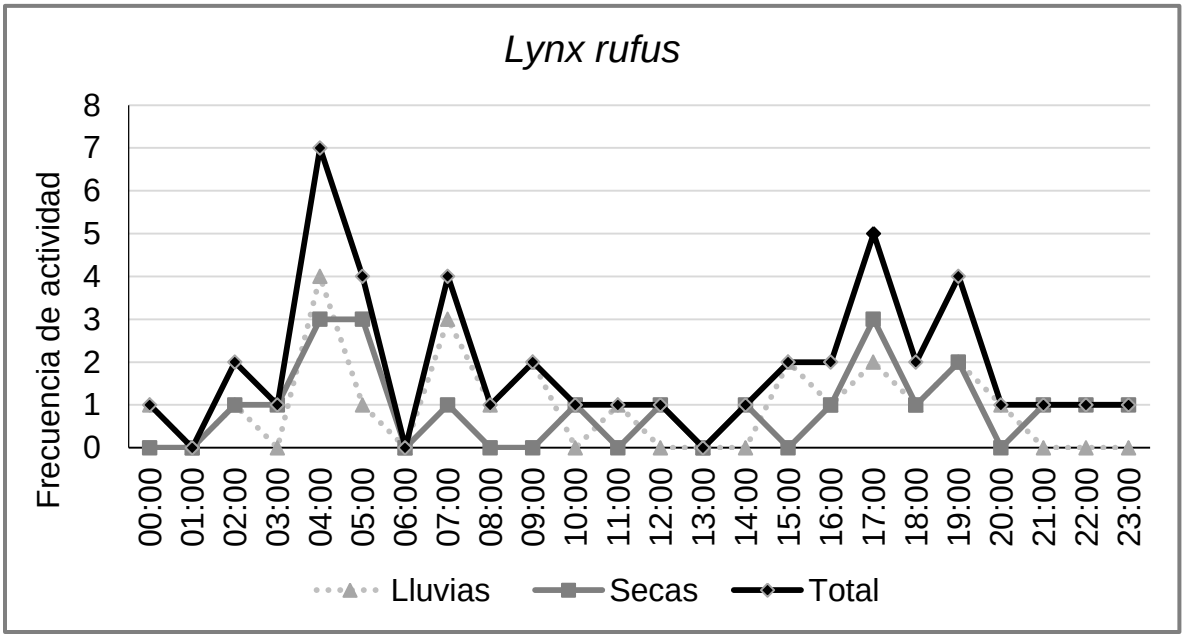


Figura 7. Horarios de actividad de gato montés (*Lynx rufus)* dentro del PNPO en época de lluvias y secas.

Por otro lado, el coyote tuvo una diferencia más marcada en el número de registros entre ambas épocas, ya que en la época de lluvias se contabilizaron 22 registros, en comparación con los 5 registros obtenidos durante la época de secas. En la época seca solamente se registró un pico de actividad a las 06:00 hrs y posteriormente se disminuyó notablemente la actividad durante el día, mientras que en la época de lluvias presento un mayor número de picos de actividad, el más notorio a las 06:00 h, posteriormente de 11:00 a 13:00 h y el último a las 18:00 h (Figura 8). De modo contrario, Cortés-Marcial & Briones-Salas, (2014), en el Istmo de Tehuantepec en

Oaxaca obtuvieron un mayor número de registros de coyote durante la época seca en comparación con la lluviosa

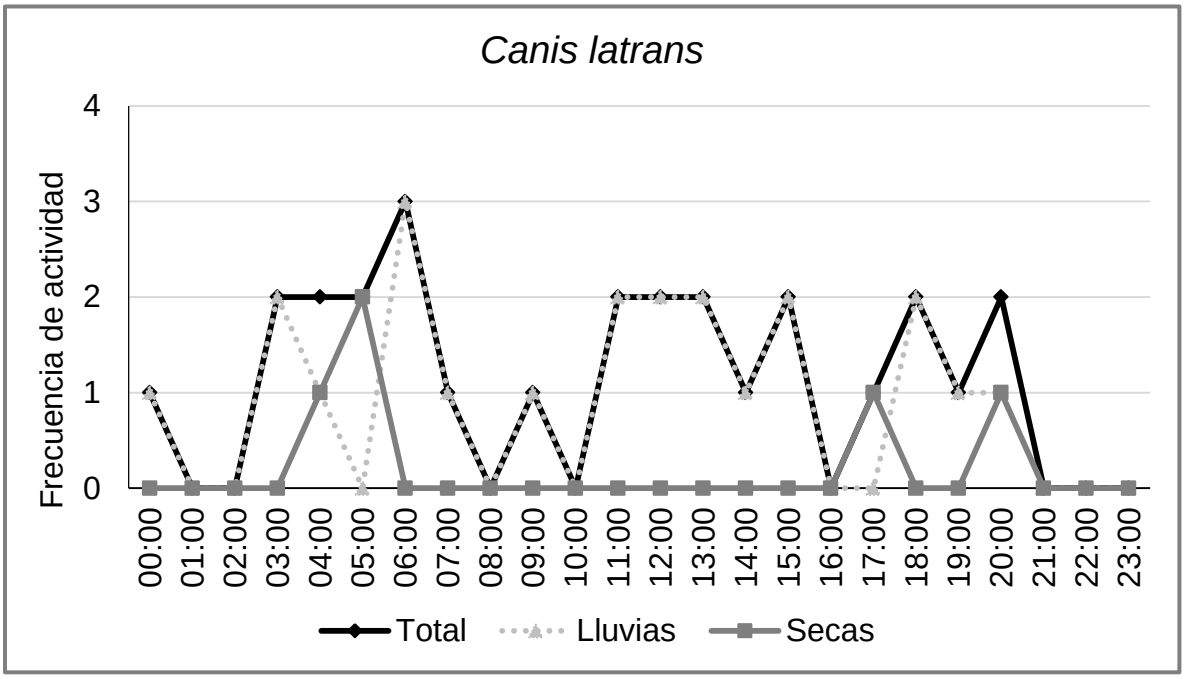


Figura 8. Horarios de actividad de coyotes (*Canis latrans)* dentro del PNPO en época de lluvias y secas.

La disminución de actividad durante la época seca puede ser una estrategia de termorregulación para reducir el gasto de agua y el gasto energético por parte de estos dos mesodepredadores de acuerdo con lo mencionado por Hidalgo-Mihart *et al.*, (2009). De las 9 presas detectadas, solo hubo registros de *S. floridanus, S. aureogaster, S. oculatus, M. macroura*, *C. leuconotus* y los pequeños roedores durante ambas épocas.

Se obtuvieron un total de 32 registros para *S. floridanus* en época de lluvias, con dos picos de actividad a las 21:00 y a las 00:00 y h. Durante la época seca hubo escasa detectabilidad ya que sólo se registraron 5 fotografías (Figura 9).

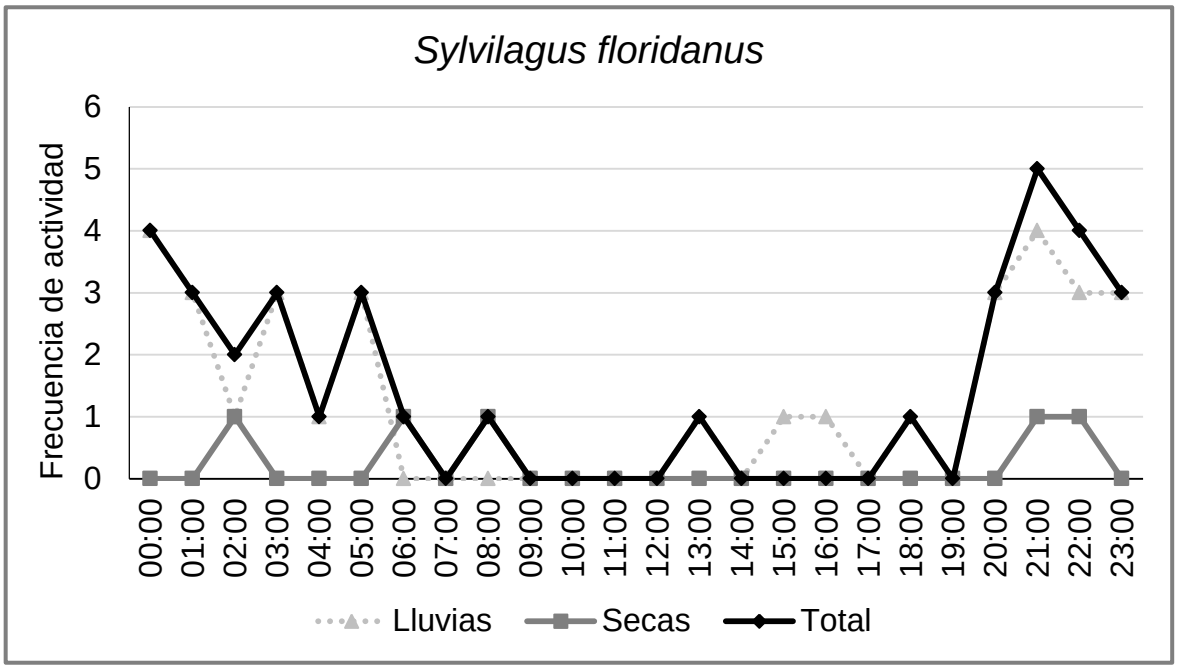


Figura 9. Horarios de actividad de *Sylvilagus floridanus* dentro del PNPO en época de lluvias y secas.

Se obtuvieron un total de 40 registros de *S. oculatus,* 26 en la época de lluvias y 14 durante la época de secas. La mayor actividad se observó a las 10:00 h en ambas épocas (Figura 10). Para *S. aureogaster* se reportaron 24 registros en total. Catorce registros en temporada de lluvias, con picos de actividad entre las 14:00 y 15:00 h, y 10 registros en temporada seca con el mayor pico de actividad a las 13:00 h (Figura 11).

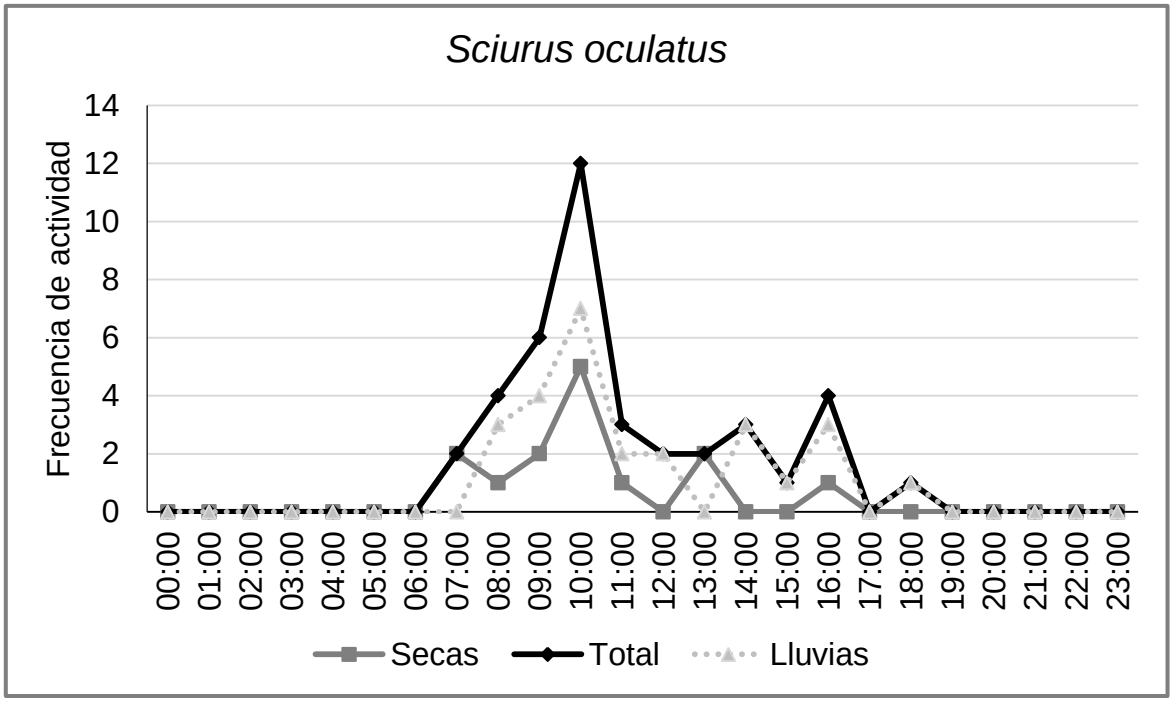


Figura 10. Horarios de actividad de *Sciurus oculatus* dentro del PNPO en época de lluvias y secas.

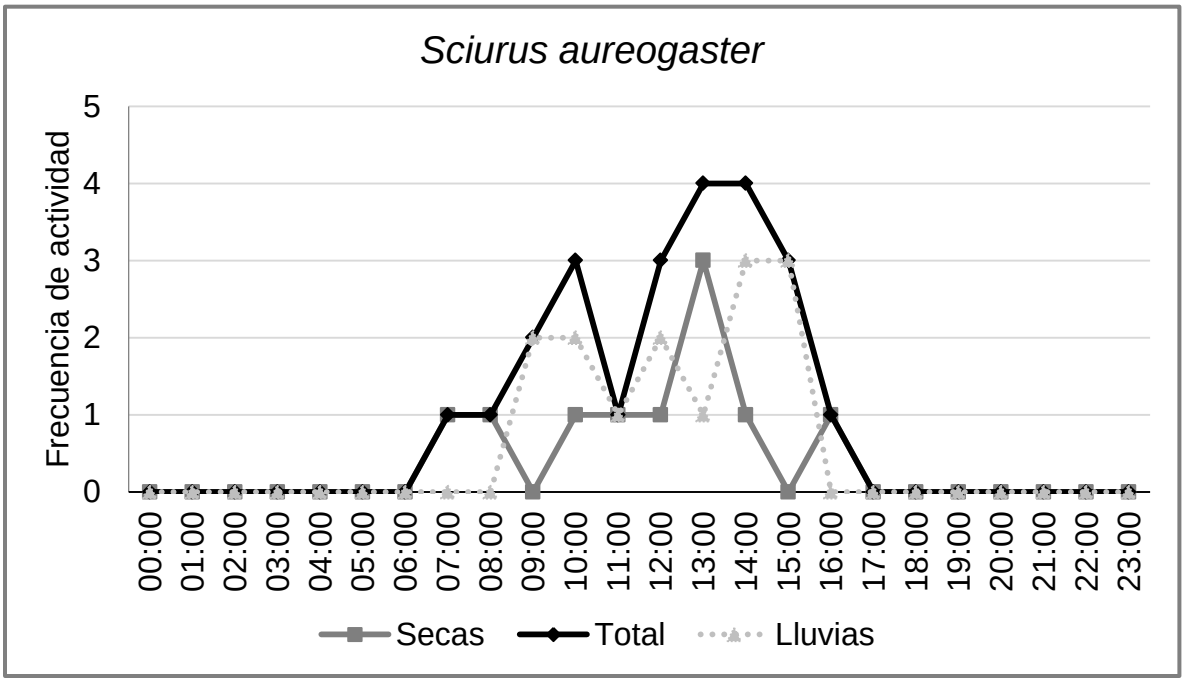


Figura 11. Horarios de actividad de *Sciurus aureogaster* dentro del PNPO en época de lluvias y secas.

Se registró la presencia de *M. macroura* en 10 ocasiones, ocho de ellas en temporada seca y tan solo dos en temporada de lluvias, con un pico de actividad a las 00:00 h en ambas épocas (Figura 12).

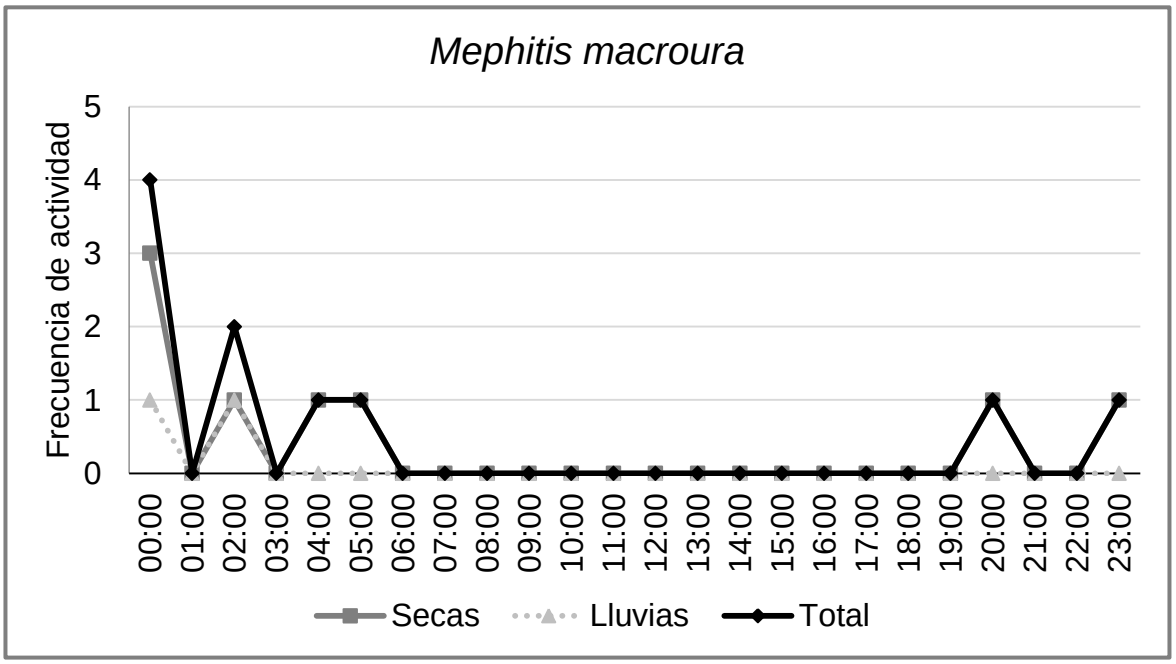


Figura 12. Horarios de actividad de *Mephitis macroura* dentro del PNPO en época de lluvias y secas.

Se obtuvo un registro de *C. semistriatus* en la época de secas y tres de *C. leuconotus,* dos de ellos en la época seca y uno en la época lluviosa. Los registros se contabilizaron a las 03:00, 04:00, 07:00 y 23:00 h (Figura 13).

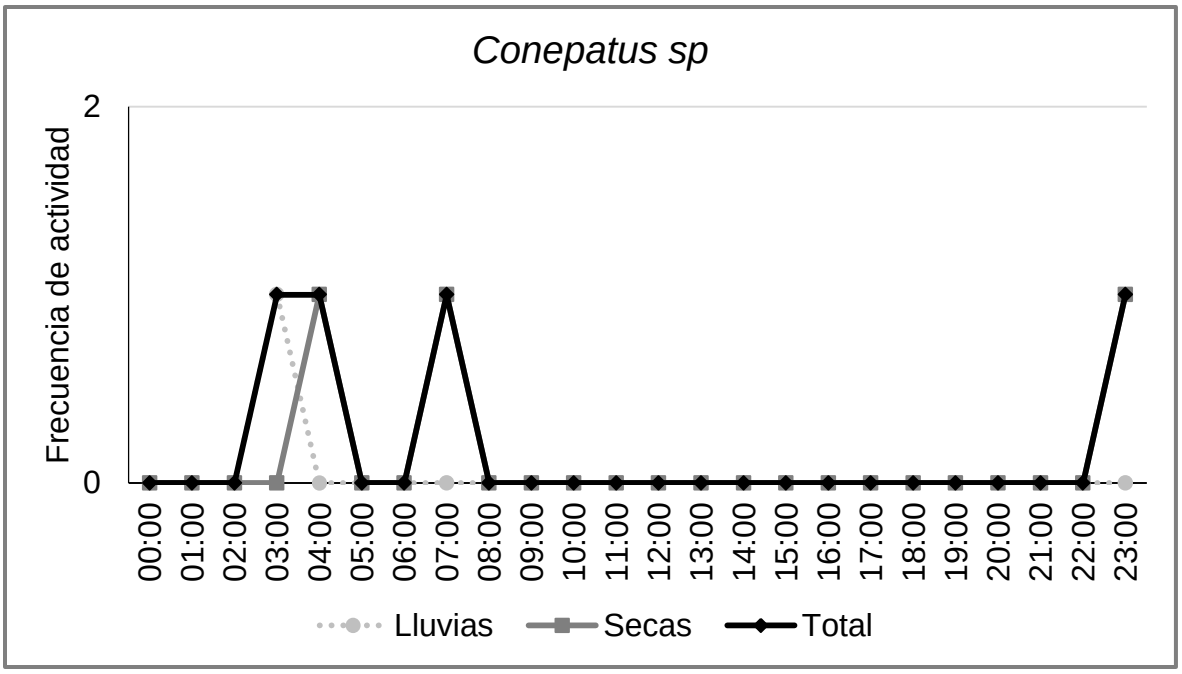


Figura 13. Horarios de actividad de zorrillos del género *Conepatus* dentro del PNPO en época de lluvias y secas.

Para el caso de los roedores, se observó mayor actividad durante la temporada de lluvias (25 registros). Se observaron los mayores picos de actividad a las 02:00 y 04:00 h; a partir de las 09:00 h, los roedores redujeron por completo su actividad, presentando otro pico a las 20:00 y a las 22:00 h. Durante la época seca se registraron solamente 4 eventos con el principal pico de actividad a las 05:00 h (Figura 14).

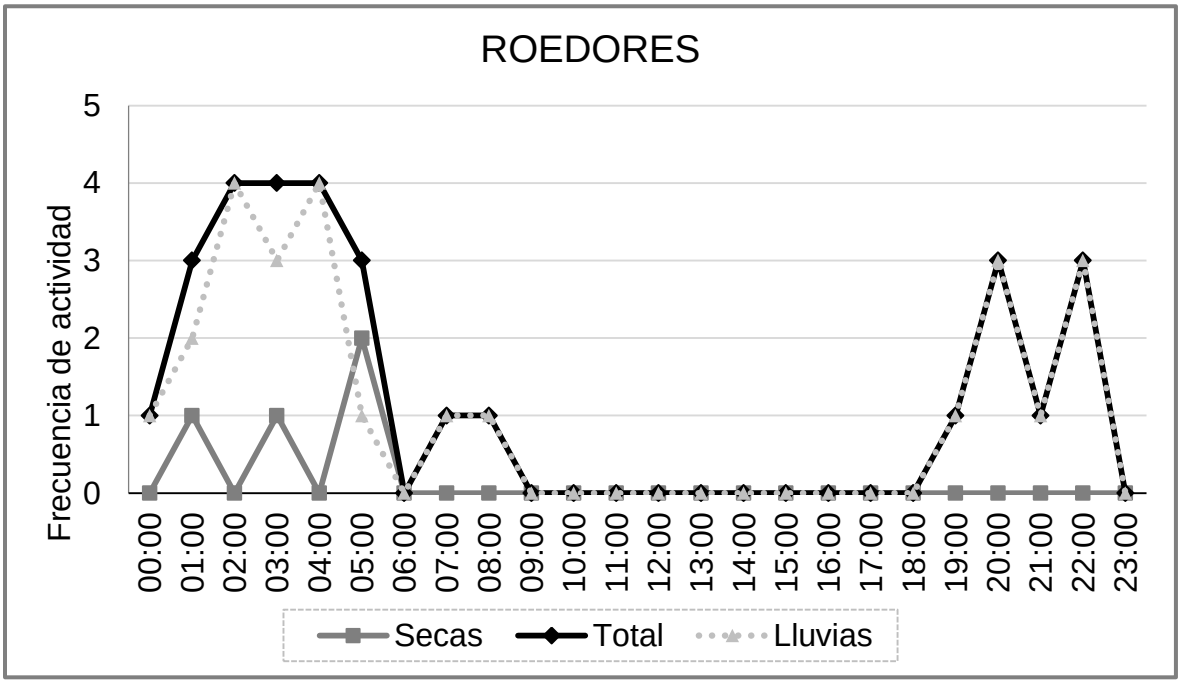


Figura 14. Horarios de actividad de los roedores registrados dentro del PNPO en época de lluvias y secas.

De manera global se obtuvo un mayor número de registros durante la época de lluvias en comparación a la época de secas por parte de todas las especies reportadas, a excepción de los zorrillos. Esto puede deberse a que durante los meses secos el agua superficial de la que se abastecen los animales disminuye considerablemente, y el reducir la actividad durante este periodo evita la deshidratación y reduce el gasto de energía (Scognamillo *et al*., 2003).

6.3 Traslape en los patrones de actividad

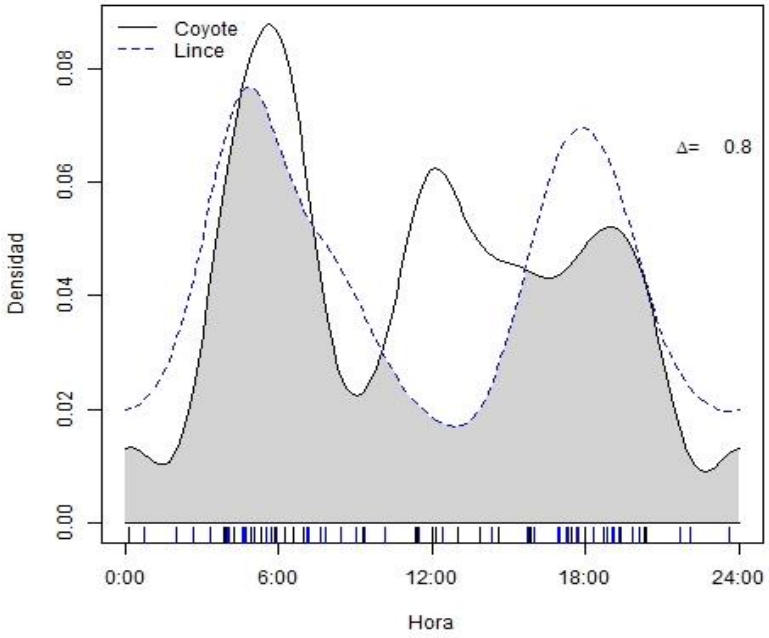
De acuerdo con Morin, (1999), se sabe que la competencia intraespecífica entre carnívoros generalmente aumenta cuando las especies tienen una morfología y dieta similares, y según Ramesh *et al*., (2012) la segregación temporal o espacial del uso de nicho reduce las posibilidades de encuentro entre especies simpátricas.

El coeficiente de traslape obtenido (∆) *entre L. rufus* y *C. latrans* dentro del PNPO fue de 0.8 (Figura 15), lo que indica un alto grado de traslape, ya que los horarios de actividad de estas dos especies son similares y existe baja segregación temporal; sin embargo, los picos de actividad entre coyote y gato montés fueron diferentes, y se sugiere que este hecho puede contribuir a la estrategia de coexistencia entre ambas especies al evitar encuentros entre ambos carnívoros. Lo anterior coincide con lo mencionado por Herrera *et al*., (2018) y por Monroy-Vilchis *et al.,* (2009). Esto se observó a las 12:00 hrs, horario en el que los canidos mostraron un importante pico de actividad y los felinos la redujeron notablemente.

Dentro del PNPO, los lagomorfos y roedores fueron las presas con mayor grado de traslape en relación a sus depredadores, ya que se ha reportado que estos dos grupos taxonómicos son las principales presas de gato montés y coyote según Martínez-Vázquez *et al*., (2010) y Martínez-García *et al*., (2014). Algunos estudios sugieren que los patrones de actividad de los depredadores se ven influenciados por la actividad de sus presas, como por ejemplo lo sucedido en Quintana Roo, donde se observó una segregación temporal por parte de los pumas, ya que los picos de actividad que mostraron podrían estar asociados a la actividad de sus principales presas, además de evitar encuentros con jaguares (Ávila-Nájera *et al*., 2016) y en San Luis Potosí, donde se cree que la actividad mostrada por los jaguares está relacionada con sus principales presas (Hernández-SaintMartin *et al*., 2013). Los resultados del traslape en los patrones de actividad entre gato montés y coyote con sus principales presas fueron: *S. floridanus-L. rufus* (∆= 0.58), *S. floridanus-C. latrans* (∆= 0.5) (Figuras 16, 17), roedores- *L. rufus* (∆= 0.57, roedores- *C. latrans* (∆=0.49) (Figuras 18 y 19). El hecho de que *L. rufus* presentara mayor grado de traslape con sus presas en comparación al coyote, sugiere que este felino caza cuando sus principales presas se encuentran activas.

En contraparte, en el Norte de México se reportó que, en una escala temporal, los lagomorfos presentaron mayor actividad cuando los coyotes no se encontraban activos, con el fin de disminuir el riesgo de depredación, por lo que los patrones de actividad

entre depredador-presa no se traslapan por completo (Arias del Razo *et al*., 2011). De igual modo, en Bolivia no se encontró relación entre la actividad de los depredadores y sus presas y se cree que la caza ocurre cuando las presas no se encuentran activas o durante encuentros oportunos con ellas (Romero-Muñoz *et al*., 2010). Similar a lo observado durante este estudio, ya que cuando los conejos no presentaron actividad,



tanto el gato montés como el coyote se encontraron activos, por lo que también es posible que los depredadores cacen cuando su presa está descansando y se muestre más vulnerable (Hernández-SaintMartin *et al*., 2013).

Figura 15. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y *Lynx rufus* dentro del PNPO.

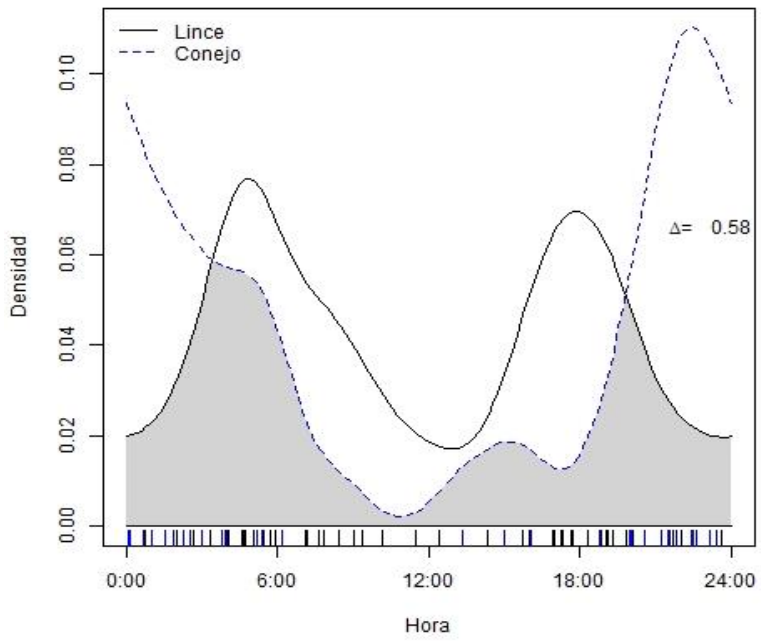


Figura 16. Coeficiente de traslape de *Lynx rufus* y *Sylvilagus floridanus* dentro del PNPO.

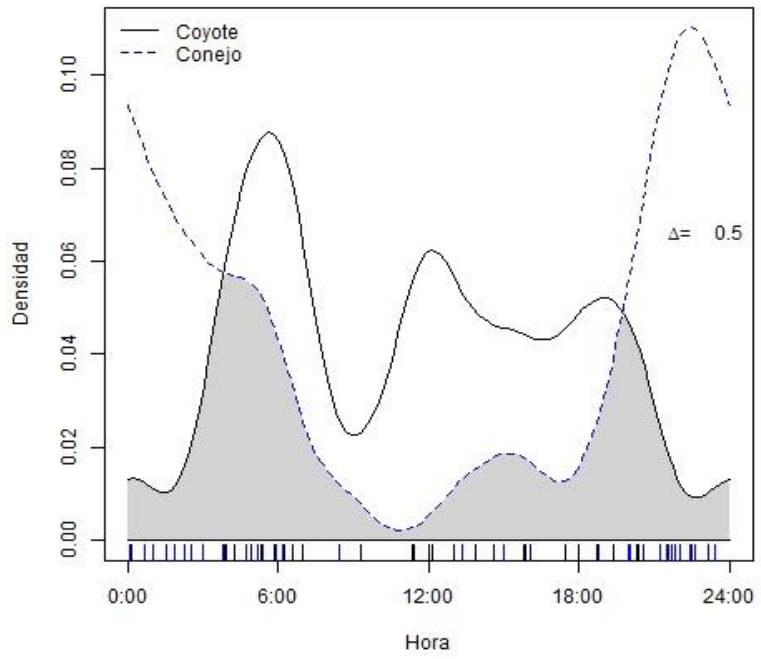


Figura 17. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y *Sylvilagus floridanus* dentro del PNPO.

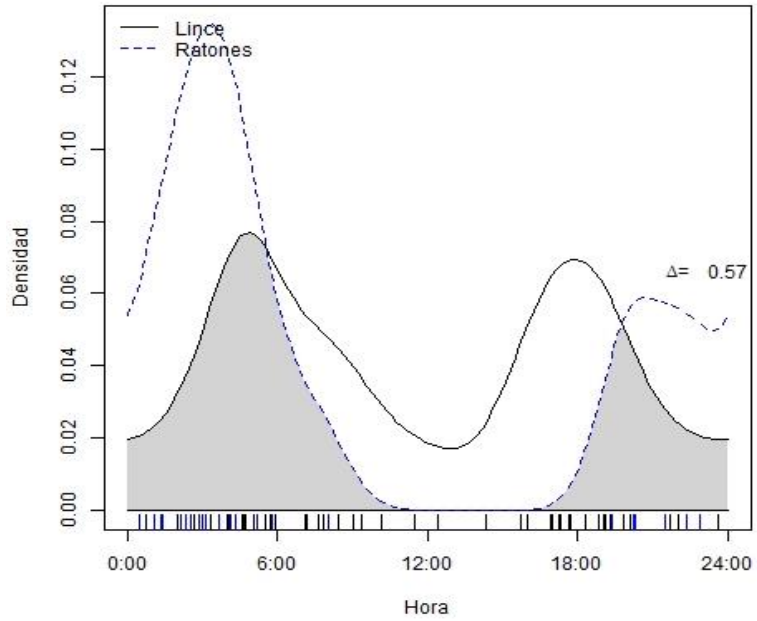


Figura 18. Coeficiente de traslape *Lynx rufus* y roedores dentro del PNPO.

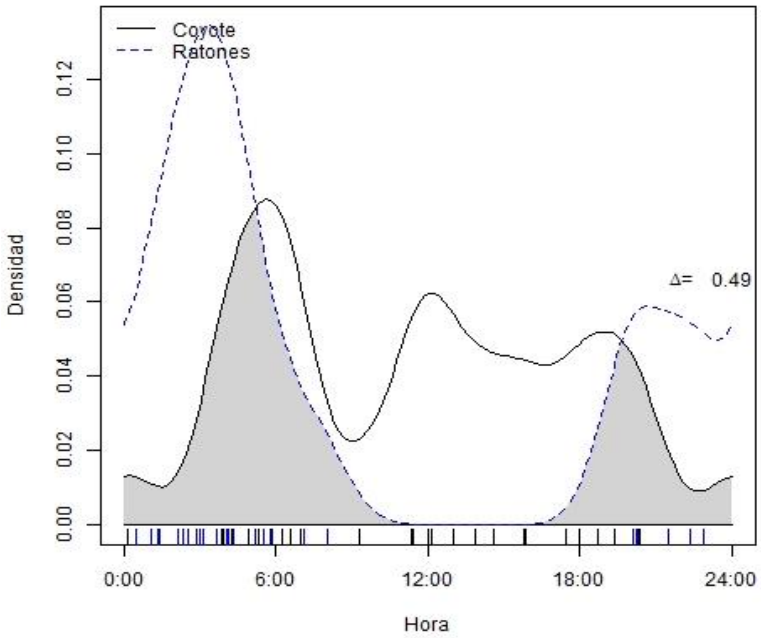


Figura 19. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y roedores dentro del PNPO.

Las ardillas ocuparon el tercer lugar en grado de traslape con el coyote (Δ= 0.49) (Figura 20) y el cuarto orden de importancia, con el gato montés (Δ= 0.39) (Figura 21). Por otro lado, los zorrillos fueron la tercer presa en cuanto al valor del grado de traslape con el gato montés (Δ= 0.54; Figura 22), menor que entre zorrillos y coyotes (Δ= 0.45; Figura 23).

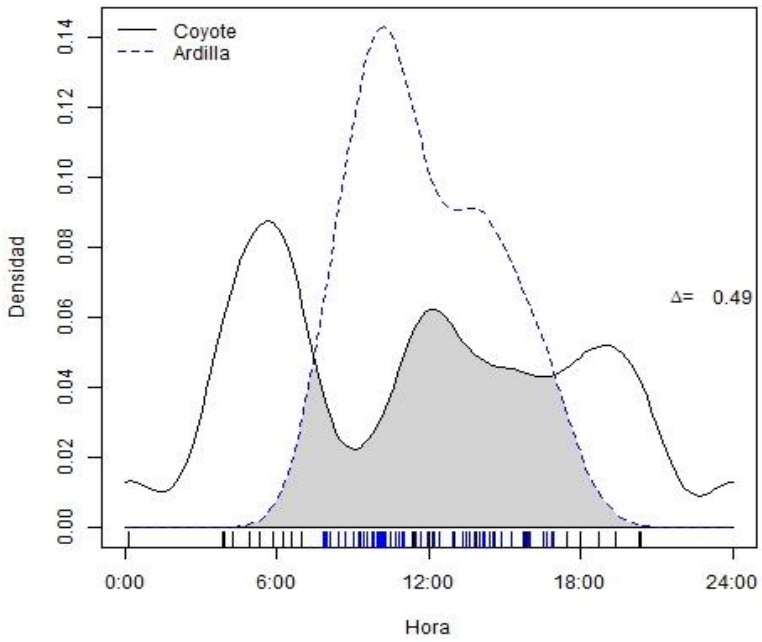


Figura 20. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y ardillas (*Sciurus aureogaster y S.oculatus*), dentro del PNPO.

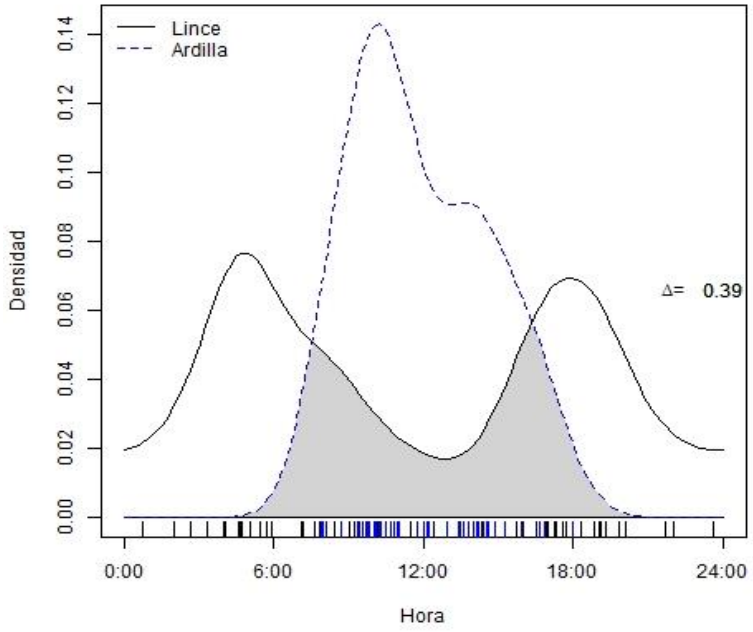


Figura 21. Coeficiente de traslape de *Lynx rufus* y ardillas (*Sciurus aureogaster* y *S. oculatus*) dentro del PNPO.

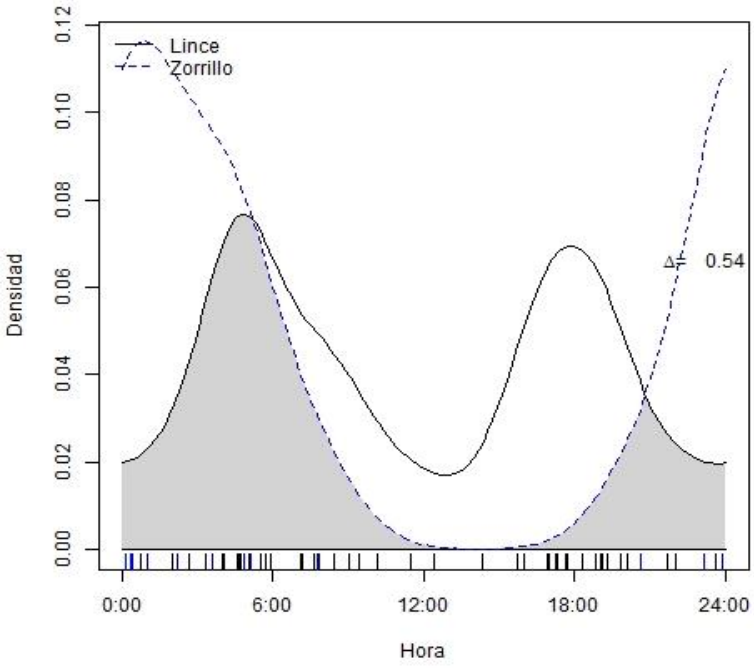


Figura 22. Coeficiente de traslape de *Lynx rufus* y zorrillos (*Conepatus leuconotus, C. semistriatus* y *Mephitis macroura*) dentro del PNPO.

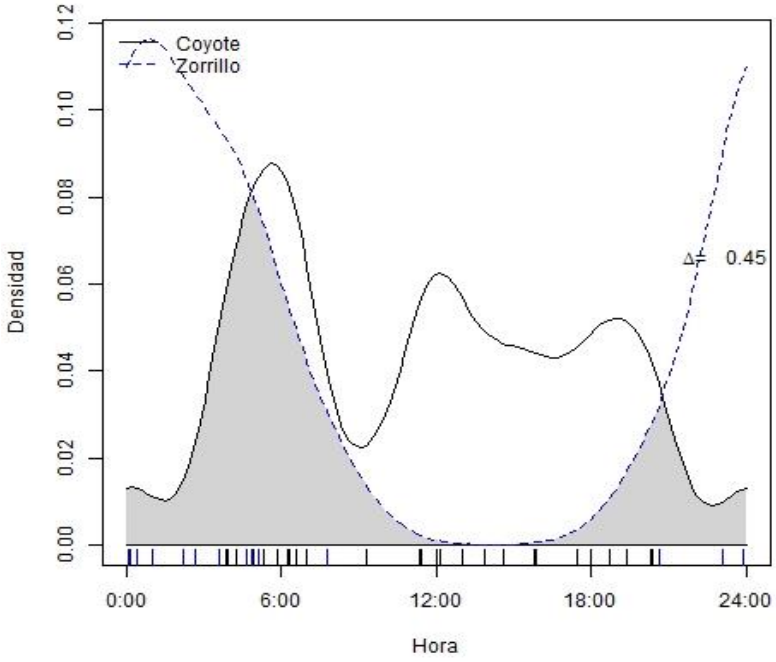


Figura 23. Coeficiente de traslape de *Canis latrans* y zorrillos (*Conepatus leuconotus, C. semistriatus* y *Mephitis macroura*) dentro del PNPO.

Entre perdiz y coyote el traslape (∆= 0.49) fue mayor (Figura 24), con respecto al traslape entre perdiz y gato montés (∆= 0.42) (Figura 25).

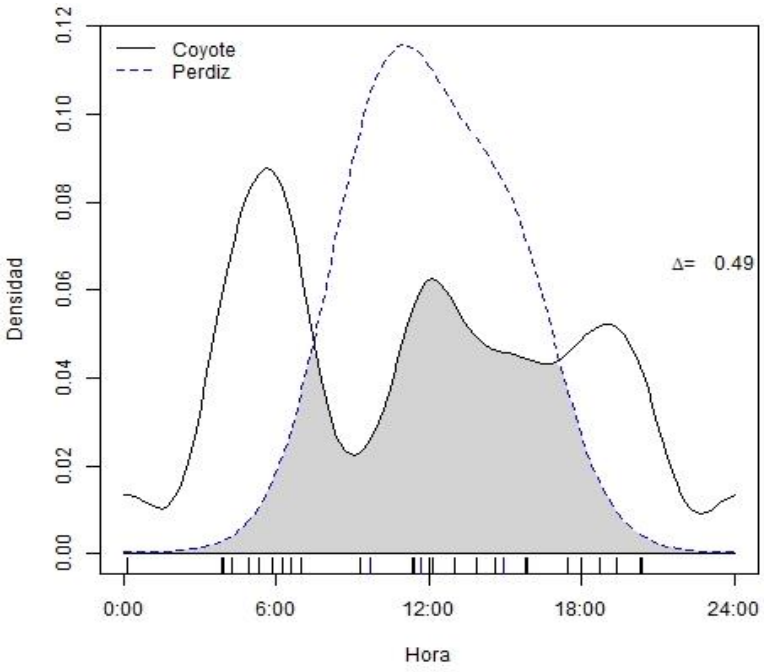


Figura 24. Coeficiente de traslape *Canis latrans* y perdiz (*Dendrortyx barbatus*) dentro del PNPO.

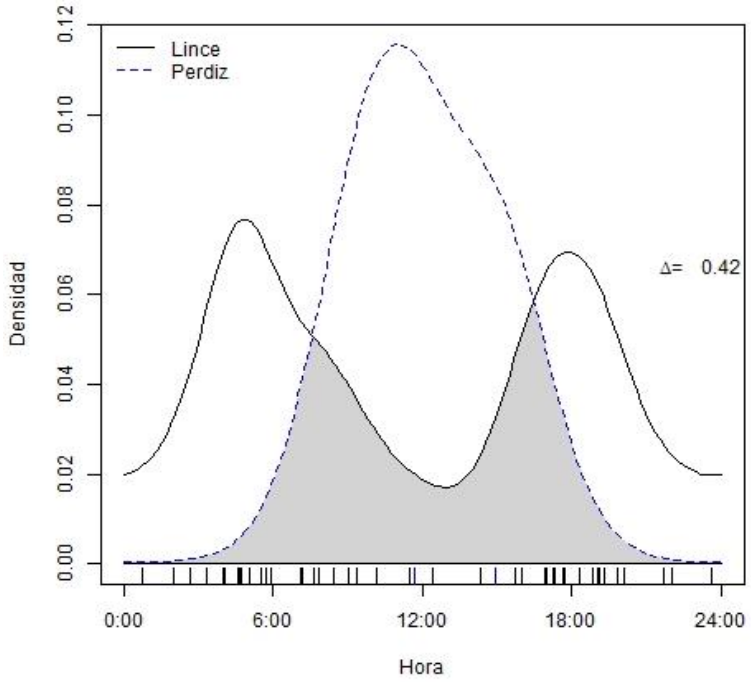


Figura 25. Coeficiente de traslape de *Lynx rufus* y perdiz (*Dendrortyx barbatus*) dentro del PNPO.

Por último, el armadillo fue la presa con el valor del índice de traslape más baja en relación a *L. rufus* (Δ= 0.2) (Figura 26) y coyote (Δ= 0.16) (Figura 27).

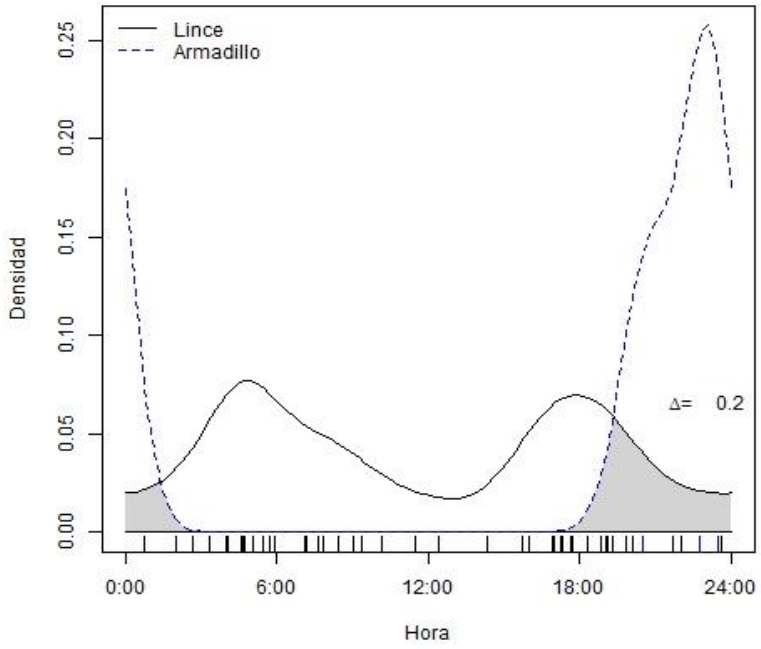


Figura 26. Coeficiente de traslape de actividad de *Lynx rufus* y *Dasypus novemcinctus* dentro del PNPO.

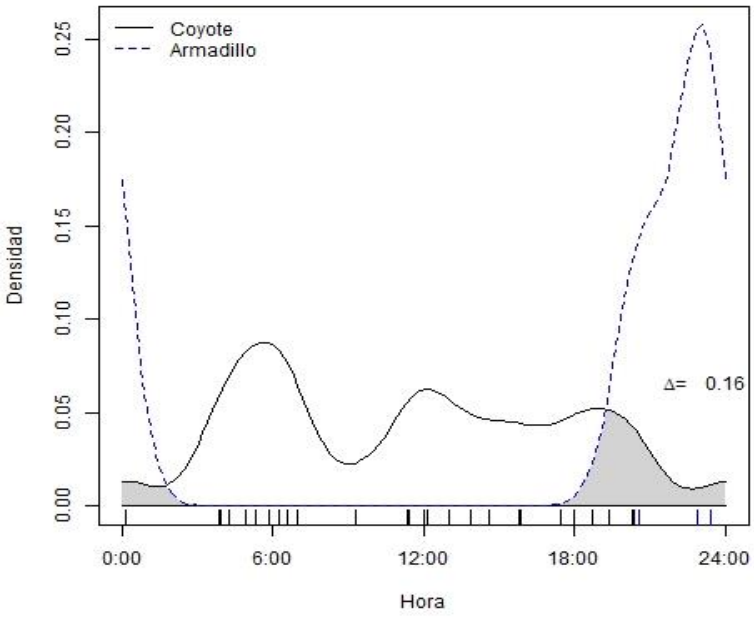


Figura 27. Coeficiente de traslape de actividad de *C. latrans* y *Dasypus novemcinctus* dentro del PNPO.

7. Conclusiones

Se caracterizaron los patrones de actividad y el grado de traslape entre *Lynx rufus*, *Canis Latrans* y sus principales presas dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba (PNPO).

Mediante el análisis de las fotografías obtenidas durante el muestreo se registró la presencia de individuos de gato montés, coyote, y de 9 presas potenciales, las cuales fueron 3 especies de zorrillos, 2 especies de ardilla, 1 especie de conejo, armadillo perdiz y distintos roedores, así mismo se categorizo el patrón de actividad de cada especie mediante el conteo de registros individuales.

Con ayuda del paquete estadístico R, se obtuvo el valor del coeficiente de traslape entre gato montés y coyote (depredador-depredador/ depredador-presa), entre ambos depredadores el valor de Δ fue de 0.8, lo cual demuestra que el traslape en los patrones de actividad es alto.

Por si mismos, los patrones de actividad como nocturno, crepuscular y diurno, no definen una estrategia de evasión entre ambos depredadores que determinen la coexistencia de ambos depredadores, sino los picos de actividad.

En cuanto a la relación entre depredadores y presas, los lagomorfos y roedores resultaron ser las presas con un mayor grado de asociación temporal, y está demostrado que estos dos grupos taxonómicos son las principales presas de ambos carnívoros.

Debido a que el PNPO es un sitio protegido, se asume que los conflictos entre el gato montés, coyotes y seres humanos disminuyen, por lo que los patrones de actividad no se atribuyen a una estrategia de protección o evasión a los conflictos con los humanos.

8. Recomendaciones

La realización de futuros estudios, como el análisis de la abundancia de depredadores y sus presas con pruebas que establezcan una relación entre los gremios tróficos, asimismo, el análisis de la dieta a través de las excretas podría dar consistencia y precisión a los resultados presentados en este trabajo de investigación.

Literatura Citada

Andelt, W. F. (1985). Behavioral ecology of coyotes in south Texas. *Wildlife Monographs*, 3-45.

Andelt, W. F., Kie, J. G., Knowlton, F. F., & Cardwell, K. (1987). Variation in coyote diets associated with season and successional changes in vegetation. *The Journal of Wildlife Management*, 273-277.

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*, (87), 99-109.

Aranda, S M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. México: Comisión Nacional para el Conocimientos y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

Arias-Del Razo, I., Hernández, L., Laundré, J. W., & Myers, O. (2011). Do predator and prey foraging activity patterns match? A study of coyotes (*Canis latrans*), and lagomorphs (*Lepus californicus* and *Sylvilagus audobonii*). *Journal of Arid Environments*, *75*(2), 112-118.

Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Lazcano-Barrero, M. A., Mendoza, G. A., & 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.

Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Pérez-Elizalde, S., Guzmán-Plazola, R. A., Mendoza, G. D., & Lazcano-Barrero, M. A. (2018). Ecology of *Puma concolor* (Carnivora: Felidae) in a Mexican tropical forest: adaptation to environmental disturbances. *Revista de Biología Tropical*, *66*(1), 78-90.

Bekoff, M. & Gese, E. M., (2003). Coyote (*Canis latrans*). *Wild Mammals of Nort Ameria: Biology, Management and Conservation, 2,* 467- 481.

Bekoff, M., & Wells, M. C. (1986). Social ecology and behavior of coyotes. *Advances in the Study of Behavior, 16*, 251-338.

Blake, J. G., Mosquera, D., Loiselle, B. A., Swing, K., Guerra, J., & Romo, D. (2012). Temporal activity patterns of terrestrial mammals in lowland rainforest of eastern Ecuador. *Ecotropica,* 18, 137-146.

Briones-Salas, M. A., Lira-Torres, I., Carrera-Treviño, R., & Sánchez-Rojas, G. (2016). Abundancia relativa y patrones de actividad de los felinos silvestres en la selva de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Therya*, *7*(1), 123-134.

Carrillo, E., Fuller, T. K., & Saenz, J. C. (2009). Jaguar (*Panthera onca*) hunting activity: effects of prey distribution and availability. *Journal of Tropical Ecology, 25*(5), 563-567.

Charre-Medellín, J. F., Monterrubio-Rico, T. C., Guido-Lemus, D., & Mendoza, E. (2015). Patrones de distribución de felinos silvestres (Carnívora: Felidae) en el trópico seco del Centro-Occidente de México. *Revista de Biología Tropical*, *63*(3), 783-797.

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

CONANP. (2017). Comunidades del pico de Orizaba suman esfuerzos para conservar el área natural protegida [Comunicado de Prensa].

CONANP. (2010). *Línea base para el monitoreo de gato montés (Lynx rufus escuinapae) y coyote (Canis latrans cagottis) en el Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl-Zoquiapan.*

CONABIO. (1998). Curvas de nivel para la República Mexicana y Modelo Digital del Terreno escala 1:250000 de INEGI. Topografía terrestre, 1:250000, aspecto físico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Cortés-Marcial, M., & Briones-Salas, M. (2014) Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical, 62* (4), 1433-1448.

Cruz-Espinoza, A., Pérez, G. E. G., & Santos-Moreno, A. (2010). Dieta del Coyote (*Canis latrans*) en Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*, *8*(1), 33-45.

Delibes, M y M. C. Blázquez, R. Rodríguez-Estrella y S. C. Zapata. 1997. Seasonal food habits of bobcats (Lynx rufus) in subtropical Baja California Sur, México. *Canadian Journal of Zoology*, *75*(3), 478-483.

De Sá Alves, L. C. P., & Andriolo, A. (2005). Camera traps used on the mastofaunal survey of Araras Biological Reserve, IEF-RJ. *Rev. Bras. Zootecn*, *2*, 231.

Di Bitetti, M. S. (2008). Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres. *Ciencia hoy*, *18*(108), 32-41.

Elizalde-Arellano, C., López-Vidal, J. C., Hernández, L., Laundré, J. W., Cervantes, F. & 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-García, L., Laundré, J. W., Cervantes- Reza, F., Morales-Mejía, F. M., Ramírez-Vargas, M., Dávila-Galaviz, L. F., González-Romero, A., & Alonso-Spilsbury, M. (2014). Registro de presencia y actividades de algunos mamíferos en el Desierto Chihuahuense, México. *Therya*, *5*(3), 793-816. Epub 00 de diciembre de 2014.

Emmons, L. H. (1987). Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology, 20*(4), 271-283.

Emmons, L., & Feer, F. (1997). *Neotropical rainforest mammals: a field guide.*

Fa, J. E., & Morales, L. M. (1991). Mammals and protected areas in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt*. Latin American Mammalogy: history, biodiversity, and conservation*, 199-226.

Farías, V., Téllez, O., Botello, F., Hernández, O., Berruecos, J., Olivares, S. J., & Hernández, J. C. (2015). Primeros registros de 4 especies de felinos en el Sur de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, 86*, 1065-1071.

Fritts, S. H., & Sealander, J. A. (1978). Diets of bobcats in Arkansas with special reference to age and sex differences. *The Journal of Wildlife Management*, 533-539.

Gese, E. M., Rongstad, O. J., & Mytton, W. R. (1989). Population dynamics of coyotes in southeastern Colorado. *The Journal of Wildlife Management*, 174-181.

Gese, E. M., Bekoff, M., Andelt, W., Carbyn, L., & Knowlton, F. (2008). *Canis latrans*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008.

Gómez, H., R. B. Walace, G. Ayala, and R. Tejada. (2005). Dry season activity periods of some Amazonian mammals*. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 40*, 91-95.

Gordon, C. (2000). The coexistence of species. *Revista Chilena de Historia Natural, 73*, (1), 175-198.

Guerrero, S., Badii, M. H., Zalapa, S. S., & Arce, J. A. (2002). Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (86), 119-137.

Guerrero, S., Badii, M. H., Zalapa, S. S., & Arce, J. A. (2004). Variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la costa norte de Jalisco, México. *Acta zoológica mexicana, 20*(2), 145-157.

Hall, E. R. (1981). *The Mammals of North America*, New York, EE.UU. John Wiley and Sons.

Halle, S., & Stenseth, N. C. (Eds.). (2012). *Activity patterns in small mammals: an ecological approach*. (Vol 141). Springer.

Hernández, C. (2008). Dieta, uso de hábitat y patrones de actividad del Puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) en la Selva Maya, Centroamérica. *Revista Mexicana de Mastozoología*, *12*, 113-130.

Hernández-Saintmartín, A. D., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Tarango-Arámbula, l. A., Clemente-Sánchez, F., & Hoogesteijn, A. L. (2013). Activity patterns of jaguar, puma and their potential prey in San Luis Potosi, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 29(3), 520-533.

Herrera, H., Chávez, E., Alfaro, L., Fuller, T., Montalvo, V., Rodríguez, F., & Carrillo, E. (2018). Time partitioning between jaguar *Panthera onca*, puma *Puma concolor* and ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) in Costa Rica's dry and rainforests. *Revista de Biología Tropical, 66*(4).

Hidalgo-Mihart, M. G., Cantú-Salazar, L., Carrillo-Percastegui, S. E., & López-González, C. A. (2009) Daily activity patterns of coyotes (*Canis latrans*) in a tropical

deciduous forest of western Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, *44*(2), 77- 82.

Jiménez-Maldonado, R. E. (2007). *Modelación del nicho ecológico y coexistencia de ocelotes (Leopardus wiedii) y gatos monteses (Lynx rufus) en México*. (Tesis de maestria). Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Ciencias Naturales. Querétaro, México.

Karanth, K. U., & Sunquist, M. E. (2000). Behavioural correlates of predation by tiger (*Panthera tigris*), leopard (*Panthera pardus*) and dhole (*Cuon alpinus*) in Nagarahole, India. *Journal of Zoology, 250*(2), 255-265.

Kay, S., & Du Croz, T. (2008). Sun Times. Version 7.1.

Larivière, S., & Walton, R. L. (1997). *Lynx rufus*. *Mammalian Species*, (563), 1-8.

Leopold, A. S. & Hernández, M. L. (1944). Los recursos biológicos de Guerrero con referencia especial a los mamíferos y aves de caza. *Anuario Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, 1944,* 361-390

Leopold, B. D. & Krausman, P. R. (1986). Diet of 3 predators in Big Ben National Park, Texas. *Journal of Wildlife Management*, 50(2), 290-295.

Lima, S. L., (2002). Putting predators back into behavioral predator–prey interactions. *Trends in Ecology and Evolution*, *17*(2), 70-75.

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, 31*(1), 138-140.

López-Tello, E., & Mandujano, S. (2017). Paquete camtrapR para gestionar datos de foto-trampeo: aplicación en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlan. *Revista Mexicana de Mastozoología*, *1*(2), 13-37

Maffei, L., Cuellar, E., & Noss, A. (2002). Uso de cámaras-trampa para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, *11*, 55-65.

Martínez-García, J. A., Mendoza-Martínez, G. D., Plata, F. X., Rosas-Rosas, O. C., Tarango-Arambula L. A., & Bender, L. C. (2014). Use of prey by simpatric bobcat (*Lynx rufus*) and coyote (*Canis latrans*) in the Izta-Popo National Park, México. *The Southwestern Naturalist, 59(*2), 157-162.

Martínez-Meyer, E. (1994). Hábitos de alimentación del gato montés (*Lynx rufus*) en la sierra del Ajusco, México. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. México

Martínez-Vázquez, J., González-Monroy, R.M., & Díaz-Díaz, D. (2010). Hábitos alimentarios del Coyote en el parque nacional Pico de Orizaba. *Therya, 1*(2), 145-154.

Medellín-Legorreta, R. A., & Bárcenas, H. V. (2009). Estimación de la densidad poblacional y dieta del gato montés (*Lynx rufus*) en Aguascalientes y el Distrito Federal, México. Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Ecología. *Informe final SNIB-CONABIO proyecto ES003. Ciudad de México, México.*

Meredith, M., & Ridout, M. (2018). Overview of the overlap package.

Monroy, G., & Briones-Salas, M. (2012). Primeros datos sobre Área de actividad de gato montés (*Lynx rufus*) en Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*, *28*(2), 471-474.

Monroy, V. O., Ortega, A. M. & Velázquez, A. (2003). Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas. *Las enseñanzas de San Juan. SEMARNAT-INE y Gobierno de Michoacán. México, Distrito Federal*, 565-591.

Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto, C., Zarco-González, M., & Urios, V. (2009). Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central Mexico. *Animal Biology*, *59*(2), 145-157.

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

Morgan, E. (2004). Ecological significance of biological clocks. *Biological Rhythm Research, 35,* 3-12.

Morin, P.J. (1999). Community ecology. Malden: Blackwell Science, Inc.

Moruzzi, T. L., Fuller, T. K., DeGraaf, R. M., Brooks, R. T., & Li, W. (2002). Assessing remotely triggered cameras for surveying carnivore distribution. *Wildlife Society Bulletin*, 380-386.

Paviolo, A., Di Blanco, Y. E., De Angelo, C. D., & Di Bitetti, M. S. (2009). Protection affects the abundance and activity patterns of pumas in the Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy, 90*(4), 926-934.

Ramírez-Pulido, J., González-Ruiz, N., Gardner, A. L., & Arroyo-Cabrales, J. (2014). List of recent land mammals of Mexico*, 2014*. *Special Publications Museum of Texas Tech University*, (63), 41.

Ramesh, T., Kalle, R., Sankar, K., Qureshi, Q. (2012). Spatio-temporal partitioning among large carnivores in relation to major prey species in Wester Ghats. *Journal of Zoology, 287*(4), 269-275.

Ridout, M. S., & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural Biological Environmental Statistics 14*, 322-337.

Rockhill, A. P., DePerno, C. S., & Powell, R. A. (2013). The effect of illumination and time of day on movements of bobcats (*Lynx rufus*). *PLOS ONE*, *8*(7), 1-7.

Rolley, R. E., & Warde, W. D. (1985). Bobcat habitat use in southeastern Oklahoma. *The Journal of Wildlife Management*, *49*, 913-920.

Rollings, C. (1945). Habits, foods and parasites of the bobcat in Minnesota. *Journal of Wildlife Management, 9*, 131-145.

Romero-Muñoz, A., Maffei, L., Cuéllar, E. & Noss, A. (2010). Temporal separation between jaguar and puma in the dry forests of southern Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*, *26*(3), 303-311.

Schoener, T. W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. *Science, 185*(4145), 27-39.

Scognamillo, D., Maxit, I. E., Sunquist, M., & Polisar, J. (2003). Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of Zoology, 259*(3), 269-279.

Shivik, J. A., Jaeger, M. M., & Barrett, R. H. (1997). Coyote activity patterns in the Sierra Nevada. *The Great Basin Naturalist*, *57*(4), 355-358.

Soria-Díaz, L., Monroy-Vilchis, O., & Zarco-González, Z. (2016). Activity pattern of puma (*Puma concolor*) and its main prey in central Mexico. *Animal Biology*, *66*(1), 13-20.

Sunquist, M. E. (1981). The social organization of tigers (*Panthera tigris*) in Royal Chitawan National Park, Nepal.

Sunquist, M. E., & Sunquist, F. (2002). *Wild cats of the world*. University of Chicago Press. Chicago, U. S. A.

Tirira, D. (1998). Técnicas de campo para el estudio de mamíferos silvestres. *Biología, Sistemática y Conservación de los Mamíferos del Ecuador. Museo de Zoología, Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontifica Universidad Católica del Ecuador*, 93-126.

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.

Van Dyke, F. G., Brocke, R. H., Shaw, H. G., Ackerman, B. B., Hemker, T. P., & Lindzey, F. G. (1986). Reactions of mountain lions to logging and human activity. *The Journal of Wildlife Management*,*50*(1), 95-102.

Yerga- Rufo, F. J. (2016). *Ontogenia del comportamiento del lince ibérico (Lynx pardinus) en cautividad.* (Tesis doctoral). Universidad de Huelva. España

Zar, J. H. (2010). *Biostatistical Analysis*. New Jersey. U.S. A. Pearson Prentice Hall.

Anexo fotográfico

Ejemplar de *L. rufus* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el PNPO en 2017

Ejemplar de *C. latrans* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el PNPO en 2017

Ejemplar de *C. leuconotus* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el PNPO en 2017

Ejemplar de *S. floridanus* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el PNPO en 2017

Ejemplar de *S. aureogaster* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el PNPO en 2017

Ejemplar de S. oculatus registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el PNPO en 2017

Ejemplar de *C. semistriatus* registrado por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el PNPO en 2017

Ejemplares de *D. barbatus* registrados por una cámara trampa durante el monitoreo realizado en el PNPO en 2017