



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE BIOLOGÍA
ECOLOGÍA

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y HORARIOS DE ACTIVIDAD DE FELINOS EN
RELACIÓN CON SUS PRESAS EN EL CARMEN, SINALOA**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

Biol. Iraida Akemy González Casas

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. José Cuauhtémoc Chávez Tovar
UAM - LERMA

COTUTOR DE TESIS: Dr. Fernando A. Cervantes Reza
UNAM, INSTITUTO DE BIOLOGÍA

COMITÉ TUTOR: Dr. Francisco J. Botello López
UNAM, INSTITUTO DE BIOLOGÍA

Ciudad Universitaria, CD.MX., mayo 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE BIOLOGÍA
ECOLOGÍA

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y HORARIOS DE ACTIVIDAD DE FELINOS EN
RELACIÓN CON SUS PRESAS EN EL CARMEN, SINALOA**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

Biol. Iraida Akemy González Casas

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. José Cuauhtémoc Chávez Tovar
UAM - LERMA

COTUTOR DE TESIS: Dr. Fernando A. Cervantes Reza
UNAM, INSTITUTO DE BIOLOGÍA

COMITÉ TUTOR: Dr. Francisco J. Botello López
UNAM, INSTITUTO DE BIOLOGÍA

COORDINACIÓN DEL POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

OFICIO CPCB/288/2023

ASUNTO: Oficio de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
P r e s e n t e

Me permito informar a usted que el Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, el día **16 de enero de 2023** aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en el campo de conocimiento de **ECOLOGÍA** de la estudiante **GONZÁLEZ CASAS IRAIDA AKEMY** con número de cuenta **520019249** con la tesis titulada **Distribución espacial y horarios de actividad de felinos en relación con sus presas en El Carmen, Sinaloa**, realizada bajo la dirección del **DR. JOSÉ CUAUHTÉMOC CHÁVEZ TOVAR** quedando integrado de la siguiente manera:

Presidente: DRA. LIVIA SOCORRO LEÓN PANIAGUA
Vocal: DRA. VERÓNICA FARIÁS GONZÁLEZ
Vocal: DR. DAVID VALENZUELA GALVÁN
Vocal: DR. HELIOT ZARZA VILLANUEVA
Secretario: DR. FRANCISCO JAVIER BOTELLO LÓPEZ

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., a 24 de marzo de 2023

COORDINADOR DEL PROGRAMA



DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA



Agradecimientos institucionales

Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.

Al CONACYT por el apoyo durante mis estudios en la maestría.

Al Proyecto Interno: Interacción y coexistencia entre depredadores. UAM. Acuerdo 15.19.3

Al Dr. José Cuauhtémoc Chávez Tovar por dirigirme durante la realización de este trabajo, su apoyo, paciencia y sobre todo por el conocimiento compartido.

Al Dr. Fernando A. Cervantes Reza por el apoyo durante todo el proceso del posgrado y por darme la oportunidad de ser parte del equipo de la Colección Nacional de Mamíferos.

Al Dr. Francisco J. Botello López por su disponibilidad y el apoyo durante todo el proceso del posgrado.

Agradecimientos a título personal

A mi mamá y a mi papá por apoyarme desde siempre en todas mis metas.

A mis abuelitos, Ana Rosa y Alejandro por darnos una gran familia con quien tener lindos recuerdos.

A mi familia por el amor y la fortaleza para seguir siempre adelante y optimistas.

A todos los integrantes del jurado por su disposición y tiempo.

A Abigail Alcaraz Barranco por acompañarme durante todo este proyecto, ser como una hermana y una gran compañera de campo.

A los guías, los niños y todas las personas de la comunidad de El Carmen que fueron muy amables durante nuestra estancia.

A mis amigos por estar siempre cerca a pesar de la distancia. Y a los nuevos amigos que hice durante este camino.

A mis mascotas Ickis y Dolly que me acompañaron durante muchos años con rasguños, ronroneos, ladridos y brincos.

A Yamel Rubio Rocha y a la estación Biológica El Jaguar, Sinaloa por ofrecernos sus instalaciones.

Tabla de contenido	
Resumen	1
Abstract	3
Introducción	5
Objetivos	6
Objetivos particulares	6
Antecedentes	7
Biología de las especies	8
Distribución espacial	11
Metodología	14
Procesamiento de datos.....	17
Modelos espaciales	19
Densidad poblacional.....	21
Resultados	21
Patrones de actividad	22
Distribución de los datos de actividad en el tiempo	24
Traslape de patrones de actividad.....	26
Distribución espacial.....	31
Modelos de ocupación	34
Densidad de jaguares	34
Discusión	35
Patrones de actividad	35
Traslape de actividad	39
Traslape de actividad entre dos temporadas	42
Modelos de ocupación y densidad de jaguares	43
Conclusiones	46
Referencias bibliográficas	49
Anexos	66

RESUMEN

El estado de Sinaloa está ubicado al noroeste de México, alberga una gran diversidad de especies de flora y fauna, con gran valor cultural, económico y ecológico, como las seis especies de felinos existentes en el país: el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el lince (*Lynx rufus*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*). Estos felinos tienen áreas de distribución que se traslapan en gran parte de México, pueden presentar distribución en una gran cantidad de hábitats (puma o jaguar) o restringirse sobre todo a ambientes tropicales (ocelote, tigrillo y jaguarundi) o templados (lince). En este trabajo buscamos estudiar la distribución espacial, los horarios de actividad de los felinos silvestres así como su traslape con las horas de actividad de sus presas potenciales, en la zona de El Carmen, municipio de San Ignacio, en Sinaloa, con el fin de analizar si existe una separación en estos dos ejes del nicho de los seis felinos (espacio y tiempo). Se utilizaron cámaras trampa, con el objetivo de cubrir en total un área de 100 km², utilizando estaciones fijas y aleatorias. Se registraron en total 48 especies de mamíferos, aves y reptiles. La clasificación de los patrones de actividad del jaguar (crepuscular) coincidió con algunos otros estudios llevados a cabo en Brasil, Venezuela y en la Península de Yucatán, México. El patrón identificado para el puma (catemeral) también fue reportado en San Luis potosí, Península de Yucatán, entre otros sitios. El ocelote, lince y tigrillo, se clasificaron con un patrón nocturno, del mismo modo en Sonora, en La reserva de la Biosfera de Mapimí, en Brasil, entre otros. No se obtuvieron registros del jaguarundi. Las especies de felinos tanto los grandes (puma y jaguar) como los mesodepredadores (lince, ocelote y tigrillo), presentaron un coeficiente de traslape de moderado a alto con los patrones de actividad sus presas potenciales, aunque

por otra parte algunos depredadores obtuvieron altos traslapes con las mismas presas. Los modelos de ocupación del jaguar para el periodo 1 tuvieron un valor de AIC= 405.97 y un valor naive de 0.1524 y para el periodo 2 valores de AIC=369.48 y naive de 0.1750, siendo valores menores a lo que se encontró en un estudio en Nicaragua. La densidad de jaguares para el primer periodo se estimó una densidad de 0.6171 indv/100 km² y en el segundo periodo de 0.9630 indv/100 km². Las densidades estimadas fueron muy bajas en ambos periodos, en comparación con otros estudios, como en el área natural protegida meseta de Cacaxtla, Sinaloa, en Chinantla, Oaxaca y el norte de Quintana Roo. Se esperaba que el traslape entre las especies simpátricas de depredadores fueran bajas para poder favorecer su coexistencia, pero con nuestros resultados encontramos lo contrario, ya que los pares de depredadores que comparamos tuvieron traslapes con valores moderado alto.

ABSTRACT

The state of Sinaloa is located in the northwest of Mexico, it is home to a great diversity of flora and fauna species, with great cultural, economic and ecological value, such as the six species of felines existing in the country: the jaguar (*Panthera onca*), the puma (*Puma concolor*), the lynx (*Lynx rufus*), the ocelot (*Leopardus pardalis*), the jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) and the margay (*Leopardus wiedii*). These cats have distribution areas that overlap in much of Mexico, they can present a distribution in many habitats (puma or jaguar) or be restricted mainly to tropical (ocelot, margay and jaguarundi) or temperate (lynx) environments. In this work we seek to study the spatial distribution, the hours of activity of wild cats, as well as their overlap with the hours of activity of their potential prey, in the area of El Carmen, municipality of San Ignacio, in Sinaloa, in order to analyze if there is a separation in these two axes of the niche of the six felines (space and time). Camera traps were used, with the objective of covering a total area of 100 km², using fixed and random stations. A total of 48 species of mammals, birds and reptiles were recorded. The classification of jaguar activity patterns (crepuscular) coincided with some studies carried out in Brazil, Venezuela and in the Yucatan Peninsula, Mexico. The pattern identified for the puma (catemeral) was also reported in San Luis Potosí, Yucatán Peninsula, among other sites. The ocelot, lynx and tigrillo, are classified with a nocturnal pattern, in the same way in Sonora, in the Mapimí Biosphere Reserve, in Brazil, among others. No records of the jaguarundi were obtained. Both the big cat species (puma and jaguar) and the mesopredators (lynx, ocelot and margay) showed a moderate to high overlap coefficient with the activity patterns of their potential prey, although on the other hand some predators acquired high overlaps. with the same prey. The jaguar occupancy

models for period 1 had a value of AIC= 405.97 and a naive value of 0.1524 and for period 2 values of AIC=369.48 and naive of 0.1750, being lower values than what was found in a study in Nicaragua. The density of jaguars for the first period was estimated at a density of 0.6171 indiv/100 km² and in the second period of 0.9630 indiv/100 km². The estimated densities were very low in both periods, compared to other studies, such as in the Meseta de Cacaxtla natural protected area, Sinaloa, in Chinantla, Oaxaca, and northern Quintana Roo. It was expected that the overlap between the sympatric species of predators under low circumstances would favor their coexistence, but with our results we found the opposite, since the pairs of predators that we compared had overlaps with moderate high values.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mecanismos que permiten la coexistencia de especies simpátricas, es la diferenciación de nicho, que reduce la competencia interespecífica tanto de explotación como de interferencia (Dayan y Simberloff, 2005). Esta partición de recursos puede verse facilitada por el desplazamiento evolutivo de los caracteres morfológicos, así como a través de mecanismos de comportamiento y opera principalmente a lo largo de tres ejes de la dimensión del nicho: espacio, alimento y tiempo (Pianka, 1974; Schoener, 1974).

Las especies que pertenecen a la familia Felidae comparten una morfología notablemente conservada y como carnívoros obligados que usualmente se especializan en presas de mamíferos, es probable que experimenten importantes fuerzas competitivas dentro del gremio. Por lo que los gremios de felinos simpátricos son un grupo focal útil en el que se pueden explorar hipótesis relacionadas con los mecanismos de coexistencia.

Entre los félicos, varios autores han proporcionado evidencia de mecanismos de comportamiento que pueden facilitar la coexistencia, incluidos el uso diferencial del espacio (Palomares *et al.* 2016), especies de presas, clases de tamaño (Karanth y Sunquist 2000) y segregación temporal (Harmsen *et al.* 2009; Leão, Meri-Leão y Grelle, 2022), o incluso una combinación de estos mecanismos (Di Bitetti *et al.* 2010).

Se considera que el tamaño corporal y la similitud morfológica son factores clave que influyen en las interacciones competitivas entre los felinos. En particular, los felinos de tamaño comparable tienen mayores probabilidades de cazar presas similares, por lo tanto, la

competencia interespecífica se esperaría que fuera mayor entre las parejas de felinos a medida que se asemejan más en tamaño (Palomares *et al.* 2016).

Por otra parte, también es importante tomar en cuenta las interacciones entre especies silvestres y domésticas, ya que estas se han vuelto más recurrentes en los últimos años, y en ocasiones han desencadenado conflictos entre humanos y la fauna silvestre, lo que pone en riesgo la conservación de los últimos. Desde la perspectiva antropocéntrica, se denominan conflictos, cuando los animales silvestres perjudican los cultivos, amenazan o matan especies domésticas o representan una amenaza para las personas (König *et al.* 2020; Marchini y Crawshaw, 2015).

Por lo anterior, en este trabajo se determinaron los horarios de actividad de los felinos y sus presas para poder compararlos y determinar su grado de traslape, se evaluaron los modelos de ocupación para jaguares y sus densidades para conocer más sobre las poblaciones de estos felinos en la zona.

OBJETIVOS

- Comparar la distribución espacial y los horarios de los felinos de El Carmen, en el municipio de San Ignacio, Sinaloa y así analizar si su coexistencia en el área puede darse por una separación en estos ejes de sus nichos ecológicos.

Objetivos particulares

- Determinar los horarios de actividad de los felinos silvestres que habitan en El Carmen, Sinaloa.

- Determinar los horarios de actividad de las presas potenciales de los felinos en el sitio de estudio.
- Determinar los horarios de actividad de especies domésticas (ganado bovino, caprino y ovino, burros, caballos, perros) y humanos en El Carmen, Sinaloa.
- Comparar los patrones de actividad por periodos de muestreo entre felinos; de las especies de felinos con sus presas potenciales, con humanos y con animales domésticos.
- Elaborar Modelos de ocupación de jaguares.
- Describir la distribución espacial de pumas y jaguares en el sitio de estudio.
- Estimar la densidad de jaguares.

ANTECEDENTES

El estado de Sinaloa está ubicado al noroeste de la República Mexicana, en la zona de transición de dos regiones biogeográficas de América; la neártica y la neotropical. Este contraste biogeográfico permite que haya una alta riqueza de especies de flora y fauna, muchas de las cuales tienen un gran valor cultural, económico y ecológico, como lo son las seis especies de felinos existentes en México: el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el lince (*Lynx rufus*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*); (Hortelano-Moncada *et al.* 2016; Navarro-Serment, López-González y Gallo-Reynoso, 2005).

Biología de las especies

El jaguar (*Panthera onca*) es el mayor depredador que habita en América, se solía encontrar desde el suroeste de los Estados Unidos hasta el noreste de Argentina, distribución que fue reducida drásticamente debido a la fragmentación de su hábitat, la cacería ilegal, por ser considerados como una amenaza para el ganado y por la cacería furtiva de sus presas (Carral-García *et al.* 2021; Navarro-Serment, López-González y Gallo-Reynoso, 2005). Su distribución actual en el país va desde algunas regiones tropicales, subtropicales y templadas de Sonora y el centro de Nuevo León, hasta Chiapas y la península de Yucatán, siguiendo la vertiente del Golfo de México a través de la Sierra Madre Oriental y por la planicie costera del Pacífico (Carrera-Treviño, 2016). En el caso del estado de Sinaloa, este felino solía ser relativamente abundante en áreas conservadas y montañosas del suroeste del estado (Armstrong, Jones y Birney, 1972).

En los diversos hábitats donde se ha registrado este felino, se ha detectado con un patrón de actividad principalmente nocturno y crepuscular (cuando se registran picos de actividad horas antes al amanecer y horas antes de ocultarse totalmente el sol) (Carrera-Treviño, 2016; Harmsen *et al.* 2010; Hernández-Pérez *et al.* 2015; Hernández-Saintmartín *et al.* 2013; Weckel, Giuliano y Silver, 2006). En cuanto a su dieta, con base en el análisis de sus excrementos en diferentes sitios donde habita en México, se ha determinado que consume más de 15 distintas especies, siendo sus presas más comunes el temazate (*Mazama temama*), el pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*), seguido de mamíferos pequeños como la martucha (*Potos flavus*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y el coatí (*Nasua narica*) (Ávila-Nájera *et al.* 2018a; Cassaigne *et al.* 2016; Hernández-Saintmartín *et al.* 2013; Rueda *et al.* 2013).

El puma (*Puma concolor*) es también considerado un felino de gran tamaño, con una extensa distribución geográfica ya que puede tolerar una mayor diversidad de climas en comparación con los jaguares. Habita desde Canadá, algunas regiones de Estados Unidos, centro y sur de América, incluyendo una parte del suroeste de Chile. Esta especie puede ser considerada como clave, ya que puede presentar cambios de comportamiento ante alteraciones ambientales (Ávila-Nájera *et al.* 2018b). Se ha registrado que tienen actividad nocturna, con picos entre las 20:00 y 02:00 h (Ávila-Nájera *et al.* 2018b; Guerisoli *et al.* 2019).

Se ha reportado que el puma se alimenta de una gran variedad de presas, en algunos sitios se han encontrado que consumen al menos 11 diferentes especies de presa (Ávila-Nájera *et al.* 2018a); en otro estudio en Sonora, se identificaron restos de 12 especies de mamíferos en sus excrementos (Cassaigne *et al.* 2016) y en la Reserva Natural Sierra Nanchititla se determinó que consumían 21 especies de diferentes mamíferos (Soria-Díaz, Fowler y Monroy-Vilchis, 2017). En estos estudios, las especies más frecuentemente consumidas fueron el pecarí (*D. tajacu*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el coatí (*Nasua narica*) y el armadillo (*Dasypus novemcinctus*).

El lince (*Lynx rufus*) tiene una distribución prácticamente en todo Canadá y los Estados Unidos, excepto Alaska, extendiéndose hacia México hasta el sur de Oaxaca. Dentro del país se considera más abundante en el norte y poco común en el centro y sur (Botello *et al.* 2006; López-González, Ávila-Aguilar y Cruz-Torres, 2015). Algunas poblaciones en México tienen una dieta compuesta principalmente por lagomorfos, seguido por roedores y otros mamíferos, también llegando a consumir reptiles y aves (Delibes *et al.* 1997; Aranda *et al.* 2002). Se le ha identificado con un patrón de actividad principalmente crepuscular

(Elizalde-Arellano *et al.* 2012), no obstante, también se ha clasificado con actividad catemeral (activos tanto en el día como en la noche) o exclusivamente nocturna (Serna-Lagunes *et al.* 2019; Luja *et al.* 2021).

El ocelote (*Leopardus pardalis*) es un felino de tamaño mediano, con una distribución geográfica que va desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina, se piensa que es la especie de gato silvestre más abundante en comparación con las otras (Rocha *et al.* 2016; Servín *et al.* 2016). En el caso de México, se encuentra presente en los estados de Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, hacia el centro en Hidalgo, Puebla, Morelos y Oaxaca, y en el sur en Chiapas, Quintan Roo y Yucatán (Torres-Romero *et al.* 2017). Se ha asociado con una actividad nocturna, con picos de actividad distintos dependiendo de los sitios de estudio (Torres-Romero *et al.* 2017; Blake *et al.* 2016). Se alimentan principalmente de mamíferos pequeños, reptiles y aves (De Villa Meza, Martínez-Meyer y López-González, 2002; Moreno, Kays y Samudio, 2006; Abreu *et al.* 2008).

Por último, las especies menos estudiadas en México son el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*). Para el caso del tigrillo, se conoce que se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta Uruguay y el norte de Argentina (Botello *et al.* 2006), su distribución histórica en México se registró a lo largo de las costas del océano Pacífico, desde el sur de Sonora y por el golfo de México, desde Tamaulipas hasta llegar a Oaxaca, continuando al istmo de Tehuantepec, Chiapas y la península de Yucatán (Morales-Delgado *et al.* 2021). El jaguarundi, se encuentra desde el sur de Texas hasta el sur de Brasil, Paraguay y Argentina, y específicamente en México, se distribuye por la vertiente del Pacífico, desde Sonora hasta Chiapas, y por la vertiente del Atlántico, desde

Tamaulipas hasta la península de Yucatán. Sus presas incluyen invertebrados (insectos), reptiles, aves, pequeños mamíferos (ratones) e incluso vegetales (gramíneas) (Charre-Medellín *et al.* 2012; Guerrero *et al.* 2002; Urrea-Galeano, 2016).

Distribución espacial

De las seis especies de felinos cuyas áreas de distribución se traslapan en gran parte de México (Monroy-Vilchis *et al.* 2019), el que se encuentra en una mayor cantidad de ecosistemas es el puma, seguida del jaguar (Zarco *et al.* 2013). En cambio, los gatos medianos (ocelote, tigrillo y jaguarundi) se encuentran en ecosistemas con afinidades tropicales y los lince mayormente en templados, este último ocasionalmente ha sido registrado en ambientes tropicales.

La presencia de estos felinos es muy importante para el mantenimiento del equilibrio en los ecosistemas que habitan, ya sea como depredadores tope (jaguar y puma), al regular el tamaño poblacional de sus presas. La ausencia de estos grandes depredadores puede dar lugar a un fenómeno denominado como ‘liberación de mesodepredadores’, que se refiere al aumento de las poblaciones de carnívoros medianos, como el ocelote, el jaguarundi y el tigrillo, generando mayor presión sobre sus principales presas (Miller *et al.* 2001; Elmhagen y Rushton, 2007; Rodríguez-Soto *et al.* 2013; Reyna-Hurtado *et al.* 2015; Carrera-Treviño *et al.* 2018; Miranda *et al.* 2018).

Se sabe poco de los mecanismos de coexistencia entre las seis especies de felinos en las distintas regiones donde habitan, se ha encontrado que un solapamiento bajo en alguno de los ejes del nicho ya sea el espacio o el tiempo, ejes que se han clasificado como claves, puedan facilitar la coexistencia entre competidores (Carrera-Treviño *et al.* 2018; Rafiq *et*

al. 2020). Otra de las estrategias de diferenciación del nicho, es la dieta, al consumir distintas presas (Botts *et al.* 2020).

Dichos ejes del nicho son utilizados de distinto modo por cada especie, y están determinados por factores bióticos (e.g. el tamaño corporal, la disponibilidad de presas, la presencia de depredadores), abióticos (e.g. disturbios naturales) o incluso por perturbaciones humanas (Ávila-Nájera *et al.* 2016; De la Torre *et al.* 2017).

En cuanto al tiempo, se han utilizado los horarios de actividad de las especies, para establecer los patrones de actividad que pueden utilizarse, por ejemplo, para estudios etológicos o comparaciones entre temporadas. Estas diferencias pueden utilizarse como un parámetro de medición de respuesta ante presiones ambientales y humanas (Vargas-Machuca *et al.* 2014; Frey *et al.* 2017). Los horarios de actividad también son útiles para estudiar la segregación temporal, que ocurre cuando las especies subordinadas están activas en las horas del día en que hay una menor probabilidad de encontrarse con un competidor dominante (Leão, Meri-Leão y Grelle, 2022).

Analizar las interacciones para la coexistencia de las especies, resulta importante para entender mejor la estructura de una comunidad o la relación depredador-presa (Weckel *et al.* 2006). Así mismo, se pueden desarrollar e implementar planes efectivos para la conservación de estas especies, sobre todo en regiones fragmentadas (Jędrzejewski *et al.* 2017), como el caso del estado de Sinaloa, México.

Desafortunadamente, las poblaciones de estos felinos se encuentran en riesgo debido a la disminución de sus hábitats, la reducción de la disponibilidad de sus presas y actividades antropogénicas como la persecución directa (Ávila-Nájera *et al.* 2020; Lavariega *et al.*

2020). En particular en el estado de Sinaloa, las principales problemáticas que se presentan son la fragmentación de hábitats, provocado por el acelerado crecimiento de las actividades agropecuarias, la extensión de las áreas urbanas o por ser consideradas como especies nocivas (Hortelano-Moncada *et al.* 2016). Aunado a ello, existe muy poca información sobre estos felinos en esta región, por lo cual esta investigación contribuirá no sólo al conocimiento sobre estos felinos, también sobre sus interacciones entre ellos y sus presas, al obtener sus patrones de actividad para compararlos e identificar el grado de traslape entre las horas de mayor actividad, y conocer más a detalle sobre la distribución espacial de los felinos.

Por lo anterior, con esta investigación se busca conocer la estructura del ensamble de felinos, junto con el análisis de la segregación de las especies en dos de los ejes de nicho más importantes, la distribución espacial y los horarios de actividad de los felinos y sus presas potenciales que habitan en El Carmen, región tropical del sur de Sinaloa, para determinar el grado de traslape en los ejes de espacio y tiempo, entre estos depredadores y sus presas. Predecimos una mayor segregación en los ejes espacial y temporal para los pares de especies con mayor potencial de interacciones competitivas (es decir, los pares de especies morfológicamente más similares) o para aquellos con una mayor probabilidad de agresión interespecífica (es decir, ocelote, tigrillo, jaguarundi y lince).

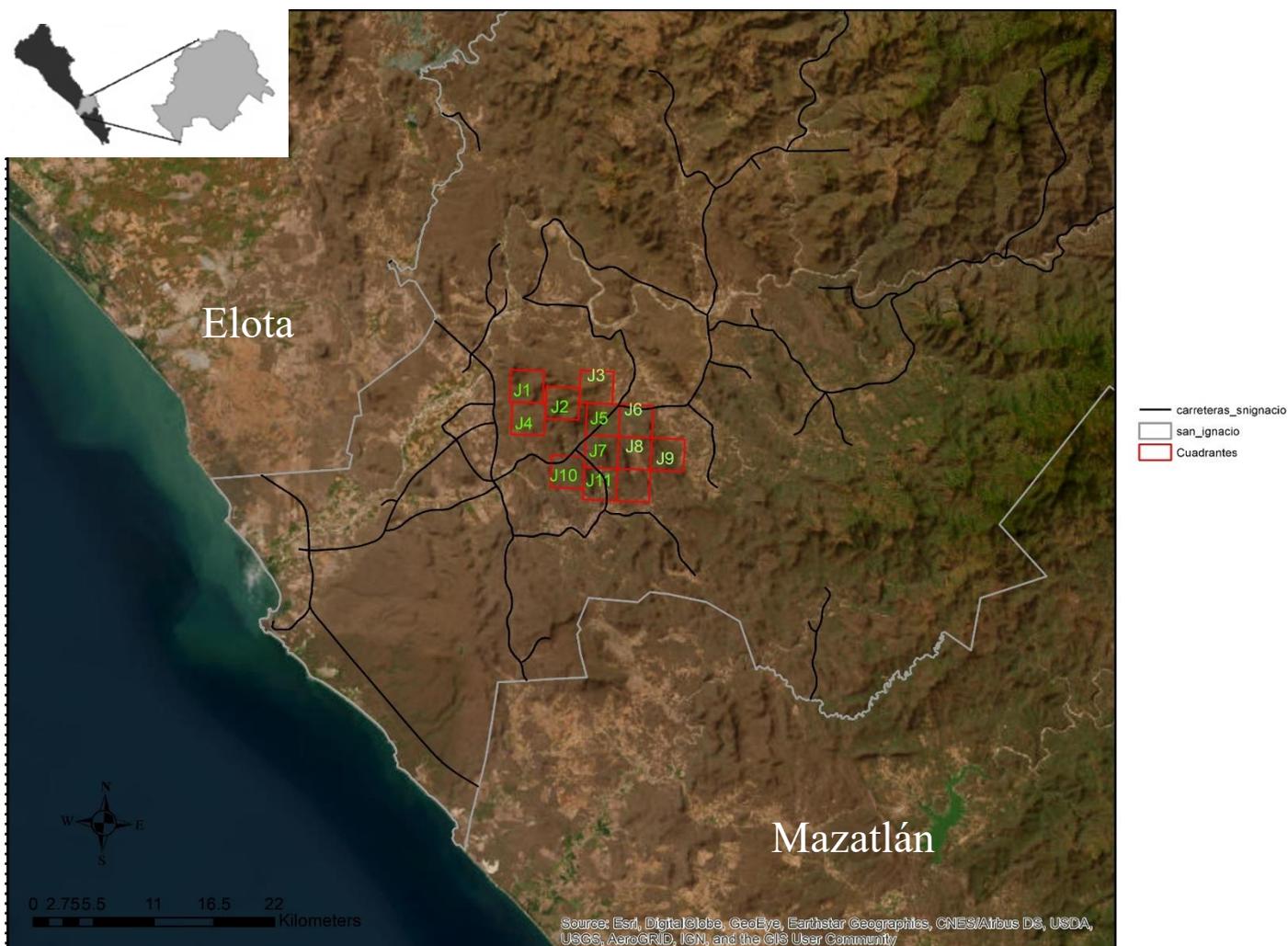
Con esta información podremos conocer sobre los mecanismos que facilitan la coexistencia entre las especies de felinos de este gremio de carnívoros, a través de las interacciones con sus presas y por la segregación en sus patrones de uso del espacio y el tiempo. Ya que hasta la fecha se tiene una comprensión parcial de la ecología de algunas de estas especies y sobre la repartición de recursos.

METODOLOGÍA

El muestreo se llevó a cabo en áreas aledañas a El Carmen, comunidad que pertenece al municipio de San Ignacio, en el estado de Sinaloa. Los principales tipos de vegetación de la región son selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, con clima semicálido presentando lluvias en verano (julio-septiembre), y la precipitación anual promedio es de 700 mm (Coronel-Arellano, Lara-Díaz y López-González, 2017). La temperatura anual, es en promedio de 25 °C, las temperaturas mínimas promedio son de 10.5 °C y se presentan en el mes de enero, por el contrario, las temperaturas máximas se presentan de mayo a julio y en promedio pueden ser mayores de 36°C (Hortelano-Moncada *et al.* 2016). La zona de estudio es un área sin protección que tampoco cuenta con un plan de manejo y es un área que puede ser utilizada por los pobladores (Fig. 1).

El diseño de muestreo está basado en el CENJAGUAR (Chávez *et al.* 2007), para el cual se utilizaron trampas-cámara, utilizando un área de 100 km². Este muestreo también funciona para obtener registro de las especies presas. En esta ocasión se trató de optimizar y rediseñar el muestreo para tratar de obtener la distribución espacial y temporal de los felinos grandes y medianos.

Figura 1. Mapa del municipio de San Ignacio. El área de estudio son los cuadrantes delimitados con color rojo.

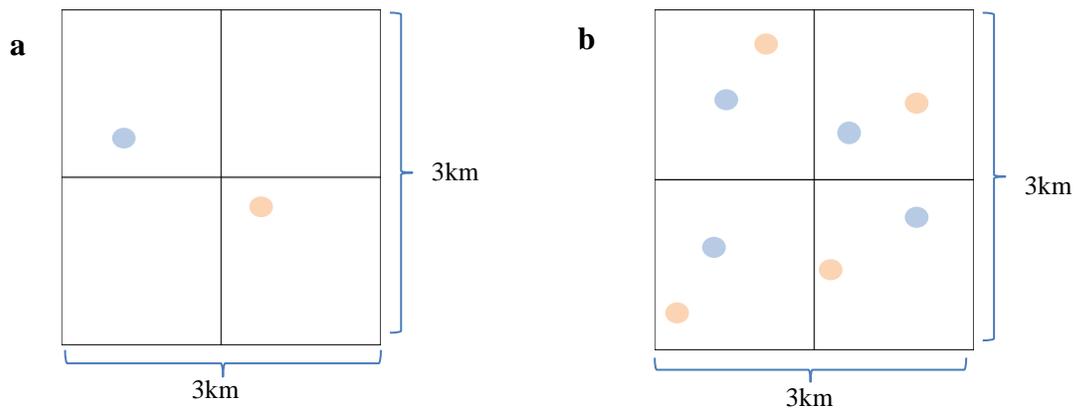


Se dividió el área total a muestrear en celdas de 9 km², dentro de éstas se colocaron las cámaras trampa en dos tipos de estaciones, una estación doble que se denominó Cámara de Registro (CR) y se dejó hasta 60 días, junto con otra estación sencilla, que se identificó como Cámara Aleatoria (CA). Para el caso de los felinos grandes, se utilizaron los dos tipos de cámaras (CR y CA) por cada cuadrante de 9 km² (Fig. 2a), con una distancia mínima entre ellas de un kilómetro, y la CA se movió de sitio a los 30 días.

En el caso de los felinos medianos, cada celda de 9km^2 fue dividida en retículas de $1.5\text{ km} \times 1.5\text{ km}$, dando en total cuatro subceldas de 2.25 km^2 (Fig.2b), la CA se localizó a 500 m de la CR y se cambió a puntos aleatorios cada 15 días. Todas las cámaras trampa, fueron programadas para estar activas durante 24 h y al detectar movimiento tomar tres fotografías consecutivas y seguido de un video de 10 segundos .

Para cada estación de fototrampeo se llenaron los formatos para registrar las características del sitio de colocación, que sugiere Chávez *et al.* (2013) (Anexo 1), formato que nos permite registrar las coordenadas de la estación de muestreo, características del sitio como la vegetación, rastros, tipo de sendero, presencia humana, entre otros.

Figura 2. Esquema de muestreo (a.) felinos grandes y (b.) felinos medianos.



El muestreo se realizó en dos periodos, el primer periodo se llevó a cabo del 17 de diciembre del 2020 al 22 de febrero de 2021, y el segundo periodo del 24 de marzo y finalizó el 27 de mayo de 2021. Durante el primer periodo, se lograron establecer en total 95 estaciones de fototrampeo, de las cuales 32 estaciones eran fijas y 63 fueron aleatorias (Anexo 2). Por otra parte, durante el segundo se establecieron 80 estaciones; de las cuales

32 estaciones fueron fijas y 48 aleatorias (Anexo 3). En total, en los dos periodos las cámaras estuvieron activas durante 131 días.

Procesamiento de datos

Se elaboró una base de datos con cada uno de los registros fotográficos obtenidos al final del muestreo, que se trabajaron en la aplicación digiKam 7.3.0 y en el software RStudio 4.0.5.

Para ello se etiquetó cada fotografía de acuerdo con el nombre científico de las especies capturadas, para posteriormente poder utilizar los metadatos de las fotografías, en RStudio. Una vez etiquetada cada fotografía, a través del paquete CamtrapR (Niedballa *et al.* 2016), se organizaron las fotografías para obtener una base de datos conformada solo con los registros independientes de cada especie. Se consideraron como registros independientes: a) fotografías de individuos de la misma especie con 60 minutos o más de diferencia entre una y otra, b) fotografías consecutivas de ejemplares que pudieran ser identificables, c) fotografías consecutivas de individuos de distintas especies y d) fotografías con más de una especie (Hernández-Saintmartín *et al.* 2013; Ávila-Nájera *et al.* 2016).

Los patrones de actividad se elaboraron para aquellas especies que tuvieran al menos 11 registros independientes, número mínimo de registros que se consideró adecuado para esta investigación. Aunque hasta el momento no hay trabajos que den fundamento estadístico del mínimo de registros necesario para describir los horarios de actividad, se recomienda tomar con cautela los resultados obtenidos a partir de pocos registros (López-Tello, 2019). Estos registros se graficaron a través del paquete Overlap (Ridout y Linkie 2009), que

utiliza densidad kernel, paquete que también se empleó para estimar el coeficiente de traslape.

Para fines de esta investigación se establecieron las siguientes categorías de patrones de actividad: diurno, aquellas especies que estuvieran activas durante la presencia de luz del día (8:00-17:00 h), por lo tanto, serían aquellas especies con 90% o más de registros independientes en este intervalo de horas; nocturno, cuyas especies tuvieran $\geq 90\%$ de registros durante la noche (19:00-6:00 h) y crepuscular, especies que el 80-90% de sus registros se concentran entre las horas del amanecer y el atardecer (6:00-8:00 h y 17:00-19 h, respectivamente) (Botts et al. 2020). Todo lo anterior basándonos en las horas de luz en el sitio de estudio.

Una vez establecidos los patrones de actividad, se evaluó la uniformidad de los datos para definir cuales tuvieron distribución uniforme o von Mises, estos resultados resultaron útiles para darnos una primera perspectiva sobre si los patrones de actividad podrían ser unimodales o multimodales, es decir si concentraban su actividad en alguna hora en específico o en distintas horas del día. Para esta prueba de uniformidad se utilizó el paquete Circular, primero se usó la función Rho circular, para esta prueba los valores van de 0 a 1, donde valores cercanos a 0 indican mayor dispersión de los datos y cercano a 1 que los datos están más agregados. Posteriormente, se evaluó la prueba estadística Watson U^2 , para cada especie, prueba que tiene como hipótesis nula H_0 : La distribución de los datos es al azar, e hipótesis alternativa H_A : los datos no están distribuidos al azar y muestran direccionalidad (Avendaño, 2019).

Se estimó el coeficiente de traslape para conocer qué tan similares eran los patrones de actividad entre distintas especies. Para lo cual se compararon los patrones de actividad de los felinos y sus presas potenciales, entre las distintas especies de felinos, felinos y humanos, entre los dos periodos de muestreo y también entre animales domésticos como: perros, ganado bovino, caprino y ovino, debido a la importancia económica que representan algunos de estos animales y los riesgos que pueden llegar a representar estos encuentros para los ganaderos.

El coeficiente de traslape es un valor entre 0 y 1, para este estudio se consideraron los siguientes intervalos: traslape bajo si los valores estaban entre 0 y 0.40, moderado de 0.41 a 0.69 y alto mayor o igual a 0.70 hasta 1. Y para darle un sustento estadístico a los anteriores resultados, se utilizó la prueba estadística de Watson para dos muestras, esta prueba tiene como hipótesis nula H_0 : Las poblaciones de las dos muestras son idénticas (López-Tello y Mandujano, 2017), esto con respecto a la distribución de la actividad del día.

Modelos espaciales

Los modelos de ocupación están conformados por dos componentes, la probabilidad de ocupación (ψ) y la probabilidad de detección (p), el primer componente se define como la probabilidad de un sitio o unidad de muestreo de ser ocupada por la especie de interés y el segundo se refiere cuando una especie puede ser detectada o no, esta ausencia puede deberse a la detección imperfecta (cuando la especie está presente pero no es detectada) o una ausencia real de la especie de estudio (Andrade-Ponce *et al.* 2021; Isasi-Catalá *et al.* 2016).

En general, los modelos de ocupación tienen supuestos que preferiblemente deben cumplirse para no generar sesgos sobre los valores estimados. Dichos supuestos son: 1) el estado de ocupación de los sitios muestreados no debe cambiar durante el periodo de muestreo (supuesto de sitio cerrado); 2) la probabilidad de ocupación y de detección deben ser iguales para todos los sitios de muestreo o en caso contrario deben ser modeladas usando covariables; 3) la detección de los individuos en un sitio debe ser independiente en cada evento de muestreo; 4) las historias de detección de cada sitio son independientes; 5) la especie fotografiada debe ser identificada correctamente.

Para este trabajo, se desarrollaron modelos de ocupación únicamente para jaguares, utilizando el programa Presence v. 2.13.18, que utiliza modelos de máxima verosimilitud (likelihood), los cuales buscan estimar el valor de un conjunto de parámetros en el cual se maximice la probabilidad de obtener los datos observados, por lo tanto, los parámetros son tratados como valores fijos y desconocido. Una de las desventajas de los modelos de máxima verosimilitud, es que asume que el tamaño de la muestra tiende a infinito, por lo cual cuando se tienen tamaños de muestra pequeños pierde su precisión (Andrade-Ponce *et al.* 2021).

Para dichos modelos fue necesario realizar previamente matrices de ausencia-presencia con valores de “0” y “1”, en las cuales el número “1” representa detección de un individuo y el “0” indica que no se detectó, y no necesariamente indica ausencia de una especie. Los modelos de ocupación se evaluaron por periodos separados, y tanto para el periodo 1 como para el periodo 2, la probabilidad de ocupación (ψ) fue constante en todos los sitios de muestreo, al igual que la probabilidad de detección (p), por lo tanto, no se utilizaron covariables. Y a partir del Criterio de información de Akaike (AIC), el cual utiliza el

principio de parsimonia, se pudo identificar el modelo más adecuado, seleccionando como mejor modelo el que tuviera menor valor de AIC (Ávila-Nájera *et al.* 2020; Petracca, Ramírez-Bravo y Hernández-Santín, 2013). También se tomó en cuenta el peso de AIC (AIC_w) y el número de parámetros (k).

Densidad poblacional

La estimación de la densidad poblacional se realizó solo para jaguares mediante modelos de captura- recaptura espacialmente explícitos (SECR, por sus siglas en inglés), este tipo de modelo tiene como supuestos: a) todos los individuos en el área de muestreo tienen un probabilidad de captura mayor a cero y b) la población muestral es cerrada, supone que no hay emigración, inmigración, muertes ni nacimientos (Payán y Escudero-Paéz, 2015; Silver *et al.* 2004), lo que a su vez puede resultar como una limitante para el modelo.

Para obtener los cálculos de densidades, se utilizó el software Density 5.0, el cual también nos permite obtener la probabilidad de detección en el centro del área de actividad ($g\theta$); (Efford *et al.* 2014). Se sugiere que en caso de analizar varios eventos de detección estos se analicen por separado. Dicho programa permite seleccionar distintas configuraciones para el análisis de la información, para este estudio se estableció un buffer de 15 km y se utilizaron dos modelos Jackknife y nulo (M0 Null).

RESULTADOS

Se registraron en total 48 especies entre mamíferos, aves y reptiles (Cuadro 1), entre ellas cinco de las seis especies de felinos que habitan en la región: jaguar (*P. onca*), puma (*P. concolor*), lince (*L. rufus*), ocelote (*L. pardalis*), y tigrillo (*L. wiedii*). No fue posible obtener ningún registro fotográfico del jaguarundi (*H. yagouaroundi*). Por otra parte,

también se tuvo registro de especies domésticas como ganado bovino (vacas), caprino (cabras), ovino (ovejas), burros, equinos (caballos), perros y presencia de humanos.

Patrones de actividad

Del total de las 48 especies que se identificaron, solo se pudieron determinar los patrones de actividad de 30 especies (Anexo 4). Se utilizaron estas 30 especies para realizar los diferentes análisis, excepto cuando se indique lo contrario.

Las especies con mayor número de registros independientes fueron las siguientes: bovinos (Bovidae) (732 registros), coatí (*Nasua narica*) (413 registros), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (393 registros) y chachalaca vientre castaño (*Ortalis wagleri*) (371 registros). Por el contrario, los menos fotografiados fueron: *Buteogallus sp*, picogordo amarillo (*Pheucticus chrysopheplus*), zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) y la culebra arroyera (*Drymarchon melanurus*), todos con un solo registro independiente, y por lo tanto no se pudieron clasificar en algún patrón de actividad (Cuadro 1).

De acuerdo con las categorías de patrones de actividad que se establecieron previamente, 16 especies se clasificaron con un patrón de actividad diurno (burros, *Buteo plagiatus*, *Calocitta colliei*, *Canis lupus familiaris*, caprinos y ovinos, *Caracara cheriway*, *Cassiculus melanicterus*, *Cathartes aura*, *Homo sapiens*, *Leptotila verreauxi*, *Micrastur semitorquatus*, *N. narica*, *O. virginianus*, *O. wagleri*, *Patagioenas flavirostris* y *Sciurus sp*). Nueve especies se clasificaron como nocturnos (*Didelphis virginiana*, equinos, *L. pardalis*, *L. wiedii*, *Lepus sp*, *L. rufus*, ratones, *Sylvilagus sp* y *Urocyon cinereoargenteus*), cuatro especies con actividad crepuscular (bovinos, *C. latrans*, *P. onca* y *D. tajacu*) y solo una especie (*P. concolor*) con patrón de actividad catemeral.

Cabe mencionar que exclusivamente para el ganado caprino y ovino, se agruparon en una misma categoría para la clasificación del patrón de actividad, ya que en las fotografías se registraron juntas estas dos especies.

Tres especies de felinos tuvieron un patrón de actividad nocturno, a excepción del jaguar, el cual presentó un patrón de actividad crepuscular, ya que la mayoría de los registros se obtuvieron entre las 6:00-8:00 h y 18:00-20:00 h, entre las horas de amanecer y el atardecer, aunque también tuvo algunos registros en el intervalo del horario nocturno. Por último, el puma fue el único felino que se clasificó con un patrón de actividad catemeral, ya que presentó registros de actividad tanto en el intervalo nocturno, como en el diurno.

Cuadro 1. Especies registradas y número de registros independientes de los dos periodos de muestreo (Dic 2020- Feb 2021 y Mar-May 2021). Los símbolos después del nombre científico indican la categoría de riesgo en la que se clasifica cada especie, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: En peligro de extinción (*), Amenazada (†), Sujeta a protección especial(☉).

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros independientes
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i> ☉	Aguililla cola roja	3
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	34
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus</i> sp		1
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	41
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	7
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	4
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i> ☉	Paloma arroyera	232
Columbiformes	Columbidae	<i>Pheucticus chrysopeplus</i>	Picogordo amarillo	1
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	7
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	2
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	3
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	66
Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i> ☉	Halcón selvático de collar	15
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca vientre castaño	371

Herpetotheres	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	5
Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta colliei</i>	Urraca cara negra	148
Passeriformes	Icteridae	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	22
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	2
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	1
Patagioenas	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	26
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	4
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura</i> sp	Iguana	8
Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera	1
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	393
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	48
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	173
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	149
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i> *	Ocelote	237
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i> *	Tigrillo	16
Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i> *	Jaguar	71
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	87
Carnivora	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince	14
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo	7
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i> †	Coatí, tejón	413
Carnivora	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i> †		1
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	3
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	36
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus</i> sp. ♀	Liebre	24
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus</i> sp *	Conejo	67
Rodentia	Muridae	-	ratones	54
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus</i> sp	Ardilla	14
Artiodactyla	Bovidae	<i>Bos taurus</i>	Bovinos (vacas)	732
Artiodactyla	Bovidae	-	Caprinos y ovinos	136
Carnivora	Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro	48
Perissodactyla	Equidae	<i>Equus africanus</i>	Burros	18
Perissodactyla	Equidae	<i>Equus ferus</i>	Equinos	67
Primates	Hominidae	<i>Homo sapiens</i>	Humano	203

Distribución de los datos de actividad en el tiempo

Con base en la función Rho circular, determinamos que las especies que tuvieron datos más agregados fueron: zopilote aura (*C. aura*) ($\rho = 0.93$), cacique mexicano (*C. melanicterus*) ($\rho = 0.88$) y aguililla gris (*B. plagiatus*) ($\rho = 0.84$), es decir que estas especies tienen

una tendencia a estar activos en un intervalo de hora u horas definidas y por lo tanto tienen un solo pico de actividad (distribución von Mises) (Cuadro 2).

Por otra parte, a través de la prueba estadística Watson U^2 los resultados fueron similares a los que se obtuvieron a partir de la función Rho circular, donde el aguililla gris ($U^2 = 1.38$), el cacique mexicano ($U^2 = 1.05$) y el zopilote aura ($U^2 = 2.17$), tuvieron como resultado un valor estadístico más elevado al valor crítico, por lo tanto, la hipótesis nula (H_0 : La distribución de los datos es al azar y por lo tanto siguen una distribución uniforme) se rechazó. Lo que nos indica que la mayoría de los datos se acumularon en determinado arco de la circunferencia, si visualizáramos las 24 horas de un día en un gráfico circular. A su vez, podemos inferir que estas especies tienen un patrón de actividad unimodal, es decir, un solo pico de actividad. Esto se puede confirmar al observar las curvas de actividad de dichas especies en el Anexo 4. Por el contrario, el tigrillo, el lince y el puma, fueron las únicas especies que presentaron una distribución uniforme de sus datos.

Cuadro 2. Evaluación de uniformidad de los datos de cada especie mediante la función Rho circular (valores cercanos a 0 mayor dispersión de los datos; cercano a 1 datos más agregados) y la prueba estadística Watson U^2 (H_0 : La distribución de los datos es al azar y por lo tanto siguen una distribución uniforme) rechazar esta hipótesis nos indica que los datos están acumulados.

Especie (Nombre científico)	Nombre común	Rho circular, cercano a 0 mayor dispersión de los datos, cercano a 1 datos más agregados	Prueba de uniformidad Watson test U^2, Valor crítico = 0.187
<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	rho = 0.84	$U^2 = 1.38$, Rechazar H_0
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	rho = 0.93	$U^2 = 2.17$, Rechazar H_0
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	rho = 0.74	$U^2 = 6.69$, Rechazar H_0
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	rho = 0.71	$U^2 = 1.74$, Rechazar H_0
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	rho = 0.63	$U^2 = 0.35$, Rechazar H_0

<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca vientre castaño	rho = 0.75	$U^2 = 10.93$, Rechazar H_0
<i>Calocitta colliei</i>	Urraca cara negra	rho = 0.81	$U^2 = 5.28$, Rechazar H_0
<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	rho = 0.88	$U^2 = 1.05$, Rechazar H_0
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	rho = 0.65	$U^2 = 0.64$, Rechazar H_0
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	rho = 0.33	$U^2 = 2.34$, Rechazar H_0
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	rho = 0.07	$U^2 = 0.22$, Rechazar H_0
<i>Canis latrans</i>	Coyote	rho = 0.21	$U^2 = 0.58$, Rechazar H_0
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	rho = 0.65	$U^2 = 3.31$, Rechazar H_0
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	rho = 0.48	$U^2 = 2.93$, Rechazar H_0
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	rho = 0.41	$U^2 = 0.17$, No Rechazar H_0
<i>Panthera onca</i>	Jaguar	rho = 0.20	$U^2 = 0.34$, Rechazar H_0
<i>Puma concolor</i>	Puma	rho = 0.06	$U^2 = 0.13$, No Rechazar H_0
<i>Lynx rufus</i>	Lince	rho = 0.42	$U^2 = 0.18$, No Rechazar H_0
<i>Nasua narica</i>	Coatí, tejón	rho = 0.65	$U^2 = 8.99$, Rechazar H_0
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	rho = 0.78	$U^2 = 1.27$, Rechazar H_0
<i>Lepus sp</i>	Liebre	rho = 0.47	$U^2 = 0.35$, Rechazar H_0
<i>Sylvilagus sp</i>	Conejo	rho = 0.61	$U^2 = 1.35$, Rechazar H_0
-	Ratones	rho = 0.55	$U^2 = 0.97$, Rechazar H_0
<i>Sciurus sp</i>	Ardilla	rho = 0.68	$U^2 = 0.49$, Rechazar H_0
<i>Bos taurus</i>	Bovinos (vacas)	rho = 0.21	$U^2 = 2.40$, Rechazar H_0
-	Caprinos y ovinos	rho = 0.50	$U^2 = 1.94$, Rechazar H_0
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro	rho = 0.33	$U^2 = 0.42$, Rechazar H_0
<i>Equus africanus</i>	Burros	rho = 0.59	$U^2 = 0.37$, Rechazar H_0
<i>Equus ferus</i>	Equinos	rho = 0.22	$U^2 = 0.27$, Rechazar H_0
-	Humano	rho = 0.48	$U^2 = 2.48$, Rechazar H_0

Traslape de patrones de actividad

Las especies de felinos que se encontraron que tienen un alto traslape en sus patrones de actividad fueron: *P. onca* con *P. concolor* ($\Delta = 0.84$) y *L. pardalis* con *L. wiedii* ($\Delta = 0.83$).

Y en el caso del lince (*L. rufus*) con el ocelote (*L. pardalis*) y con el tigrillo (*L. wiedii*), presentó un traslape moderado $\Delta = 0.56$ y $\Delta = 0.60$, respectivamente (Cuadro 3). En cuanto al traslape entre los grandes felinos y los medianos, encontramos que el lince tuvo un alto

traslape con los jaguares y los pumas, mientras que el traslape del ocelote y el tigrillo con los pumas y los jaguares fue de moderado a alto (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficiente de traslape entre especies de felinos que habitan en la región del Carmen Sinaloa. Δ : coeficiente de traslape. Traslape bajo $\Delta=0 \geq 0.40$, moderado $\Delta=0.41 \geq 0.69$ y alto $\Delta=0.70 \geq 1$, IC (intervalo de confianza, 95%). Prueba estadística Watson para dos muestras (H_0 : Las poblaciones de las dos muestras son idénticas), rechazar esta hipótesis nos indica que las muestras son estadísticamente diferentes.

Overlap (sp- sp)	Coeficiente de traslape (Δ)	IC 95%	Watson para dos muestras (WT), valor crítico= 0.187
<i>L. pardalis</i> - <i>L. wiedii</i>	0.83	0.77 1.05	WT= 0.04, No Rechazar H_0
<i>L. pardalis</i> - <i>L. rufus</i>	0.56	0.37 0.79	WT= 0.2764, Rechazar H_0
<i>L. wiedii</i> - <i>L. rufus</i>	0.60	0.42 0.91	WT= 0.1516, No Rechazar H_0
<i>P. onca</i> - <i>P. concolor</i>	0.84	0.78 0.96	WT= 0.1334, No Rechazar H_0
<i>L. pardalis</i> - <i>P. onca</i>	0.73	0.63 0.83	WT= 0.5733, Rechazar H_0
<i>L. pardalis</i> - <i>P. concolor</i>	0.64	0.52 0.72	WT= 1.0052, Rechazar H_0
<i>L. wiedii</i> - <i>P. onca</i>	0.72	0.60 0.93	WT= 0.1131, No Rechazar H_0
<i>L. wiedii</i> - <i>P. concolor</i>	0.67	0.53 0.87	WT= 0.1801, No Rechazar H_0
<i>L. rufus</i> - <i>P. onca</i>	0.74	0.64 0.99	WT= 0.0713, No Rechazar H_0
<i>L. rufus</i> - <i>P. concolor</i>	0.74	0.65 1.02	WT= 0.135, No Rechazar H_0

Encontramos que los coeficientes de traslape de actividad entre los felinos y sus presas potenciales varían en general (Cuadro 4). En el caso particular de los jaguares, las presas con las que tuvo mayor coincidencia en las horas de actividad fueron: pecarí de collar ($\Delta=$

0.76), liebres ($\Delta= 0.77$) y *Sylvilagus* sp ($\Delta=0.67$). Los pumas tuvieron alto traslape con: pecarí de collar ($\Delta=0.79$), venado cola blanca ($\Delta= 0.74$) y las liebres ($\Delta=0.69$). En el caso del lince tuvo mayor coincidencia con las liebres ($\Delta=0.69$), conejos ($\Delta=0.57$) y ardillas ($\Delta=0.55$). Para el caso de los ocelotes, tuvieron alto traslape con: ratones ($\Delta=0.85$), conejos ($\Delta= 0.84$) y liebres ($\Delta= 0.75$). Por último, los tigrillos presentaron alto traslape con: conejos ($\Delta= 0.82$), ratones ($\Delta= 0.80$) y coatíes ($\Delta= 0.80$).

Cuadro 4. Coeficiente de traslape entre felinos y sus presas potenciales. Δ : coeficiente de traslape. Rangos de traslape: bajo $\Delta =0\geq 0.40$, moderado $\Delta =0.41\geq 0.69$ y alto $\Delta =0.70\geq 1$. En el caso particular del ganado caprino y ovino (cabras y ovejas) se presentan en conjunto, ya que en las fotografías obtenidas este tipo de ganado siempre se registraron juntos. Los valores de coeficiente de traslape más altos se resaltan en negritas.

Nombre científico	Nombre común	Jaguar	Puma	Lince	Ocelote	Tigrillo
<i>Bos taurus</i>	Bovinos	0.68	0.81	-	-	-
-	Caprinos y ovinos	0.48	0.61	-	-	-
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro	0.62	0.69	-	-	-
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	0.46	0.44	0.41	0.63	0.60
<i>Lepus</i> sp	Liebre	0.77	0.69	0.69	0.77	-
-	Ratones	0.64	0.53	0.49	0.85	0.80
<i>Nasua narica</i>	Coatí, tejón	0.38	0.52	0.36	0.23	0.80
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	0.64	0.74	-	-	-
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	0.76	0.79	-	-	-

<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca vientre castaño	0.33	0.45	0.39	0.15	-
<i>Sciurus sp</i>	Ardilla	0.46	0.46	0.55	0.22	0.29
<i>Sylvilagus sp</i>	Conejo	0.67	0.59	0.57	0.84	0.82
<i>Urocyon Cinereoargenteus</i>	Zorro gris	0.60	0.52	-	-	-

De los dos grandes felinos, los jaguares presentaron un traslape moderado con los bovinos (vacas), con un coeficiente de traslape igual a $\Delta = 0.68$, en comparación con los pumas que tuvieron un alto traslape con las vacas, con un valor de coeficiente de $\Delta = 0.81$, resultando ser los pumas la única especie que presentó alta coincidencia de horas de actividad con las vacas. Con respecto al ganado caprino y ovino, se presentó el mismo caso, los pumas tuvieron mayor traslape ($\Delta = 0.61$) con este tipo de ganado en comparación con los jaguares ($\Delta = 0.48$), aunque en este caso el traslape de ambos felinos con las cabras y ovejas fue moderado. Por último, el traslape entre jaguares y perros tuvo un valor de $\Delta = 0.62$ y con un valor similar, los pumas tuvieron un coeficiente de traslape de $\Delta = 0.69$, ambos valores nos indican traslape moderado en las horas de mayor actividad con estos cánidos.

Para los mesodepredadores, en el caso particular de los ocelotes tuvieron un alto traslape de actividad en primer lugar con los ratones ($\Delta = 0.85$) y en segundo con los conejos (*Sylvilagus sp*), $\Delta = 0.84$. El lince por su parte tuvo un traslape moderado con la mayoría de sus presas potenciales, principalmente con *Lepus sp* ($\Delta = 0.69$) y *Sylvilagus sp* ($\Delta = 0.57$). Por último, el tigrillo tuvo alto coeficiente de traslape con los conejos (*Sylvilagus sp*) ($\Delta = 0.82$) y con los ratones ($\Delta = 0.80$). Observamos, que las tres especies de mesodepredadores tuvieron un traslape de moderado a alto con *Sylvilagus sp*.

De igual manera, se compararon los patrones de actividad del periodo 1 de muestreo (invierno) y el periodo 2 (primavera), para determinar si las especies tuvieron alguna diferencia en el patrón de actividad o no, de un periodo a otro basándonos en el coeficiente de traslape (Cuadro 5). De acuerdo con este coeficiente, para las especies de felinos, los ocelotes ($\Delta = 0.82$) y jaguares ($\Delta = 0.70$), fueron las únicas especies de felinos con un coeficiente de traslape alto entre el periodo 1 y 2.

Cabe mencionar, que la comparación entre los patrones de actividad de los dos periodos para el caso de los tigrillos y lince se realizó únicamente para observar una tendencia sobre los patrones entre los dos periodos, ya que el bajo número de registros resulta insuficiente para una comparación válida.

De acuerdo con el coeficiente de traslape, la mayoría de las especies tuvieron un traslape de moderado a alto de sus patrones de actividad entre el periodo 1 y el 2. Siendo las especies que tuvieron mayor coeficiente de traslape entre los periodos de muestreo, las siguientes: *O. wagleri* ($\Delta = 0.93$), *D. virginiana* ($\Delta = 0.89$) y *N. narica* ($\Delta = 0.85$). Por el contrario, las especies con traslape moderado fueron: *P. concolor* ($\Delta = 0.62$), perros ($\Delta = 0.63$) y *D. tajacu* ($\Delta = 0.63$).

Cuadro 5. Comparación de patrones de actividad del periodo 1 y periodo 2. Δ : coeficiente de traslape, T1 (periodo 1) y T2 (periodo 2). Rangos de traslape: traslape bajo $\Delta = 0 \geq 0.40$, moderado $\Delta = 0.41 \geq 0.69$ y alto $\Delta = 0.70 \geq 1$.

Periodo 1 vs Periodo 2		
	Coefficiente de traslape (Δ)	IC 95%
<i>L. pardalis T1 vs L. pardalis T2</i>	0.82	0.75 0.93

<i>L.wiedii T1 vs L.wiedii T2</i>	0.31	NA
<i>L. rufus T1 vs L. rufus T2</i>	0.54	NA
<i>P. onca T1 vs P. onca T2</i>	0.70	0.56 0.90
<i>P. concolor T1 vs P. concolor T2</i>	0.62	0.46 0.75
<i>Bovinos T1 vs Bovinos T2</i>	0.83	0.80 0.90
<i>C. colliei T1 vs C. colliei T2</i>	0.77	0.66 0.89
<i>C. familiaris T1 vs C. familiaris T2</i>	0.63	0.47 0.85
<i>C. latrans T1 vs C. latrans T2</i>	0.86	0.82 1.02
<i>Didelphis T1 vs Didelphis T2</i>	0.89	0.86 1.21
<i>Equinos T1 vs Equinos T2</i>	0.85	0.81 1.10
<i>Humanos T1 vs Humanos T2</i>	0.89	0.88 1.15
<i>L. verreauxi T1 vs L. verreauxi T2</i>	0.84	0.76 0.93
<i>Ratones T1 vs Ratones T2</i>	0.68	0.76 0.93
<i>Coati T1 vs Coati T2</i>	0.85	0.78 0.92
<i>O. virginianus T1 vs O. virginianus T2</i>	0.85	0.78 0.92
<i>O. wagleri T1 vs O. wagleri T2</i>	0.93	0.90 1.03
<i>D. tajacu T1 vs D. tajacu</i>	0.63	0.47 0.84
<i>Sylvilagus T1 vs Sylvilagus T2</i>	0.83	0.75 1.03
<i>U.cinereoarg T1 vs U.cinereoarg T2</i>	0.72	0.58 0.81

Distribución espacial

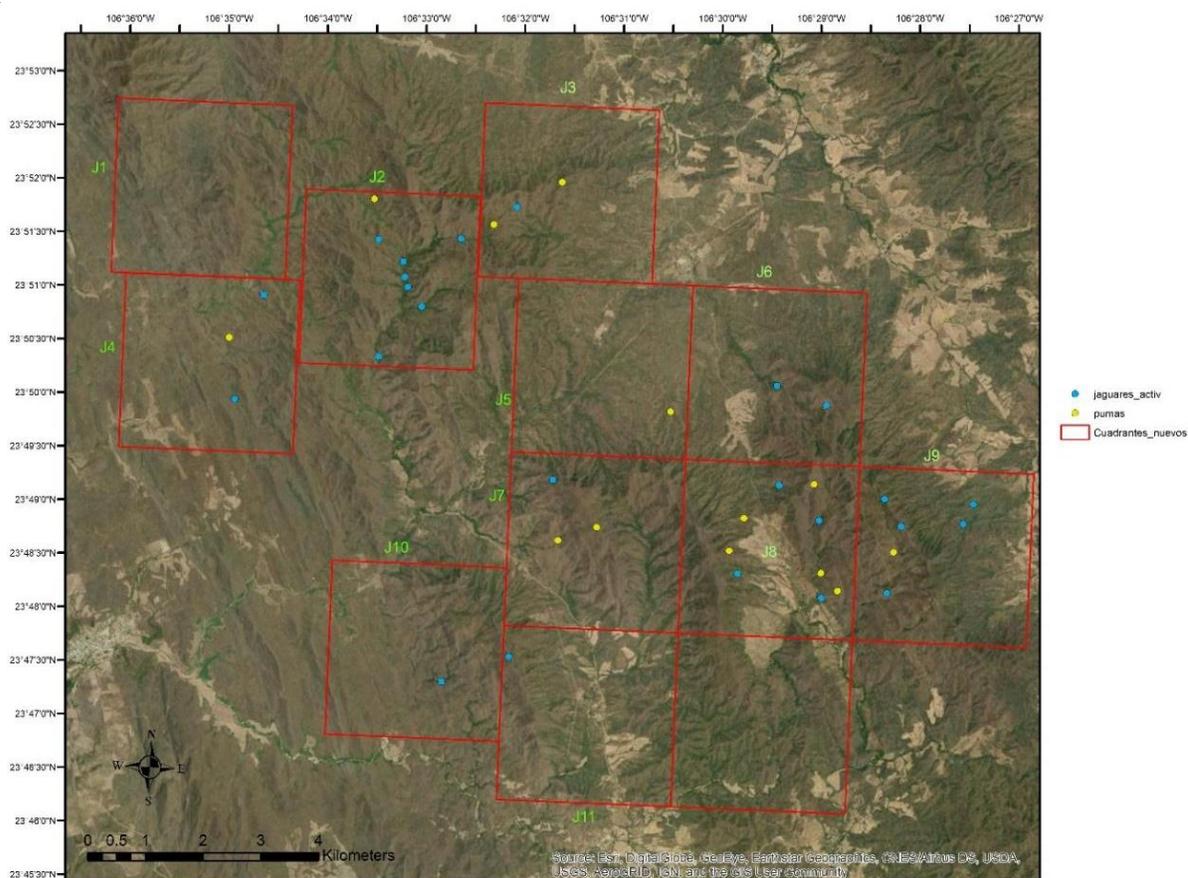
Los jaguares y pumas son los mayores depredadores que habitan esta región, y dentro del área de muestreo que se delimitó para este estudio, se tuvo registro de ambos felinos en la

mayoría de los cuadrantes. Para ser más específicos, los cuadrantes en los que se tuvo registro de jaguares fueron el: J2, J3, J4, J6, J7, J8, J9, J10 y J11, es decir, en nueve de los 11 cuadrantes totales del área de muestreo (Fig. 3). Por otro lado, los pumas tuvieron registro en 10 de los cuadrantes, que fueron los siguientes: J2, J3, J4, J5, J6, J7, J8, J9, J10 y J11(Fig. 3).

A pesar de que los pumas coincidieron en la mayoría de los cuadrantes en los que también se registraron a los jaguares, el único cuadrante en el que no coincidieron fue el J5 que únicamente registró presencia de pumas. También presentaron diferencias en el número de estaciones en el que fueron capturados los felinos, por ejemplo, en el cuadrante J8 en el caso de los pumas se pudieron registrar en 11 de las estaciones de este cuadrante, y en el caso de los jaguares únicamente se fotografiaron en cuatro estaciones. Este fue el cuadrante en el que se presentó mayor diferencia en la captura fotográfica de estos felinos.

Otros cuadrantes que también presentaron diferencia en las capturas por estaciones fueron el J2 y J9. En el primer cuadrante se capturaron jaguares en seis estaciones y pumas sólo en tres estaciones, por otra parte, en el cuadrante J9 en siete estaciones se fotografiaron jaguares y pumas solo en 5.

Figura 3. Mapa de las estaciones con registro de jaguares (*P. onca*) y pumas (*P. concolor*) en el área muestreada de El Carmen, Sinaloa. Puntos azules = jaguares; puntos amarillos = pumas.



Cuadro 6. Frecuencia total de Registros (FR), Tasa de Captura Fotográfica (TCF) (100 noches trampa-cámara), Número de Estaciones con Detección de felinos (NED) y proporción de estas (%NED), para las cinco especies de felinos presentes en El Carmen, Sinaloa, México. Los valores están calculados para las estaciones de muestreo que estuvieron activas las 24h del día y >15 días en el Periodo 1 (diciembre-febrero) y Periodo 2 (marzo-mayo). T1 (95 estaciones), T2 (80 estaciones)

Especie	FR (periodo 1 y 2)	TCF P. 1	TCF P. 2	NED P. 1	NED P. 2	%NED P. 1	%NED P. 2
<i>Leopardus wiedii</i>	16	0.13	0.03	2	2	6.31	2.5
<i>Leopardus pardalis</i>	237	1.07	1.3	25	25	26.32	31.25

<i>Lynx rufus</i>	14	0.11	0.03	7	2	7.37	2.5
<i>Puma concolor</i>	87	0.38	0.49	17	18	17.89	22.5
<i>Panthera onca</i>	71	0.37	0.34	15	15	15.79	18.75

Modelos de ocupación

Para el primer periodo de muestreo, de acuerdo con el menor valor de AIC, se determinó que el modelo de ocupación más adecuado para jaguares fue aquel que considera un grupo y constante p (AIC= 405.97, AIC weight=0.381) y con una estimación de 2 parámetros, al igual que el modelo nulo $\psi(\cdot)$, $p(\cdot)$ que tuvo los mismos resultados. Las estimaciones naive, que entenderemos como la proporción de sitios en los que se registraron al menos una vez jaguares, tuvo un valor de 0.1524 para este periodo.

En el segundo periodo, las estimaciones naive tuvieron un valor de 0.1750 y se seleccionó como el modelo más predictivo, al igual que en el periodo anterior, el modelo un grupo y constante p (AIC=369.48, AIC weight=0.00), y de la misma forma el modelo nulo $\psi(\cdot)$, $p(\cdot)$ tuvo los mismos resultados. Pese a que el modelo con 2 grupos, constante p tuvo un menor valor de AIC (326.29) y AIC weight (1.00), se eligió el primer modelo como el más adecuado ya que el número de parámetros estimado fue menor ($k=2$), en comparación con el segundo modelo que estimó 4 parámetros, y por lo general se elige el modelo con menor número de parámetros.

Densidad de jaguares

Mediante Density estimamos la densidad de jaguares a partir de un buffer de 15 km, donde para el primer periodo el resultado obtenido fue una densidad de 0.6171 individuos por 100

km² ($g\theta=0.00241$; $\sigma=6300.096$), en la cual se identificaron seis individuos, de los cuales se tuvieron 26 recapturas, en este caso se usó como modelo Jackknife. En el segundo periodo, la densidad estimada bajo el modelo nulo fue de 0.9630 indiv/100 km² ($g\theta=0.00839$; $\sigma=2538.65$), se logró identificar tres individuos de los cuales se tuvieron 21 recapturas.

DISCUSIÓN

Esta investigación contribuye al conocimiento sobre la interacción entre los felinos y sus presas con respecto a los patrones de actividad entre estos, su coeficiente de traslape, la estimación de modelos de ocupación y densidad de jaguares para la selva baja caducifolia del norte de México.

Patrones de actividad

En este estudio clasificamos a los jaguares con un patrón de actividad crepuscular, similar a lo encontrado en las investigaciones realizadas por Foster *et al.* (2013), Jędrzejewski *et al.* (2021) y Ávila-Nájera *et al.* (2020), respectivamente en Brasil, Venezuela y en la Península de Yucatán, México. La actividad crepuscular se refiere a cuando los organismos comienzan a tener mayor actividad durante las horas en las que comienza a ocurrir el amanecer, hasta antes de salir completamente el sol y en las horas que comienza a ocurrir el ocaso hasta cuando se oculta totalmente el sol, dependiendo del sitio de estudio.

Sin embargo, en otras regiones donde habita este felino, se les clasifica en distintas categorías de patrones de actividad. Por ejemplo, en la península de Yucatán (Ávila-Nájera *et al.* 2016) y en el estado de San Luis Potosí (Hernández-SaintMartín *et al.* 2013) se ha considerado que tienen un patrón de actividad catemeral.

Al sur de Belice (Dobbins *et al.* 2017) y en el Parque Natural Brownsberg en Surinam (Ouboter, Kadosoe y Ouboter, 2021) se han clasificado con actividad diurna. Este tipo de actividad que registra capturas durante las horas del día suele presentarse cuando la actividad humana es baja y existe baja perturbación humana en la zona (Hernández-SaintMartín *et al.* 2013). Aunque, probablemente la ausencia de registros diurnos en nuestro sitio de estudio pueda estar más relacionado a que durante las 11:00-15:00 h se presentan las más altas temperaturas (hasta 36°C en temporada seca) del día, sobre todo en el segundo periodo del muestreo.

Por último, en otras investigaciones se les ha clasificado con patrón de actividad exclusivamente nocturno (Monroy-Vilchis *et al.* 2009; Romero-Muñoz, *et al.* 2010; Foster *et al.* 2013; Jędrzejewski *et al.* 2021). Del mismo modo, este patrón de actividad puede verse relacionado con la presencia humana, la cual podría estar forzando a los animales a tener una actividad exclusivamente nocturna y así poder evitar encuentros con los mismos (Ouboter, Kadosoe y Ouboter, 2021).

Por otro lado, los pumas en el Carmen, Sinaloa tuvieron un patrón de actividad catemeral, pero presentando un pronunciado descenso de actividad a partir de las 9:00 h hasta 16:00 h. Dicha clasificación coincide con lo obtenido en otros estudios con duración de uno a dos años, como los trabajos de Hernández-SaintMartín *et al.* (2013) (San Luis Potosí), Ouboter, Kadosoe y Ouboter (2021) (Surinam), Ávila-Nájera *et al.* (2020) (Península de Yucatán) y Romero-Muñoz, *et al.* (2010) (sureste de Bolivia) en la temporada seca. Diferente a lo que concluyeron para las temporadas de secas y lluvias entre el 2001 a 2017 Foster *et al.* (2013) (Brasil), Ayala *et al.* (2021) (Bolivia-Perú) y Cepeda-Duque *et al.* (2021) (Colombia).

Mientras que Romero-Muñoz, *et al.* (2010) en Bolivia, indican que en la temporada de lluvias los pumas tienen una actividad principalmente nocturna.

Ayala *et al.* (2021) mencionan que el patrón de actividad de los pumas puede variar conforme a su distribución, refiriéndose a la altitud que a su vez influye en la vegetación. Esto podría explicar la diferencia entre su clasificación de patrón de actividad con la nuestra. En su caso, el estudio fue llevado a cabo al noroeste de Bolivia y el sureste de Perú en un ecosistema de selva amazónica subandina y sabana inundable, diferente a la selva baja caducifolia y subcaducifolia que se presenta en nuestro sitio de muestreo.

Además de las características del hábitat, la temporada (lluvias o secas) en la que se lleve a cabo el muestreo puede ser un factor que influya en el patrón de actividad de las especies. Como lo sucedido en el estudio de Romero-Muñoz, *et al.* (2010), que llevaron a cabo su investigación durante la temporada de lluvias, y clasificaron a este felino con actividad nocturna.

Para los ocelotes, los lince y los tigrillos, se determinó que presentaron un patrón de actividad nocturno, resaltando que los ocelotes fueron los felinos con el mayor número de registros, contrario a los lince y tigrillos, que fueron las especies con el número de registros más bajos. En el caso de los ocelotes, este patrón de actividad nocturno también fue detectado para estudios de duración de cuatro a cinco años, durante ambas temporadas (lluvias y secas), que se realizaron en Surinam, en el norte de Sonora, Argentina y sureste de Brasil (Ouboter, Kadosoe y Ouboter, 2021; Rorabaugh *et al.* 2020; Di Bitetti, Paviolo y De Angelo, 2006; Massara *et al.* 2018).

Al contrario, la actividad de los lince difiere con lo reportado por Serna-Lagunes *et al.* (2019) que los clasifica con actividad catemeral y Elizalde-Arellano *et al.* (2012), con actividad crepuscular. Estas diferencias pueden deberse a la duración del muestreo, mientras que en nuestro estudio solo se muestreó durante los meses de diciembre a febrero y de marzo a mayo, Serna-Lagunes *et al.* (2019) realizaron su investigación durante un año completo, lo cual les permitió observar el patrón de actividad durante distintas temporadas. Además de llevar a cabo su investigación en el Parque Nacional Pico de Orizaba, sitio que presenta vegetación de bosque de pino, vegetación subalpina y matorral submontano. Mientras que Elizalde-Arellano *et al.* (2012) trabajaron en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, donde la vegetación que se presenta es matorrales xerófilos, micrófilos y chaparrales (CONANP, 2006).

Los tigrillos por su parte también presentaron el mismo patrón de actividad nocturno en otros sitios donde se han estudiado, como en Rio Grande do Sol, sur de Brasil (Horn *et al.* 2020), y en El Santuario de Vida Silvestre Wildsumaco ubicado en la vertiente oriental de los Andes en Ecuador (Vanderhoff *et al.* 2011). En el caso de México en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (Ríos-Solís *et al.* 2021) y en la Sierra Norte de Oaxaca (Hernández-Sánchez y Santos-Moreno, 2020).

Para esta investigación, tuvimos un muy bajo número de registros de tigrillos y lince en comparación con las otras especies de felinos, esto podría estar ocurriendo por la presencia de ocelotes, ya que este felino tuvo el mayor número de registros ($n=237$) y se ha reportado en otras investigaciones que densidades bajas de ocelotes permiten a felinos pequeños como el tigrillo una mayor densidad (Pérez-Irineo, Santos-Moreno y Hernández-Sánchez,

2017). En nuestra investigación podría estar sucediendo lo contrario, una alta presencia de ocelotes podría estar influyendo en la baja presencia de tigrillos.

Traslape de actividad

De acuerdo con lo observado en los patrones de actividad, pudimos inferir que el descenso de actividad de algunas especies en determinadas horas del día podría relacionarse a un mecanismo para evitar o reducir la competencia con otras especies. Sin dejar de lado, que los patrones de actividad son influenciados por más factores bióticos y abióticos.

Estudiamos el traslape entre jaguares y pumas y sus especies asociadas como: tlacuaches, liebres, ratones, coatíes, venado cola blanca, pecarí de collar, chachalaca vientre castaño, ardillas (*Sciurus sp*), conejos, zorro gris, ganado bovino, ganado caprino y perros. A parte de sus presas silvestres, se incluyó al ganado doméstico (bovino y caprino) y perros, ya que se distribuyen en la mayoría de las áreas donde habitan los felinos.

Además, por lo relevante que se han vuelto estos encuentros de estas especies domésticas con los felinos, ya que existe evidencia de ataques de estos grandes depredadores hacia animales domésticos (Palmeira *et al.* 2008; Cavalcanti y Gese, 2010; Peña-Mondragón y Castillo, 2013; Carral-García *et al.* 2021), derivando en un conflicto de persecución de los ganaderos hacia los jaguares o pumas, por lo que se consideró importante estudiar si estos depredadores pudieran tener algún porcentaje de traslape de actividad con las especies domésticas.

Los jaguares tuvieron un traslape de alto a moderado con la mayoría de sus especies asociadas, sobre todo con los pecaríes de collar, seguido de las liebres, aunque esta última no es reportada en la literatura como una presa común de estos felinos (Ávila-Nájera *et al.*

2018a; Cassaigne *et al.* 2016; Hernández-Saintmartín *et al.* 2013; Rueda *et al.* 2013). Del mismo modo, los pumas tuvieron alto traslape con *D. tajacu*, pero su segunda presa con alto traslape fueron los venados cola blanca. Otras investigaciones encontraron los mismos resultados con respecto a los pecaríes y los venados, al presentar un alto traslape de actividad con estos (Foster *et al.* 2013; *et al.* 2020; Hernández-Sánchez y Santos-Moreno, 2020; Ayala *et al.* 2021), por lo cual, podríamos inferir que por lo menos en cuanto al tiempo estos depredadores están teniendo una alta probabilidad de encuentro con sus principales presas y por lo tanto aumentando sus probabilidades de cacería.

En lo que concierne a las especies domésticas, los pumas tuvieron traslape de actividad moderado y bajo con la mayoría de estas especies, a excepción del ganado bovino con el que tuvieron un alto traslape ($\Delta=0.81$). Mientras que los jaguares tuvieron un traslape moderado a bajo con todas las especies domésticas, sobre todo con el ganado ovino. Si bien, los pumas tienen una alta coincidencia con el ganado bovino y los jaguares un traslape moderado, hasta el momento en que se llevó a cabo el estudio no se reportó ningún ataque de estos grandes felinos al ganado o a los perros.

Los ocelotes y los tigrillos compartieron un alto traslape con los conejos, seguido de los ratones. Paralelamente, los linceos tuvieron alto traslape con las liebres y traslape moderado con los conejos. Sin embargo, no hay que olvidar que los linceos y los tigrillos tuvieron muy bajos registros por lo que sería más adecuado obtener mayores capturas fotográficas para futuros estudios.

Las diferentes especies de felinos pueden presentar diversos mecanismos para evitar o minimizar la competencia interespecífica, facilitando así su coexistencia. Uno de estos

mecanismos es la separación de nichos, en los ejes de dieta y espacio. Aunque la segregación temporal también se ha tomado en cuenta como una estrategia para la coexistencia de especies simpátricas (Hernández-Sánchez y Santos-Moreno, 2020). De acuerdo con nuestros resultados, los pumas y los jaguares tuvieron un alto traslape de actividad ($\Delta = 0.83$) al igual que lo reportado en otras investigaciones en Brasil (Foster *et al.* 2013), Costa Rica (Botts *et al.* 2020), en el noreste de Bolivia y sureste de Perú (Ayala *et al.* 2021) y en el estado de San Luis Potosí (Hernández-SaintMartín *et al.* 2013). A pesar de este alto traslape, presentaron algunas diferencias en sus patrones de actividad, por una parte, los jaguares no tuvieron ningún registro de actividad entre las 11:00-16:00 h, en cambio los pumas si presentaron actividad en estas horas, aunque con bajos registros.

El mayor número de registros de los jaguares se dio entre las 04:00 h y las 08:00 h empezando a reducir su actividad a partir de esta hora, por el contrario, los pumas registraron mayor número de registros en su segundo pico de actividad de las 17:00-23:00 h. Por lo que detectamos diferencias en los picos de actividad, y estos podrían ser parte de uno de los mecanismos que permiten la coexistencia de estos grandes depredadores, ya que esta diferencia de horas de actividad podría significar que estos depredadores tendrían baja probabilidad de encontrarse activos a las mismas horas.

En cuanto al espacio ambos felinos coincidieron estar presentes en la mayoría de los cuadrantes de muestreo. Otro mecanismo que podría estar contribuyendo a la coexistencia de estos grandes depredadores puede ser la preferencia de presas (Hernández-Sánchez y Santos-Moreno, 2020; Foster *et al.* 2013).

Si bien en nuestros resultados los pumas y los jaguares compartieron alto traslape con una misma especie de presa (*D. tajacu*), las siguientes con las que obtuvieron alto y moderado traslape de actividad fueron diferentes, los jaguares teniendo alto coeficiente de traslape con las liebres seguido de los conejos y los pumas con los venados cola blanca seguido de las liebres.

Sería muy útil poder complementar estos resultados con investigaciones sobre hábitos alimentarios de estos felinos, para poder comparar y confirmar si estos se están alimentando de las presas con las que encontramos que tienen alto traslape en las horas de actividad.

Traslape de actividad entre dos temporadas

El muestreo para este estudio se llevó a cabo en dos periodos, el primero de diciembre a febrero (invierno) y la segunda abarcando los meses de marzo a mayo (primavera). La mayoría de las especies identificadas, de acuerdo con el coeficiente de traslape, tuvieron un traslape moderado a alto en sus patrones de actividad entre el periodo 1 y el 2.

Otro aspecto que se detectó fue que la mayoría de las especies tuvieron un aumento en el número de registros fotográficos en el segundo periodo de muestreo, a excepción de los lince y los tigrillos los cuales redujeron sus registros en el segundo periodo.

Estas diferencias en el número de capturas entre dos diferentes periodos del año también han sido identificadas en otras investigaciones, específicamente en casos de los patrones de actividad de jaguares y pumas, en Brasil, Costa Rica y Oaxaca, México (Foster *et al.* 2013; Botts *et al.* 2020; Hernández-Sánchez y Santos-Moreno, 2020).

Modelos de ocupación y densidad de jaguares

Los modelos de ocupación han resultado muy útiles para conocer el estado actual de una población, para darnos una perspectiva sobre cómo la especie de estudio hace uso del espacio y en estudios a largo plazo para dar seguimiento sobre las mismas (Mackenzie *et al.* 2003).

Se analizaron los modelos de ocupación del jaguar por periodos separados, en el primer periodo se encontró que el modelo más adecuado fue el que obtuvo un valor AIC= 405.97 y AIC weight=0.381 (un grupo y constante p) y un valor naive de 0.1524. Del mismo modo para el segundo periodo se seleccionó como el mejor modelo, el de un grupo y constante p (AIC=369.48, AIC weight=0.00), y se reportó un valor de naive más alto de 0.1750.

Utilizando la misma metodología, se han encontrado valores de naive que fueron mucho más bajos como el caso de Petracca *et al.* 2013 (0.04) (noreste de Puebla). Mientras que, en otros sitios como Nicaragua, se reportaron valores más altos (0.57; Zeller *et al.* 2011).

Por otra parte, el uso de covariables resulta muy importante para conocer qué factores se correlacionan de manera positiva o negativa con la ocupación de los jaguares, estas covariables pueden ser presas, tipo de vegetación o tipo de sendero (Ávila-Nájera *et al.* 2020). Por ejemplo, en la investigación de Arroyo-Arce, Guilder y Salom-Pérez (2014), que llevaron a cabo en Costa Rica, registraron que la probabilidad de detección fue mucho mayor en aquellos sitios donde estuvieron presentes las tortugas verdes (*Chelonia mydas*). En otro caso, Lavariega *et al.* (2020) encontraron que las covariables como: esfuerzo de muestreo, tasa de captura de presas, índice de vegetación y la cobertura forestal fueron las

que mejor explicaron el uso de hábitat del jaguar, siendo la última covariable la que más se correlacionó positivamente con la probabilidad de detección de este felino.

Aunque también puede ocurrir que ningún modelo o covariable resulte adecuado para predecir la presencia de los jaguares como ocurrió en la investigación de Ávila-Nájera *et al.* (2020) en El Edén.

En cuanto a los resultados de la densidad de jaguares, a través de Density para el primer periodo se estimó una densidad de 0.6171 indv/100 km² y en el segundo periodo de 0.9630 indv/100 km², si bien detectamos una diferencia entre el periodo 1 y 2, la variación entre los resultados puede deberse al modelo utilizado, ya que en el primer periodo se utilizó el modelo Jackknife y en la segunda el modelo nulo, donde este último asume que la población no se comporta de manera heterogénea.

Las densidades que estimamos fueron muy bajas en ambos periodos, en comparación con otros estudios, como ocurrió, en el área natural protegida meseta de Cacaxtla, Sinaloa, que se ubica aproximadamente a 25 km al suroeste de la zona de estudio, o en un rancho privado al este de Sonora, , donde las densidades registradas para este felino fueron más elevadas, en el primer caso obtuvieron 1.59 indv/100km² (Coronel-Arellano, Lara-Díaz y López-González, 2017), y en el segundo 4.61 indv/100km² (Greenspan, Anile y Nielsen, 2020).

Del mismo modo, en Chinantla, Oaxaca se reportó una densidad más alta, con valores de 1.15-1.16 indv/100km² (Lavariega *et al.* 2020), y el norte de Quintana Roo densidades de 0.7 a 3.5 jaguares por 100 km², fluctuaciones que se obtuvieron entre 2008 y 2010-2012 (Ávila-Nájera *et al.* 2015), donde a pesar de reportar densidades bajas, estas siguen siendo

mucho más elevadas con respecto a nuestros resultados, a excepción de la segunda temporada. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que las distintas regiones cuentan con diferente vegetación al de nuestro sitio de estudio, y en caso particular de trabajo en Quintana Roo, esta región es donde se encuentran las poblaciones de jaguares de mayor densidad del país.

Otros estudios que también encontraron altas densidades fueron llevados a cabo en la región de los Llanos, Venezuela con $4.44 \text{ indv}/100\text{km}^2$ (Jędrzejewski *et al.* 2017) y en el Valle de Tuichi, Bolivia $1.68 \text{ indv}/100\text{km}^2$ (Wallace *et al.* 2003).

En otro caso, Ayala *et al.* (2022) al igual que nuestra investigación utilizaron el modelo nulo para el cálculo de densidades en su estudio, llevado a cabo en el noreste de Bolivia y sureste de Perú en 2001, calcularon una densidad de $0.10 \pm 0.05 \text{ indv}/100\text{km}^2$ en uno de sus sitios de estudio (Tuichi), resultados incluso más bajos que los que obtuvimos en ambos periodos, mientras que en los otros seis sitios estudiados calcularon densidades de 1.56 - $2.39 \text{ indv}/100\text{km}^2$, densidades más elevadas a las que estimamos. Otra investigación que tuvo densidades más bajas a las que calculamos, fue realizada por Thompson *et al.* (2022) al oeste de Paraguay, donde, en una zona estimaron densidades de $0.44 \text{ indv}/100\text{km}^2$ y en otra, estimaron de $1.6 \text{ indv}/100\text{km}^2$, concluyendo que las bajas densidades se presentaron en sitios con mayor deforestación.

En ocasiones las bajas densidades de jaguares se han relacionado con una alta actividad humana dentro del área o que estos felinos prefieren hábitats de bajas elevaciones con pendientes moderadas y con alta disponibilidad de presas (Wallace *et al.* 2003; Lavariega *et al.* 2020), aunque en esta investigación se observó muy baja actividad humana en la

mayoría de las áreas de muestreo, la baja densidad de estos felinos podría estar más relacionada a la disponibilidad de presas o la presencia de ganado bovino. Otros aspectos que pueden influir en la captura de jaguares, pueden ser la distancia entre cámaras, el tamaño del polígono de muestreo, el número de estaciones de fototrampeo, entre otras (Tobler y Powell, 2013).

Por último, tomar en cuenta que a pesar de que los modelos espacialmente explícitos han resultado ser los mejores estimadores, estos suelen subestimar las densidades cuando carecen de recapturas de individuos (Ayala *et al.* 2022).

Sería muy útil seguir llevando a cabo estudios de densidad poblacional de jaguares en la región para obtener más información y poder comparar a lo largo de los años las fluctuaciones de las densidades, que contribuirían a conocer mejor y más detalladamente el estado de estas poblaciones.

CONCLUSIONES

En conclusión, las especies de felinos tanto los grandes (pumas y jaguares) como los mesodepredadores (lince, ocelotes y tigrillos), presentaron un coeficiente de traslape de moderado a alto con sus presas potenciales, aunque por otra parte algunos depredadores obtuvieron altos traslapes con las mismas presas, por lo cual podríamos deducir que una alta coincidencia podría generar presión entre estos depredadores.

Adicionalmente, se esperaba que el traslape entre las especies simpátricas de depredadores fueran bajas para poder favorecer su coexistencia, pero con nuestros resultados encontramos lo contrario, ya que los pares de depredadores que comparamos tuvieron traslapes con valores que iban de $\Delta = 0.60$ (moderado) a $\Delta = 0.8348717$ (alto). Pero al hacer

un análisis más detallado de la superposición de los patrones de actividad, en el caso particular de los jaguares y los pumas, pudimos observar que los primeros presentaron el mayor número de sus registros en la mañana (04:00-08:00 h) y por el contrario los pumas tuvieron mayores registros entre la tarde y noche (17:00-23:00 h).

Pasando al traslape entre los periodos de muestreo, no se observaron cambios significativos en los patrones de actividad de las especies muestreadas entre el periodo 1 y el periodo 2, pero sería recomendable realizar un estudio que por lo menos cubra un año completo para poder identificar si estos patrones cambian durante todo el año y además poder obtener más registros de algunas especies.

Los modelos que mejor explicaron la presencia de jaguares para ambos periodos fueron el modelo un grupo y constante p (T1: AIC= 405.97, AIC weight=0.381; T2: AIC=369.48, AIC weight=0.00), con valores naive de 0.1524, para el primer periodo y 0.1750 para el segundo periodo. Adicionar covariables a los modelos como vegetación, altitud y presencia de especies domésticas, sería de gran utilidad para tener mayor certeza sobre cuáles factores de la zona de estudio tienen mayor influencia en la presencia de estos grandes felinos.

En último lugar, las densidades de jaguares que estimamos fueron los valores más bajos registrados en comparación con la mayoría de los estudios realizados en el sureste de México y Sudamérica, incluso comparado con otros estudios también realizados al norte del país. Si bien no se pudo definir qué factores determinaron estas bajas densidades, esta investigación nos da una primera perspectiva sobre la población de los jaguares en las zonas aledañas a la comunidad de El Carmen, Sinaloa, que es de las distribuciones más norteñas de este felino. Para concluir, se espera incentivar la realización de más

investigaciones sobre estas especies en la región, para poder tener resultados más robustos y así mismo realizar futuras comparaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, K.C., Moro-Ríos, R.F., Silva-Pereira, J.E., Miranda, J.M., Jablonski, E.F., Passos, F. C. (2008). Feeding habits of ocelot (*Leopardus pardalis*) in Southern Brazil. *Mammalian Biology*, 73, 407-411.
- Andrade-Ponce, G.P., Cepeda-Duque, J.C., Mandujano, S, Velásquez-C, K.L., Gómez-Valencia, B. y Lizcano, D.J. (2021). Modelos de ocupación para datos de cámaras trampa: de los conceptos a la interpretación. *Mammalogy Notes*, 7(1), 1-23.
- Armstrong, D., Jones, J. y Birney, E. (1972). Mammals from the Mexican State of Sinaloa. III. Carnivora and Artiodactyla. *Journal of Mammalogy*, 53(1), 48-61.
- Aranda, M., Rosa, O., Ríos, J. y 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.
- Arroyo-Arce, S., Guilder, J. y Salom-Pérez, R. (2014). Habitat features influencing jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) occupancy in Tortuguero National Park, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 62, 4, 1449-1458.
- Avendaño, M. (2019). Análisis de actividad: *circular*. En S. Mandujano y L.A. Pérez-Solano (Eds.), *Fototrampeo en R: organización y análisis de datos* (Vol.1, pp. 155-165). *Instituto de Ecología A.C.*
- Ávila-Nájera, D., Chávez, C., Lazcano-Barrero, M.A., Pérez-Elizalde, S. y Alcántara-Carbajal, J.L. (2015). Estimación poblacional y conservación de felinos (Carnivora:

Felidae) en el norte de Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*, 63, 3, 799-813.

Ávila-Nájera, D., Chávez, C., Lazcano-Barrero, M., Mendoza, G. y Pérez-Elizalde, S. (2016). Overlap in activity patterns between big cats and their main prey in northern Quintana Roo, Mexico. *THERYA*, 7(3), 439-448.

Ávila-Nájera, D. M., Palomares, F., Chávez, C., Tigar, B., Mendoza, G. D. (2018) a. Jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) diets in Quintana Roo, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 41(2), 257–266.

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

Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Pérez-Elizalde, S., Palacios-Pérez, J., Tigar, B. (2020). Coexistence of jaguars (*Panthera onca*) and pumas (*Puma concolor*) in a tropical forest in south-eastern Mexico. *Animal Biodiversity and Conservation*, 43(1), 55–66.

Ayala, G.M., Viscarra, M.E., Sarmiento, P., Negrões, N., Fonseca, C y Wallace, R.B. (2021). Activity patterns of jaguar and puma and their main prey in the Greater Madidi-Tambopata Landscape (Bolivia, Peru). *Mammalia*, 85(3), 208-219.

- Ayala, G.M., Viscarra, M.E., Fonseca, C. y Wallace, R.B. (2022). Estimates of jaguar (*Panthera onca*) population density in the South American Greater Madidi-Tambopata Landscape. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(2), 1-16.
- Botello, F., Illoldi-Rangel, P., Linaje, M. y Sánchez-Cordero, V. (2006). Nota científica. 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*, 22(1), 135-139.
- Botts, R. T., Eppert, Timothy, J. W., Rodriguez, A., Blankenship, S. R., Asselin, E. M., Garley, W. M., Wagner, A. P., Ullrich, S. E., Allen, G. R. y Mooring, M. S. (2020). Circadian activity patterns of mammalian predators and prey in Costa Rica. *Journal of Mammalogy*, 101(5), 1313-1331.
- Blake, J. G., Mosquera, D., Loiselle, B. A., Swing, K., Guerra, J. and Romo, D. (2016). Spatial and temporal activity of ocelots *Leopardus pardalis* in lowland forest of eastern Ecuador. *Journal of Mammalogy*, 97(2), 455-463.
- Cassaigne, I., Medellín, R. A., Thompson, R. W., Culver, M., Ochoa, A., Vargas, K., Childs, J. L., Sanderson, J., List, R. y Torres-Gómez, A. (2016). Diet of pumas (*Puma concolor*) in Sonora, Mexico, as determined by gps kill sites and molecular identified scat, with comments on jaguar (*Panthera onca*) diet. *The southwestern Naturalist*, 61 (2): 125-132.
- Carral-García, M., Buenrostro, I., Weissenberger, V.R., Pérez-Flores, J. (2021). Dog predation by jaguars in a tourist town on the Mexican Caribbean. *Neotropical Biology and Conservation*, 16(4), 461-474.

- Cavalcanti, S.M. y Gese, E. (2010). Kill rates and predation of jaguars (*Panthera onca*) in the southern Pantanal, Brazil. *Journal of mammalogy*, 91, 3, 722-736.
- Carrera-Treviño, R., Lira-Torres, I., Martínez-García, L. y López-Hernández, M. (2016). El jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(4).
- Carrera-Treviño, R., Austidillo-Sánchez, C., Garza-Torres, H., Martínez-García, L. y Soria-Díaz, L. (2018). Interacciones temporales y espaciales de mesocarnívoros simpátricos en una Reserva de la Biosfera: ¿coexistencia o competencia? *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 996-1008.
- Cepeda-Duque, J. C., Gómez-Valencia, B., Álvarez, S., Gutiérrez-Sanabria, D. R., Lizcano, D. J. (2021). Daily activity pattern of pumas (*Puma concolor*) and their potential prey in a tropical cloud forest of Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 44(2), 267–278.
- Chávez, C., Ceballos, G., Amín, M. (2007). Ecología poblacional del jaguar y sus implicaciones para su conservación en la Península de Yucatán. In: Conservación y Manejo del Jaguar en México, estudios de caso y perspectivas: 91–100 (G. Ceballos, C. Chávez, R. List, H. Zarza, Eds.). CONABIO, UNAM, Alianza WWF, Telcel, Distrito Federal.
- Charre-Medellín, J.F., Sánchez-Cordero, V., Magaña-Coto, G., Álvarez-Jara, M. y Botello, F. (2012). Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) in Guanajuato, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 57(1), 117-118.

- Chávez, C., de la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R.A., Zarza, H. y Ceballos, G. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2006). Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Mapimí. *Conabio*. 1a Ed. México.
- Coronel-Arellano, H., Lara-Díaz, N. y López-González, C. (2017). Abundancia y densidad de Jaguar (*Panthera onca*) en el APFF Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México (Nota científica). *Acta Zoológica Mexicana*, 33 (1), 116-119.
- Dayan, T. y Simberloff, D. (2005). Ecological and community-wide character displacement: the next generation. *Ecology Letters*, 8, 875-894.
- Delibes, M., Blázquez, M.C., Rodríguez-Estrella, R. y Zapata, S.C. (1997). Seasonal food habits of bobcats (*Lynx rufus*) in subtropical Baja California Sur, Mexico. *Canadian Journal of Zoology*, 74, 478-483.
- De Villa Meza, A., Martínez-Meyer, E. y López-González, C. (2002). Ocelot (*Leopardus pardalis*) food habits in a tropical deciduous Forest of Jalisco, Mexico. *The American Midland Naturalist*, 148, 146-154.
- De la Torre, J., Núñez, J. y Medellín, R. (2017). Spatial requirements of jaguars and pumas in southern Mexico. *Mammalian Biology*, 84, 52-60.

- Di Bitetti, M.S., Paviolo, A. y De Angelo. (2006). Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology*, 270, 153–163.
- Di Bitetti, M.S., De Angelo, C.D., Di Blanco, Y. E. y Paviolo, A. (2010). Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. *Acta Oecologica*, 36, 403-412.
- Dobbins, M. T., Steinberg, M.K., Broadbent, E. N. y Ryan S.J. (2017). Habitat use, activity patterns and human interactions with jaguars *Panthera onca* in southern Belize. *Oryx*, 52 (2), 276-281.
- Elizalde-Arellano, C., López-Vidal, J.C., Hernández, L., Laundré, J.W., Cervantes, F. y 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, 247-264.
- Elmhagen, B. y Rushton, S.P. (2007). Tropic control of mesopredators in terrestrial ecosystems: top-down or bottom up?. *Ecology Letters*, 10, 197-206.
- Frey, S. Fisher, J., Cole, A. y Volpe, J. (2017). Investigating animal activity patterns and temporal niche partitioning using camera-trap data: challenges and opportunities. *Remote sensing in ecology and conservation*, 3, 123-132.
- Foster, V.C., Sarmiento, P., Sollmann, R., Torres, N., Jácomo, A.T., Negrões, N., Fonseca, C. y Silveira, L. (2013). Jaguar and Puma Activity Patterns and Predator-Prey Interactions in Four Brazilian Biomes. *BIOTROPICA*, 1-7.

- Greenspan, E., Anile, S. y Nielsen, C.K. (2020). Density of wild felids in Sonora, Mexico: a comparison of spatially explicit capture-recapture methods. *European Journal of Wildlife Research*, 66, 60, 1-12.
- Guerisoli, M., Caruso, N., Luengos-Vidal, E.M. y Lucherini, M. (2019). Habitat use and activity patterns of *Puma concolor* in a human-dominated landscape of central Argentina. *Journal of Mammalogy*, 100(1), 202-211.
- Guerrero, S., Badii, M.H., Zalapa, S.S. y Flores, A.E. (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.
- Harmsen, B.J., Foster, R.J., Silver, S., Ostro, L. and Doncaster, C.P. (2009). Differential Use of Trails by Forest Mammals and the Implications for Camera-Trap Studies: A Case Study from Belize. *Biotropica*, 42,126-133.
- Harmsen, B., Foster, R., Silver, S., Ostro, L. y Doncaster, C. (2010). Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology*,
- Hernández-Pérez, E., Reyna-Hurtado, R., Castillo, G., Sanvicente, M. y Moreira-Ramírez, J. (2015). Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a petenes del noroeste de la península de Yucatán, México. *THERYA*, 6 (3),559-574.
- Hernández-SaintMartín, A. D., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J. Tarango-Arámula, L. A., Clemente-Sánchez, F., & Hoogesteijn, A. L. (2013). Activity patterns of

- jaguar, puma and their potential prey in San Luis Potosí, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 29 (3): 520-533.
- Hernández-Sánchez, A. y Santos-Moreno, A. (2020). Activity patterns in a feline assemblage in south-west Mexico, and their relationship with prey species. *Journal of Tropical Ecology*, 36, 225-233.
- Hortelano-Moncada, Y., Solano-Arenas, J. y León-Tapia, M. (2016). Mamíferos silvestres del estado de Sinaloa. En Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. E. Sosa-Escalante (Eds.), *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal* (Pp. 405-440). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Horn, P.E., Pereira, M.J., Trigo, T.C., Eizirik, E. y Tirelli, F.P. (2020). Margay (*Leopardus wiedii*) in the southernmost Atlantic Forest: Density and activity patterns under different levels of anthropogenic disturbance. *PLoS ONE*, 15,5.
- Isasi-Catalá, E., Acosta, J., Anchante, A., Bianchi, G., Caro, J., Falconi, N., Maffei, L., Martínez, J.L. y Goldstein, I. (2016). Modelos de ocupación para el monitoreo de la efectividad de estrategias de conservación del área de conservación regional comunal Tamshiyacu Tahuayo- ACRCCTT, Loreto-Perú. *Ecología aplicada*, 15(2), 61-68.
- Jędrzejewski, W., Puerto, M., Goldberg, J., Hebblewhite, M., Abarca, M., Gamarra, G., Calderón, L., Romero, J., Vilorio, A., Carreño, R., Robinson, H., Lampo, M., Boede, E. Biganzoli, A., Stachowicz, I., Velásquez, G. y Schmigt, K. (2017).

- Density and population structure of the jaguar (*Panthera onca*) in a protected area of Los Llanos, Venezuela, from 1 year of camera trap monitoring. *Mammal research*, 62, 9-19.
- Jędrzejewski, W., Vivas, I., Abarca, M., Lampo, M., Morales, L., Gamarra, G., Schmidt, K., Hoogesteijn, R., Carreño, R., Puerto, M., Vilorio, A., Breitenmoser, C. y Breitenmoser, U. (2021). Effect of sex, age, and reproductive status on daily activity levels and activity patterns in jaguars (*Panthera onca*). *Mammal Research*. 66.
- Karanth, K.U. y Sunquist, M.E. (2000). Behavioural correlates of predation by tiger (*Panthera tigris*), leopard (*Panthera pardus*) and dhole (*Cuon alpinus*) in Nagarhole, India. *Journal of Zoology*, 250, 255-265.
- König, H. J., Kiffner, C., Kramer-Schadt, S., Fürst, C., Keuling, O. y Ford, A. T. (2020). Human-wildlife coexistence in a changing world. *Conservation Biology*, 34 (4): 786-794.
- Lavariega, M.C., Ríos-Solís, J.A., Flores-Martínez, J.J., Galindo-Aguilar, R.E., Sánchez-Cordero, V., Juan-Albino, S. y Soriano-Martínez, I. (2020). Community-Based Monitoring of Jaguar (*Panthera onca*) in the Chinantla Region, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 13,1-16.
- Leão, C., Meri-Leão, R. M. y Grelle, C. E. (2022). Temporal and spatial segregation between mammal predators and their prey in a Brazilian Conservation Unit (PARNASO). *Mammalogy Notes*, 7(2), 1-11.

- López-González, C. A., Ávila-Aguilar, D. & Cruz-Torres, M. F. (2015). Bobcat Abundance (*Lynx rufus escuinapae* J. A. Allen, 1903) in the Parque Nacional El Cimatario, Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 31(1), 138-140.
- López-Tello, E. y Mandujano, S. (2017). Paquete camtrapR para gestionar datos de fototrampeo: aplicación en la reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 7(2), 13- 37.
- López-Tello, E. (2019). Análisis de actividad y traslape: overlap. En S. Mandujano y L.A. Pérez-Solano (Eds.), *Fototrampeo en R: organización y análisis de datos* (Vol.1, pp. 155-165). *Instituto de Ecología A.C.*
- Luja, V.H., Rodríguez-Estrella, R., Guzmán-Báez, D.J. y Jiménez, L. (2021). The bobcat (*Lynx rufus*) in the Nayarit Coastal Plain, México: presence, relative abundance and activity patterns. *THERYA NOTES*, 2, 125-131.
- MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Hines, J. E., Knutson, M. G. y Franklin, A. B. (2003). Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology*, 84, 8, 2200-2207.
- Marchini, S. y Crawshaw, P. G. (2015). Human-Wildlife Conflicts in Brazil: A Fast-Growing Issue. *Human Dimensions of Wildlife*, 20:323-328.
- Massara, R. L., Paschoal, A. M., Bailey, L. L., Doherty, P. F., Barreto, M. y Chiarello, A. (2018). Effect of humans and pumas on the temporal activity of ocelots in protected areas of Atlantic Forest. *Mammalian Biology*, 92, 86-93.

- Miranda, E., De Almeida, A., Mundim, N., Bastos, G. y Silveira, L. (2018). What are jaguars eating in a half-empty forest? Insights from diet in an overhunted Caatinga reserve. *Journal of Mammalogy*, 99(3), 724-731.
- Miller, B., Dugelby, B., Foreman, D., Del rio, C.M., Noss, R., Phillips, M., Reading, R., Soulé, M.E., Terborgh, J. y Willcox, L. (2001). The importance of large carnivores to healthy ecosystems. *Endangered Species Update*, 18, 202-210.
- Moreno, R.S., Kays, R.W. y Samudio, R. (2006). Competitive realisation in diets of ocelot (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. *Journal of Mammalogy*, 87 (4), 808-816.
- Morales-Delgado, L.M., Farías-González, V. y Téllez-Valdés, O. (2021). Distribución potencial de *Leopardus wiedii* en las áreas naturales protegidas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92,1-12.
- Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto, C., Zarco-González, M. y Urios, V. (2009). Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central Mexico. *Animal Biology*, 59, 145–157.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, Z. y Zarco-González, M.M. (2019). Potential distribution and areas for conservation of four wild felid species in Mexico: Conservation planning. *Mammalian Biology*, 98, 128-136.
- Navarro-Serment, C., López-González, C. y Gallo-Reynoso. (2005). Occurrence of Jaguar (*Panthera onca*) in Sinaloa, Mexico. *Southwestern Association of Naturalists*, 50, 102-106.

- Niedballa, J., Sollmann, R., Courtiol, A. y Wilting, A. (2016). Camtrapr: and r package for efficient camera trap data management. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1457-1562.
- Ouboter, D.A., Kadosoe, V.S., Ouboter, P.E. (2021). Impact of ecotourism on abundance, diversity and activity patterns of medium-large terrestrial mammals at Brownsberg Nature Park, Suriname. *PLoS ONE*, 16(6), 1-22.
- Palmeira, F.B., Crawshaw, P.G., Haddad, C.M., Ferraz, K.M. y Verdade, L.M. (2008). Cattle depredation by puma (*Puma concolor*) and jaguar (*Panthera onca*) in central-western Brazil. *Biological conservation*, 141, 118-125.
- Palomares, F., Fernández, N., Roques, S., Chávez, C., Silveira, L., Keller, C. y Adrados, B. (2016) Fine-Scale Habitat Segregation between Two Ecologically Similar Top Predators. *PLoS ONE*, 11, 5,1-16.
- Payán, E. y Escudero-Páez, S. (2015). Densidad de jaguares (*Panthera onca*) y abundancia de grandes mamíferos terrestres en un área no protegida del Amazonas colombiano. En E. Payán, C. A. Lasso y C. Castaño-Uribe (Eds). *Conservación de grandes vertebrados en áreas no protegidas de Colombia, Venezuela y Brasil* (23 Ed., pp. 225-242). *Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical*.
- Peña-Mondragón, J.L. y Castillo, A. (2013). Depredación de ganado por jaguar y otros carnívoros de México. *THERYA*, 4, 3, 431-446.

- Pérez-Irineo, G., Santos-Moreno, A. y Hernández-Sánchez. (2017). Density and activity pattern of *Leopardus wiedii* and *Leopardus pardalis* at Sierra Norte of Oaxaca, Mexico. *Therya*, 8, 3, 217-222.
- Petracca, L.S., Ramírez-Bravo y Hernández-Santín. (2013). Occupancy estimation of jaguar *Panthera onca* to assess the value of east-central Mexico as a jaguar corridor. *Fauna and flora International, Oryx*, 48(1), 133-140.
- Pianka, E. (1974). Niche Overlap and Diffuse Competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 71(5), 2141–2145.
- Rafiq, K., Hayward, M., Wilson, A., Meloro, C., Jordan, N., Wich, S., McNutt, J. y Golabek, A. (2020). Spatial and temporal overlaps between leopards (*Panthera pardus*) and their competitors in the African large predator guild. *Journal of zoology*. 311, 246-259.
- Reyna-Hurtado, R., O’Farrill G., Chávez, C., Serio-Silva, J.C. y Castillo-Vela, G. (2015). Large Terrestrial mammals. En G. A. Islebe, S. Calmé, J. L. León-Cortés, B. Schmook. (Ed.), *Biodiversity and Conservation of the Yucatán Peninsula*, Springer International Publishing, 227-255.
- Ríos-Solís, J.A., Flores-Martínez, J.J, Sánchez-Cordero, V. y Lavariega, M. (2021). Diversity and activity patterns of medium- and large-sized terrestrial mammals at the Los Tuxtlas Biosphere Reserve, Mexico. *THERYA*, 12, 2, 237-248.

- Ridout, M.S y Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14, 322-337.
- Rocha, D., Sollmann, R., Ramalho, E.E., Ilha, R., Tan, C.K.W. (2016). Ocelot (*Leopardus pardalis*) Density in Central Amazonia. *PLoS ONE*, 11(5).
- Rodríguez-Soto, C., Monroy-Vilchis, O. y Zarco-González, M. (2013). Corridors for jaguar (*Panthera onca*) in Mexico: Conservation strategies. *Journal for Nature Conservation*, 21, 438-443.
- Romero-Muñoz, A., Maffei, L., Cuellar, E. y Noss, A.J. (2010). Temporal separation between jaguar and puma in the dry forests of southern Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*, 26, 303–311.
- Rorabaugh, J.C., Schipper, J., Avila-Villegas, S., Lamberton-Moreno, J.A. y Flood, T. (2020). Ecology of an ocelot population at the northern edge of the species' distribution in northern Sonora, Mexico. *PeerJ*, 8, 1-25.
- Rueda, P., Mendoza, G.D., Martínez, D. y Rosas-Rosas, O.C. (2013). Determination of the jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) diet in a tropical forest in San Luis Potosi, Mexico. *Journal of Applied Animal Research*.
- SEMARNAT. (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. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre, 2010.

- Serna-Lagunes, R., Álvarez-Oseguera, L.R., Ávila-Nájera, D.M., Leyva-Ovalle, O.R., Andrés-Meza, P. y 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.
- Servín, J., Aguilar-Jiménez, L.E., Hernández-Reyes, E.F., Tinoco, J. y Sánchez-Robles, J. (2016). Record of a live Ocelot (*Leopardus pardalis*) at la Michilía Biosphere Reserve, Durango, Mexico. *Western North American Naturalist*, 76(4), 497-500.
- Silver, S., Ostro, L., Marsh, L., Maffei, L., Noss, A., Kelly, M., Wallace, R., Gomez, H. y Ayala, G. (2004). The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38, 145-154.
- Soria-Díaz, L., Fowler, M. S. y Monroy-Vilchis, O. (2017). Top-down and bottom-up control on cougar and its prey in a central Mexican natural reserve. *European Journal of Wildlife Research*, 63,1-10.
- Torres-Romero, E. J., Espinoza-Medinilla, E., Lazcano-Barrero, M. A. y Maffei, L. (2017). Ecology and conservation of ocelot (*Leopardus pardalis*) in Northern Quintana Roo, México. *THERYA*, 8(1), 11-18.
- Tobler, M.W. y Powell, G.V. (2013). Estimating jaguar densities with camera traps: Problems with current designs and recommendations for future studies. *Biological Conservation*, 159, 109-118.
- Thompson, J.J., Velilla, M., Cabral, H., Cantero, N., Rojas, V., Britez, E., Campos, J.M., McBride, R.T., Ayala, R. y Cartes, J.L. (2022). Jaguar (*Panthera onca*) population

- density and landscape connectivity in a deforestation hotspot: The Paraguayan Dry Chaco as a case study. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 20, 377–385.
- Schoener, T.W. (1974). Resource Partitioning in ecological Communities. *Science*, 185, 27-39.
- Urrea-Galeano, L.A., Rojas-López, M., Sánchez-Sánchez, L. y Ibarra-Manríquez, G. (2016). Registro de *Puma yagouaroundi* en la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, Michoacán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 548-551.
- Vanderhoff, E. N., Hodge, A., Arbogast, B. S., Nilsson, J. y Knowles, T. W. (2011). Abundance and activity patterns of the margay (*Leopardus wiedii*) at a mid-elevation site in the eastern Andes of Ecuador. *Mastozoología Neotropical*, 18(2),271-279.
- Vargas-Machuca, A., Ramírez-Barajas, P., Roldan-Tutivén, M., Ortiz-Gómez, L. y Soledispa-Bravo, Y. (2014). Patrones de actividad de tres especies de mamíferos cinegéticos en remanentes de bosque, Manabí, Ecuador. *Revista Científica Hippocampus: Colección Recursos Marino*, 4, 3-7.
- Wallace, R.B, Gómez, H., Ayala, G. y Espinoza, F. (2003). Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 10, 1, 133-139.
- Weckel, M., Giuliano, W. y Silver, S. (2006). Jaguar (*Panthera onca*) feeding ecology: distribution of predator and prey through time and space. *Journal of Zoology*, 270, 25-30.

Zarco-González, M. M., Monroy-Vilchis, O. y Alaníz, J. (2013). Spatial model of livestock predation by jaguar and puma in Mexico: Conservation planning. *Biological Conservation*, 159, 80-87.

Zeller, K.A., Nijhawan, S., Salom-Pérez, R., Potosme, S.H. y Hines, J.E. (2011). Integrating occupancy modeling and interview data for corridor identification: A case study for jaguars in Nicaragua. *Biological Conservation*, 144, 892-901.

ANEXOS

Anexo 1. Formato para registrar las características de los sitios donde se coloquen las trampas-cámara.

Formato para registrar las características de los sitios donde se coloquen las trampas-cámara

Número de hoja: _____
Estación de cámara: _____
Lugar: _____
Municipio: _____
Nombre de la persona: _____
Lat/ long GPS: _____
Altitud: _____

Fecha: _____
Nombre del sitio: _____
Ejido: _____
Estado: _____
UTM: _____

**Tipo de características del sitio para jaguar:
(lo que mejor describe el sitio)**

- ruta de paso
- marca olorosa
- sitio de rascadero
- carcasa
- sendero
- hechadero
- otro (describir)

Tipo de sendero:

- bien definido
- moderadamente definido
- pobremente definido o difícil de ver

Sustrato dominante:

- rocoso
- gravoso
- arenoso
- grano fino

Presencia de signos:

- a) huellas
tamaño _____
tiempo _____
- b) rascaderos
número _____
tamaño _____
tiempo _____
- c) excrementos
número _____
tiempo _____

Signos de presencia de presas:

especie y tipo de signo _____

Posición en la pendiente:

- abajo mitad superior

Rugosidad del hábitat:

- rocoso escarpado
- muy escarpado plano o valle

Factores topográficos:

- loma
- borde
- pendiente

- cima
- valle
- cerca
- cuerpo de agua
- roca

Tipo de vegetación:

- sin vegetación
- pastizal
- arbustos
- bosque
- cultivos
- otros _____

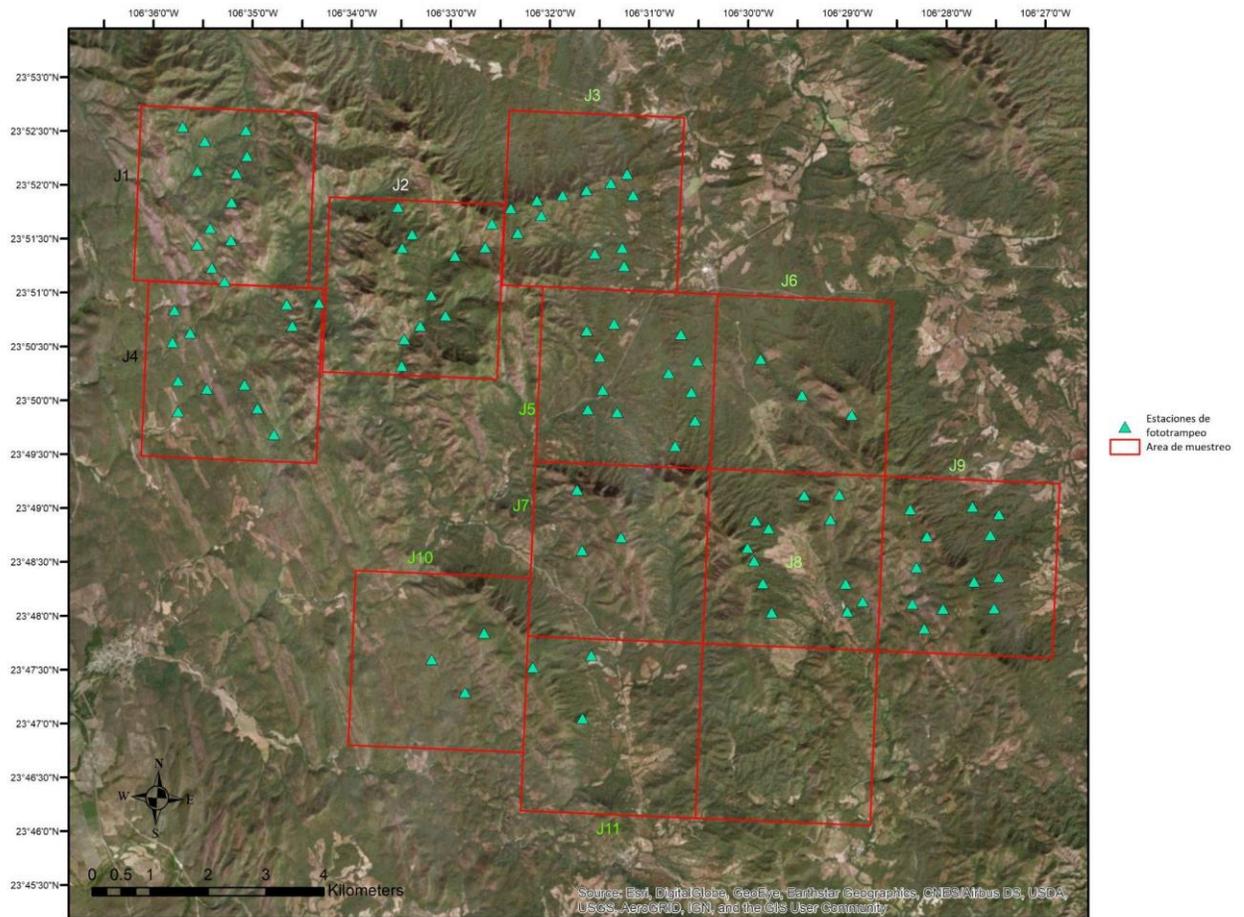
Uso:

- temporal primavera verano
 invierno
- no temporal todo el año
 no uso

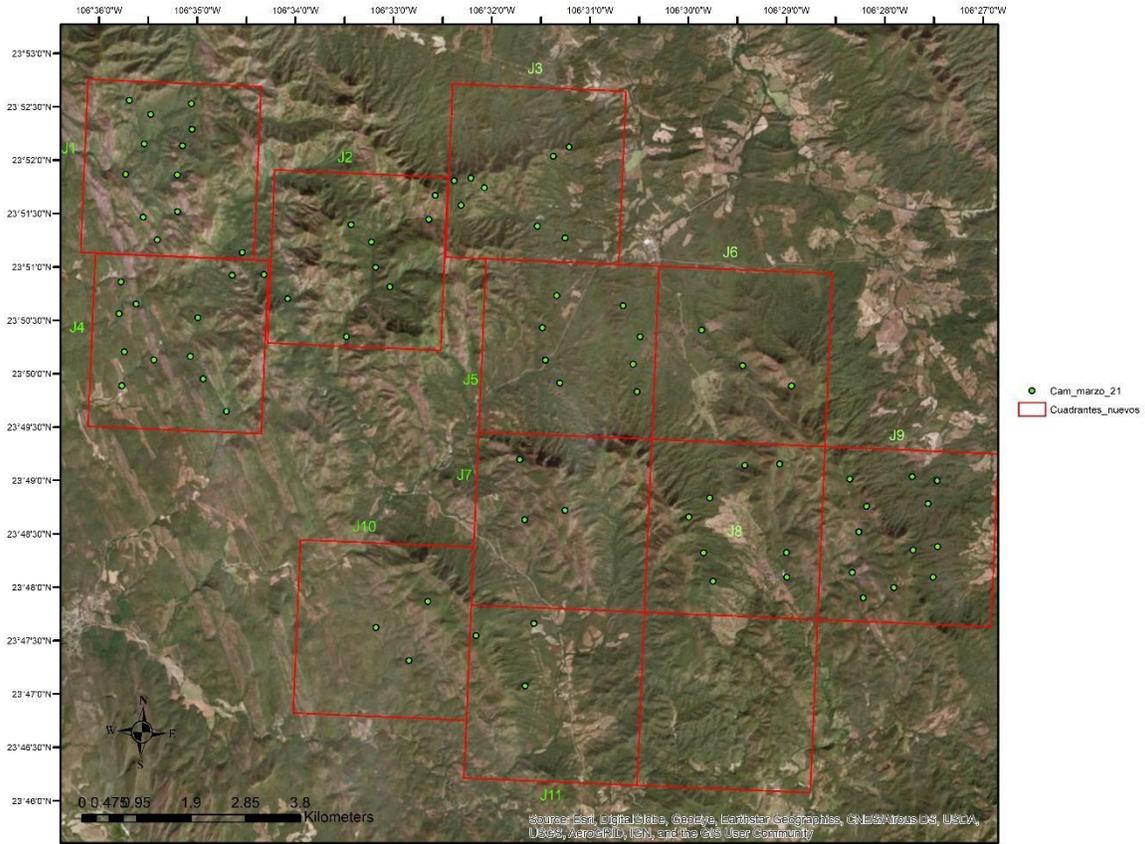
Presencia humana (incluyendo pastoreo):

- diaria: varias veces/semana
- una vez/semana, una vez/mes
- rara vez visitado

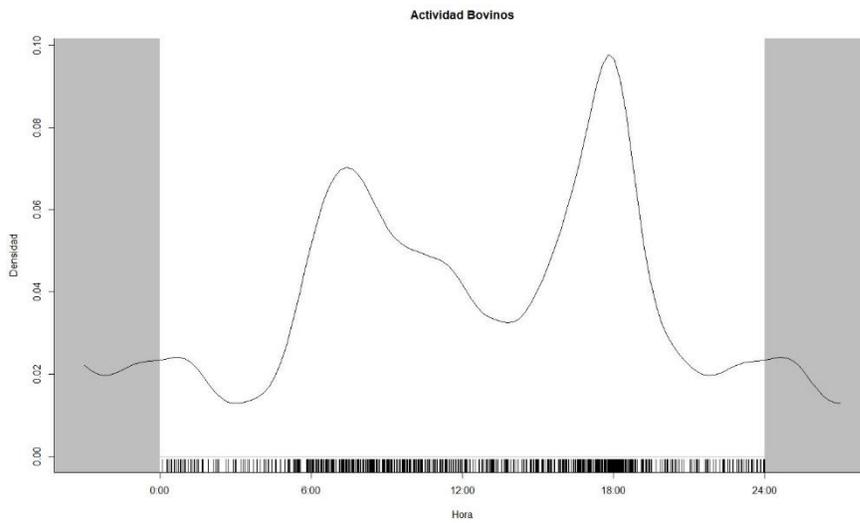
Anexo 2. Localización de las estaciones de fototrampeo Periodo 1.



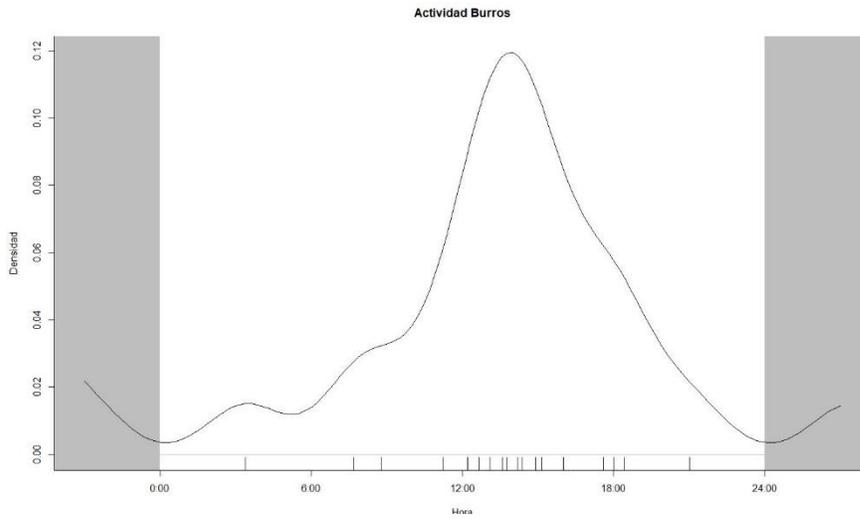
Anexo 3. Localización de las estaciones de fototrampeo Periodo 2.



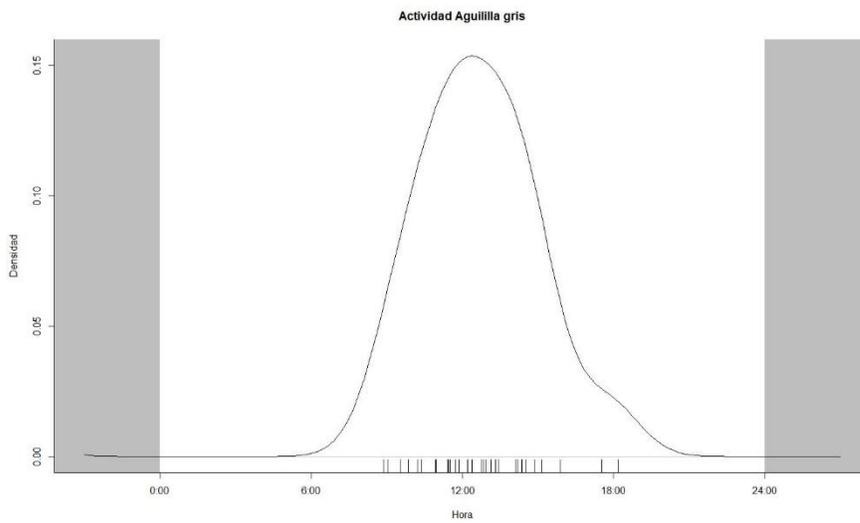
Anexo 4. Patrones de actividad de las especies identificadas en El Carmen, Sinaloa.



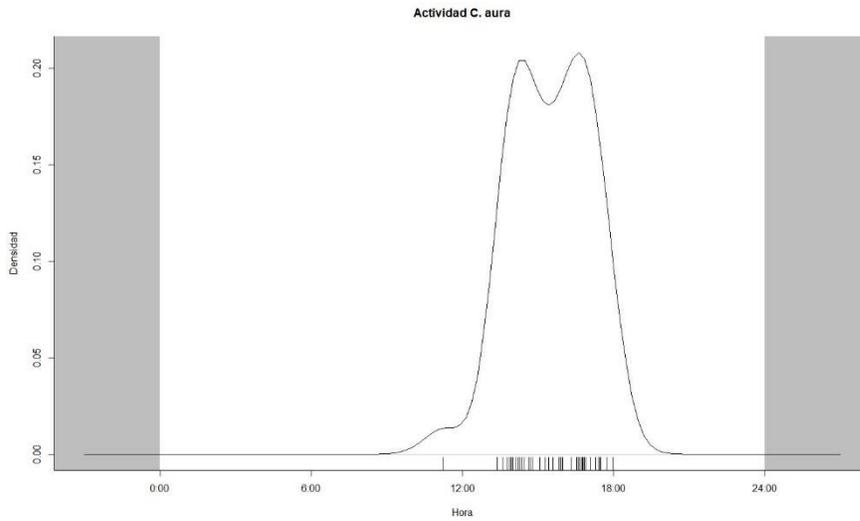
4.1 Patrón de actividad de



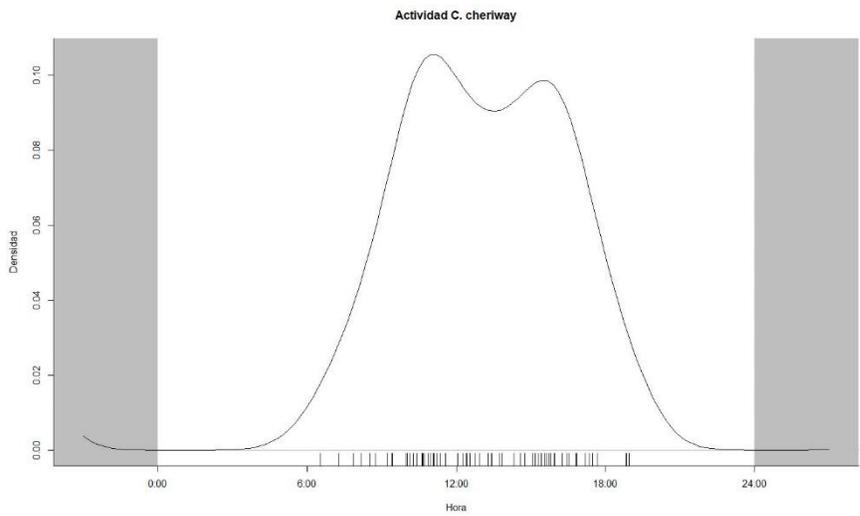
4.2 Patrón de actividad de



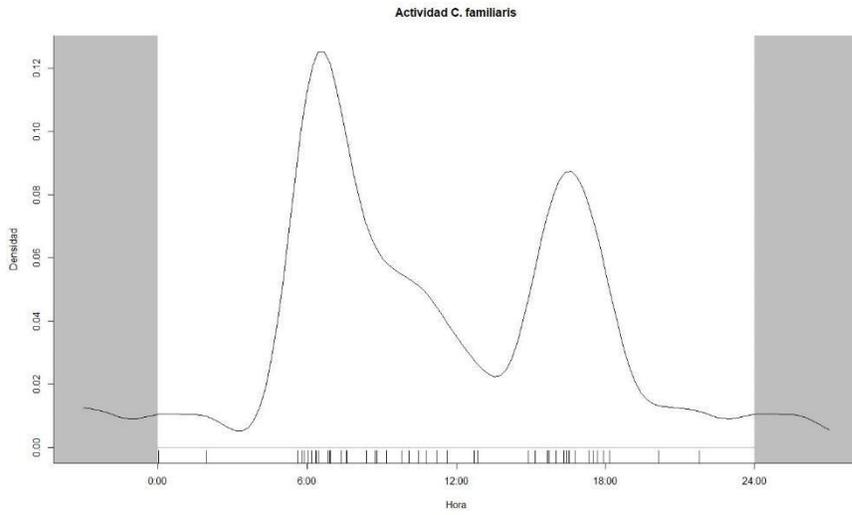
4.3 Patrón de actividad de Aguililla gris (*Buteo plagiatus*)



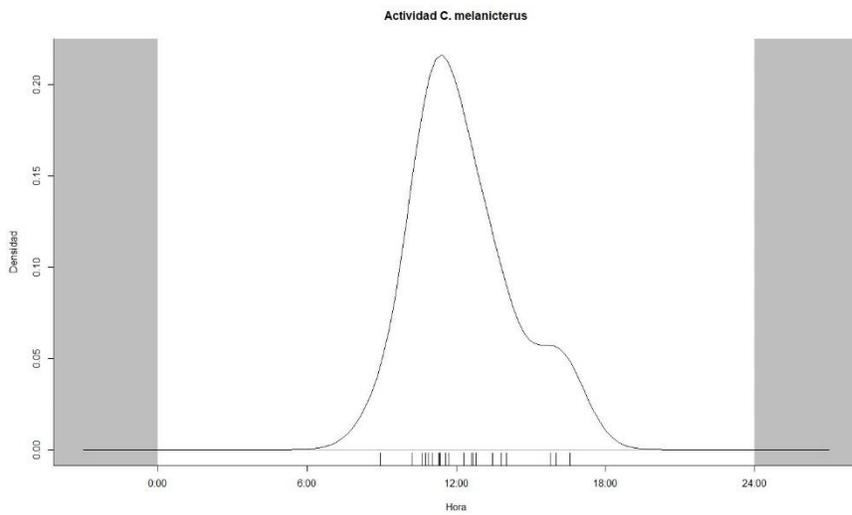
4.4 Patrón de actividad de Zopilote aura (*Cathartes aura*)



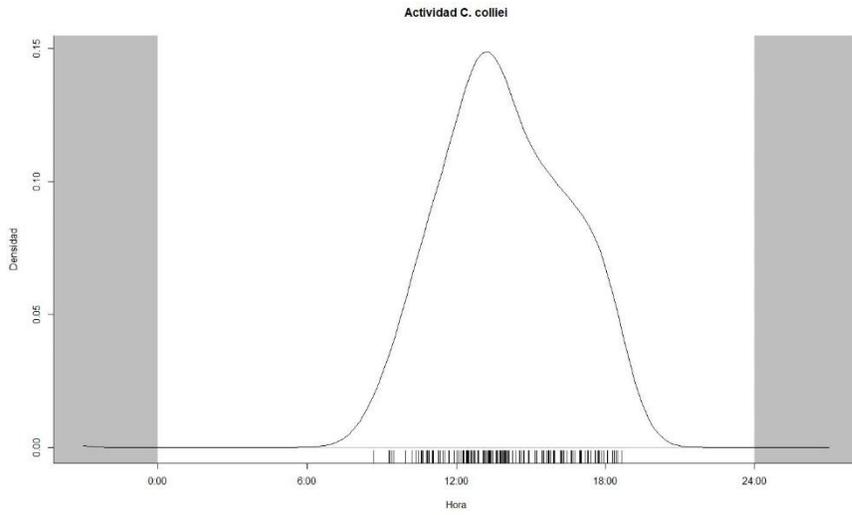
4.5 Patrón de actividad de Caracara quebrantahuesos (*Caracara*



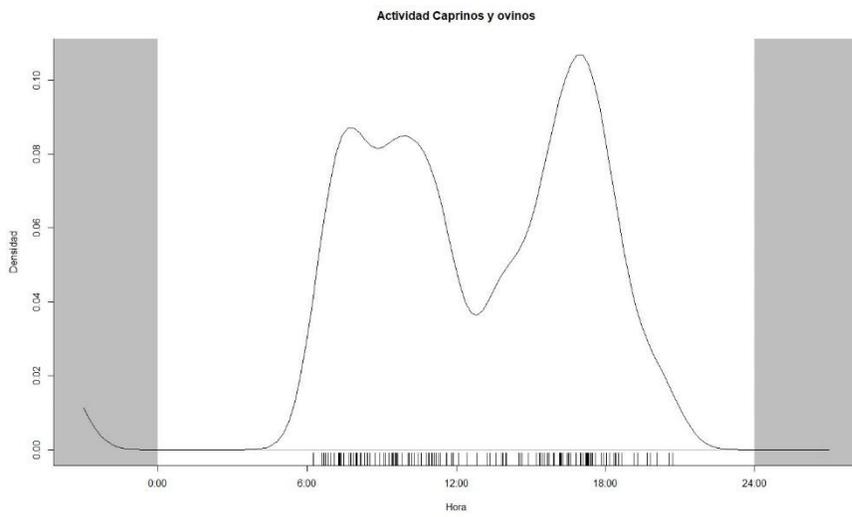
4.6 Patrón de actividad de perros (*Canis lupus*)



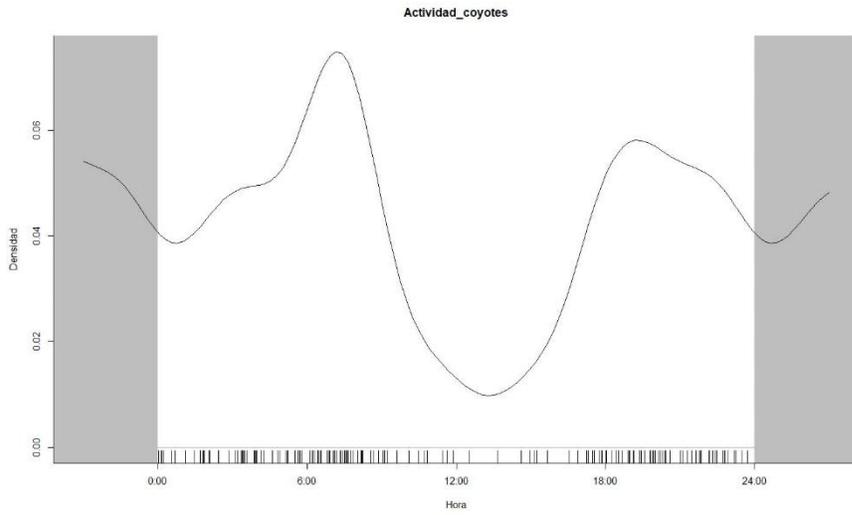
4.7 Patrón de actividad de cacique (*Cassicus*)



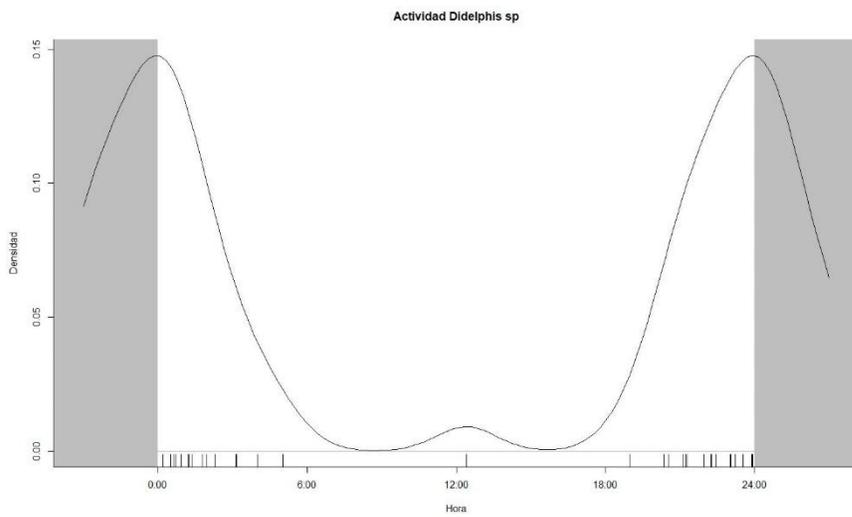
4.8 Patrón de actividad de Urraca cara negra (*Calocitta*)



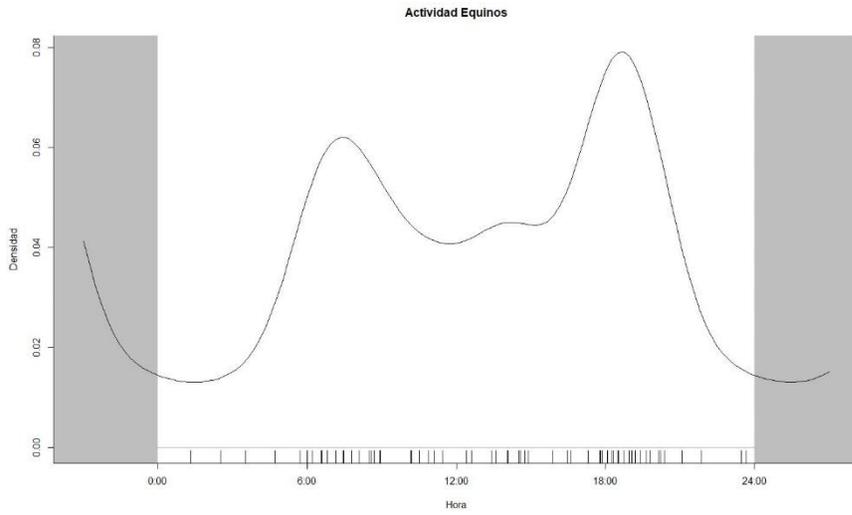
4.9 Patrón de actividad de caprinos y ovinos



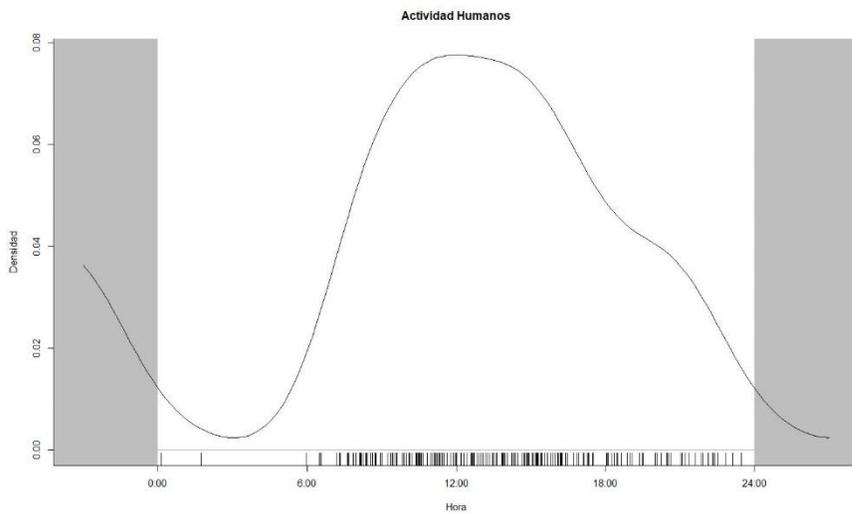
4.10 Patrón de actividad de coyotes (*Canis latrans*)



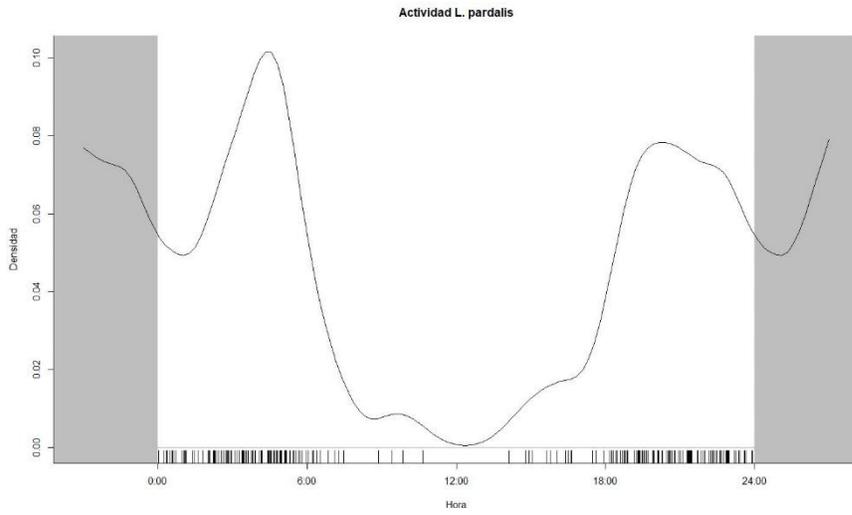
4.11 Patrón de actividad de tlacuaches (*Didelphis*)



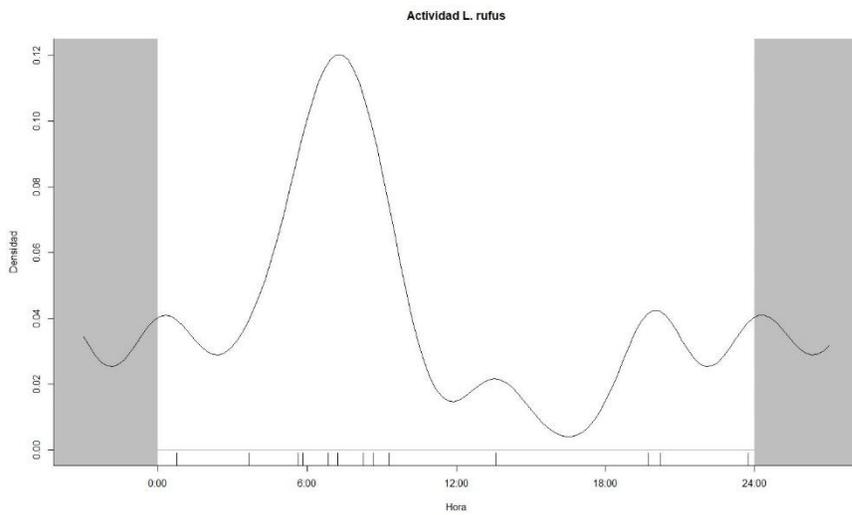
4.12 Patrón de actividad de equinos



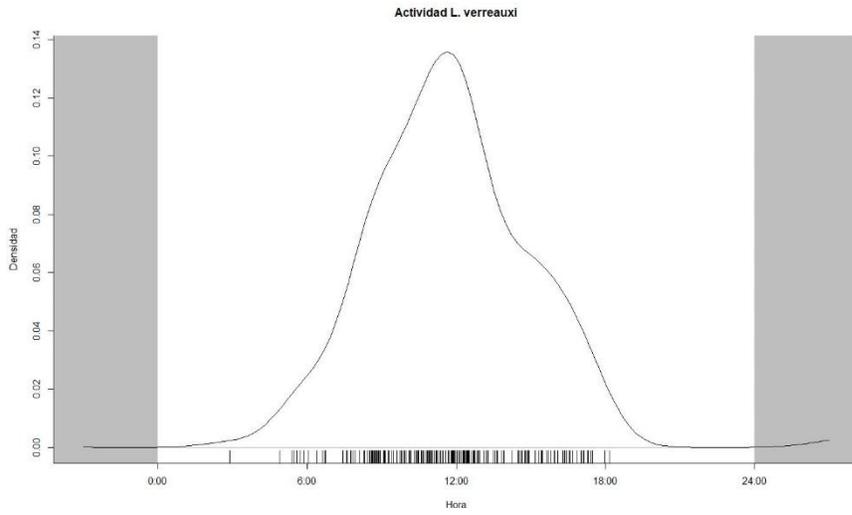
4.13 Patrón de actividad de humanos



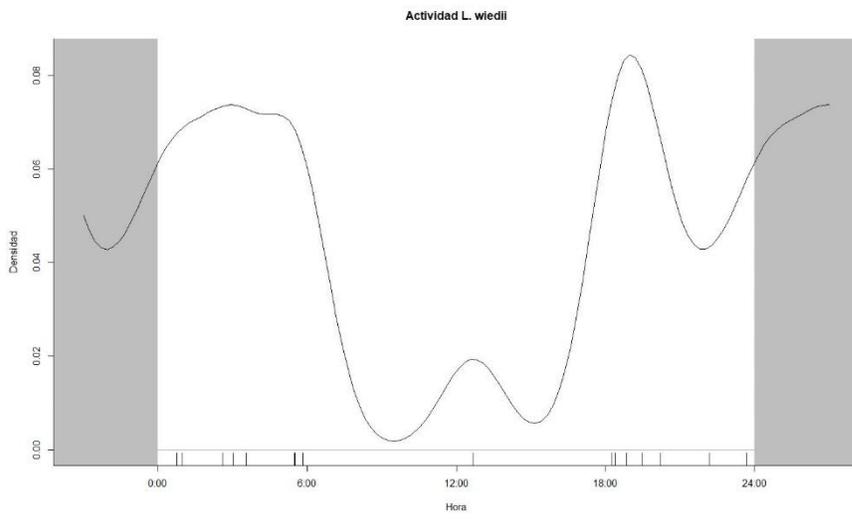
4.14 Patrón de actividad de ocelotes (*Leopardus pardalis*)



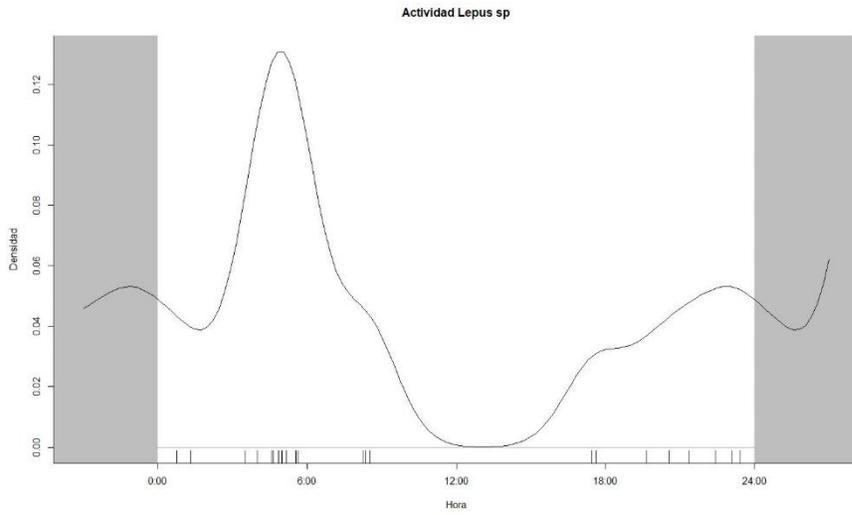
4.15 Patrón de actividad de lince (*Lynx rufus*)



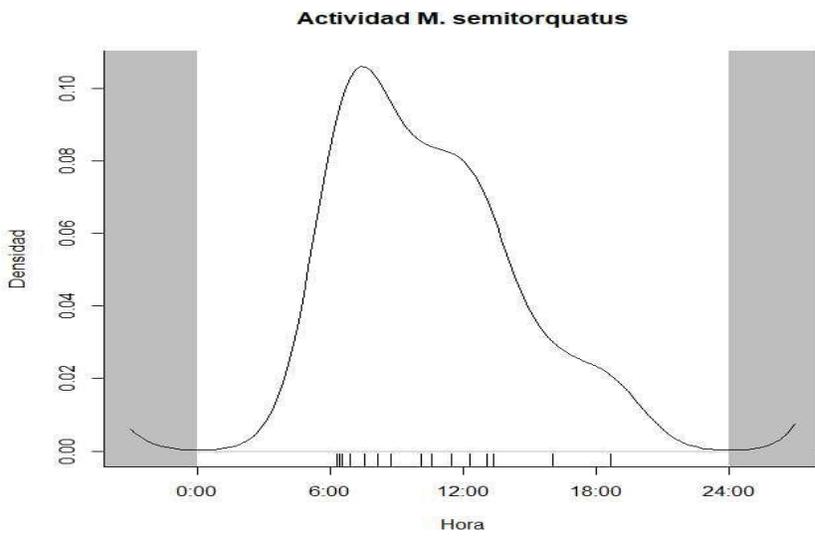
4.16 Patrón de actividad de Palomas arroyeras (*Leptotila*)



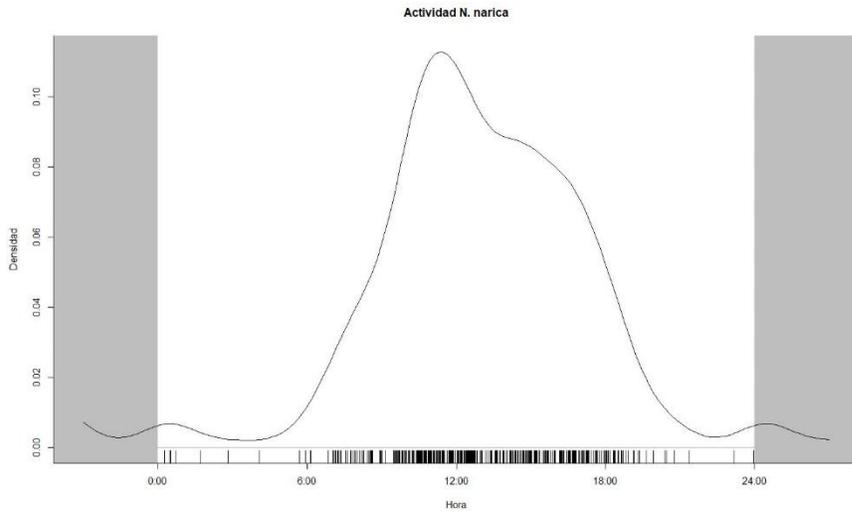
4.17 Patrón de actividad de tigrillos (*Leopardus wiedii*)



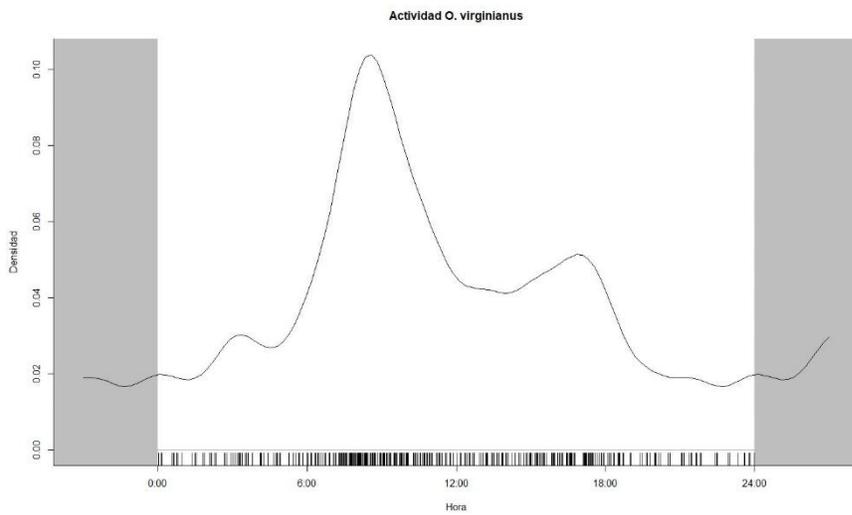
4.18 Patrón de actividad de liebres (*Lepus sp*)



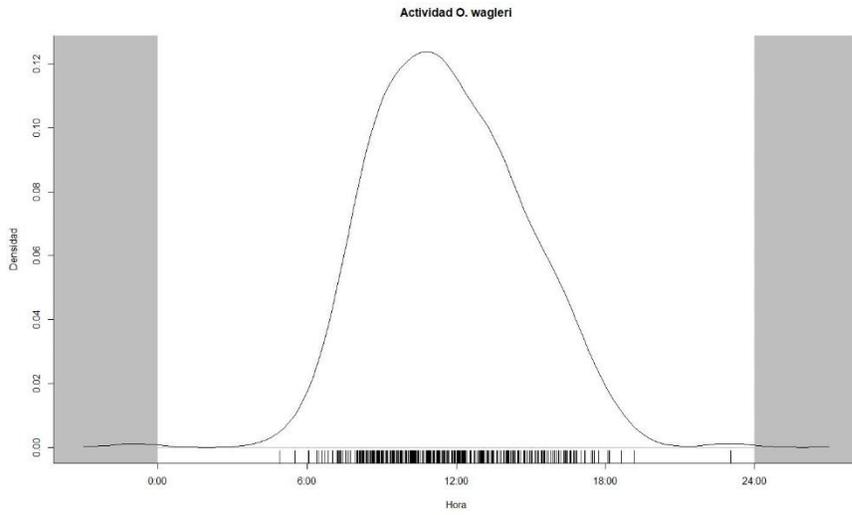
4.19 Patrón de actividad de Halcones selvático de collar (*Micrastur*



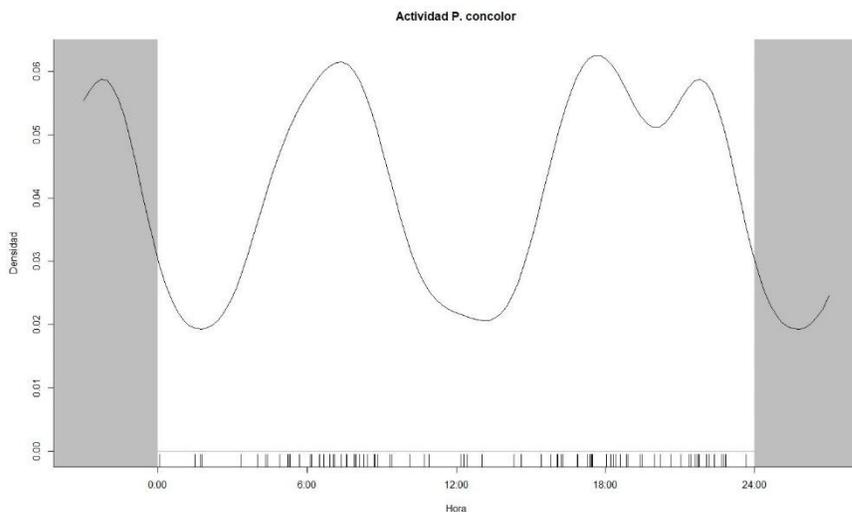
4.20 Patrón de actividad de coatíes (*Nasua narica*)



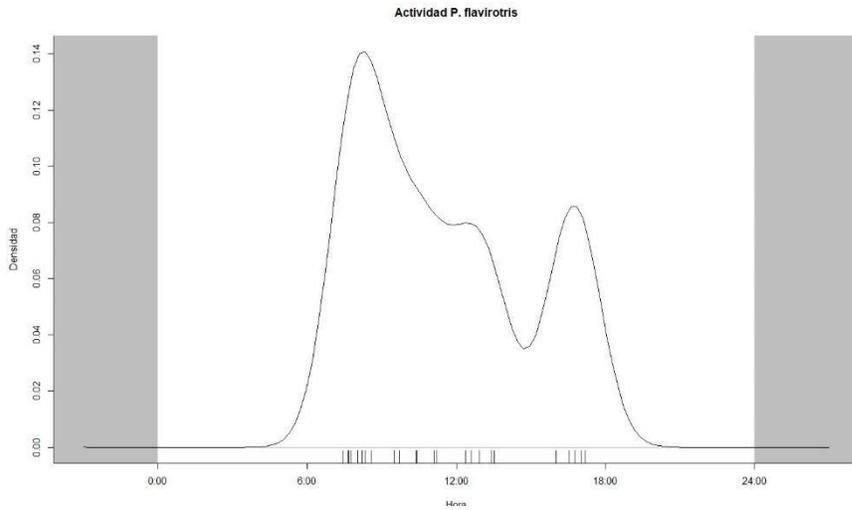
4.20 Patrón de actividad de venados cola blanca (*Odocoileus*)



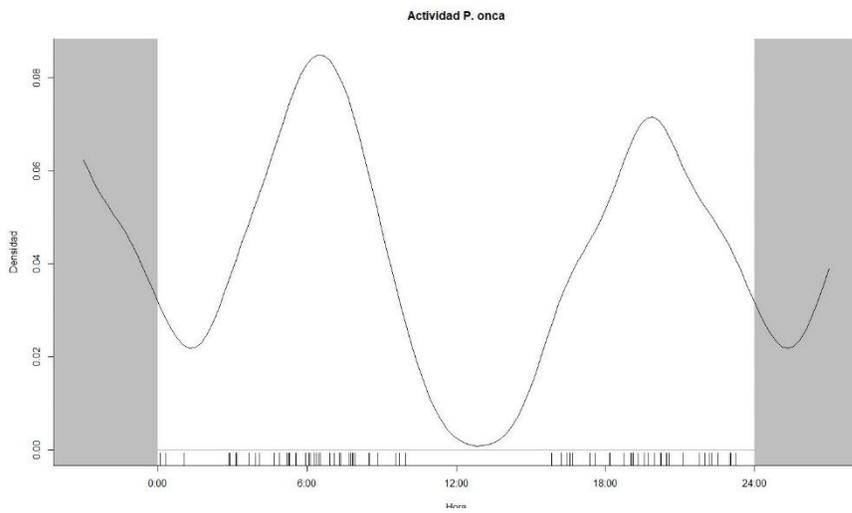
4.21 Patrón de actividad de Chachalacas vientre castaño (*Ortalis wagleri*)



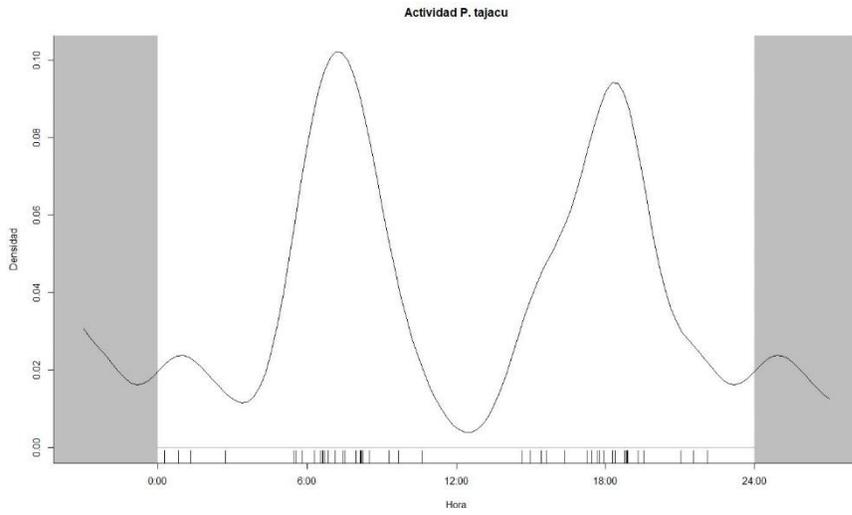
4.22 Patrón de actividad de pumas (*Puma concolor*)



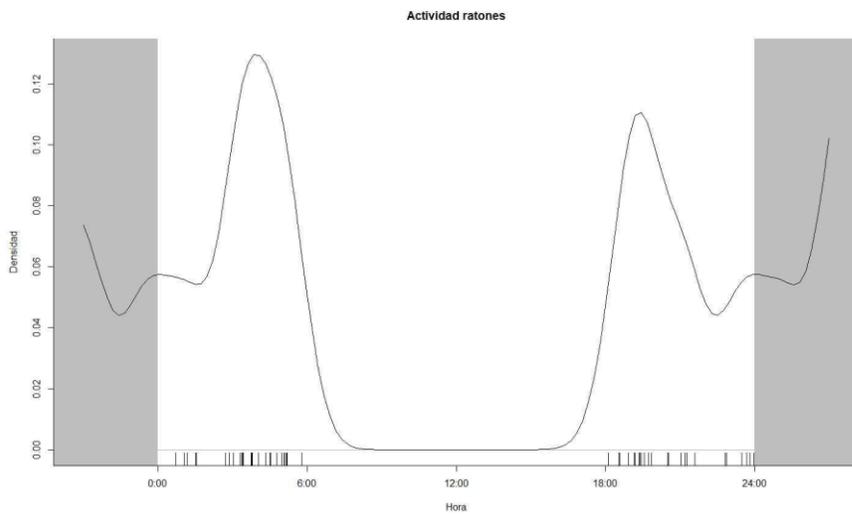
4.23 Patrón de actividad de Paloma morada (*Patagioenas*)



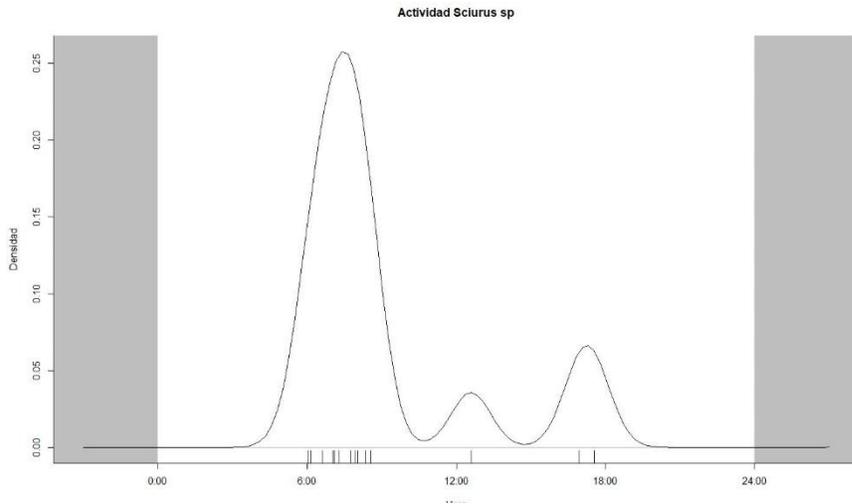
4.24 Patrón de actividad de jaguares (*Panthera onca*)



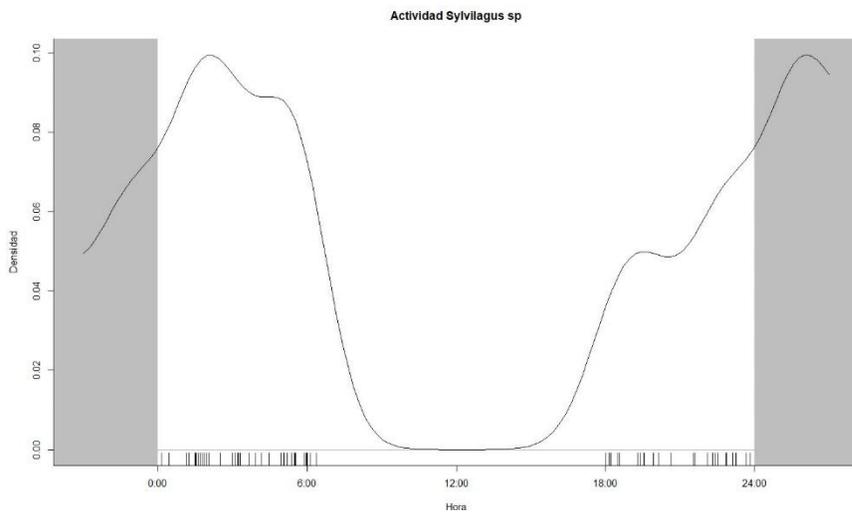
4.25 Patrón de actividad de pecaríes de collar (*Dicotyles tajacu*)



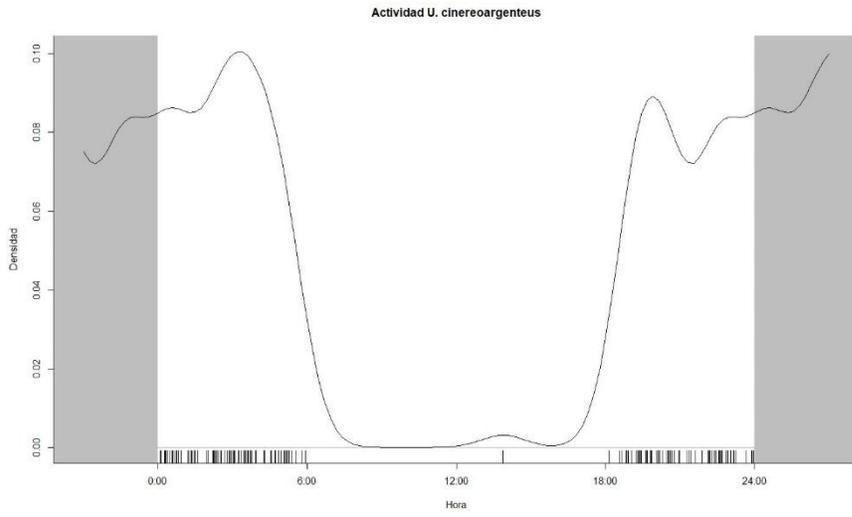
4.26 Patrón de actividad de ratones



4.27 Patrón de actividad de ardillas (*Sciurus sp*)



4.28 Patrón de actividad de conejos (*Sylvilagus sp*)



4.30 Patrón de actividad de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*)