



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR



DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA  
Y FARMACIA

# **DINÁMICA ESPACIAL Y TEMPORAL DEL PUMA (*Puma concolor*) EN UN ÁREA CON CONFLICTOS CON LA GANADERÍA: ESTUDIO DE CASO EN EL SUDOESTE BONAERENSE**

Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas



Alumna: María Lina Rinaldi García

Directora: Dra. Estela Maris Luengos Vidal

Bahía Blanca Junio 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR



DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA  
Y FARMACIA

# **DINÁMICA ESPACIAL Y TEMPORAL DEL PUMA (*Puma concolor*) EN UN ÁREA CON CONFLICTOS CON LA GANADERÍA: ESTUDIO DE CASO EN EL SUDOESTE BONAERENSE**

Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas

María Lina Rinaldi García  
Alumna

Dra. Estela Maris Luengos Vidal  
Directora

Bahía Blanca Junio 2022

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Depto. de Biología, Bioquímica y Farmacia por permitirme realizar esta tesis en las dependencias del mismo.

A la Dra. Emma Casanave y a los miembros del GEEM por abrirme las puertas de la cátedra y permitirme compartir.

A mi directora, Dra. Estela Maris Luengos Vidal, gracias por el apoyo, paciencia, disponibilidad y buena onda siempre.

A la Lic. Sabrina Martínez, gracias por brindarme ayuda, conocimientos y experiencia en cada etapa de la tesis.

Al Dr. Nicolás Caruso por los aportes y ayuda con algunos análisis de esta tesina.

A los estudiantes y colaboradores que participaron con la revisión de las cámaras durante los 4 años de trabajo de campo.

A la cooperadora de la Chacra Experimental Patagones y a los empleados de la misma que colaboraron con la recolección de los datos.

El trabajo de campo fue posible con el aporte de los siguientes proyectos: PGI del Proyecto SGC y T, UNS24/b 243, Proyectos de Investigación Plurianuales (CONICET PIP 11220130100060CO01); PICTS (Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, (PICT 2015-n2283 Y PICT 2018-04134)- Wild Felid Research and Management Association.

A mi familia y amigos por apoyarme y estar siempre para mí en cada etapa de la vida.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
<b>OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS</b> .....	10
<b>HIPÓTESIS</b> .....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	11
<b>TRABAJO DE CAMPO</b> .....	12
<b>TRABAJO DE GABINETE</b> .....	14
ANÁLISIS DE DATOS.....	15
<b>Patrón de actividad anual de puma</b> .....	16
<b>Patrón de actividad general de puma</b> .....	17
<b>Patrón de actividad estacional de puma</b> .....	17
<b>Patrón de actividad diario de puma</b> .....	17
<b>Patrón de actividad general del perro protector del ganado (PPG)</b> .....	18
<b>Patrón de actividad puma-ovejas y puma-PPG</b> .....	18
<b>Uso de hábitat</b> .....	19
<b>Caracterización de la predación y de los sitios de caza de puma</b> .....	20
RESULTADOS.....	21
<b>ACTIVIDAD</b> .....	22
<b>Actividad anual de puma</b> .....	22
<b>Actividad general de puma</b> .....	23
<b>Actividad estacional de puma</b> .....	24
<b>Actividad diaria de puma</b> .....	26
<b>Actividad general del PPG</b> .....	26
<b>Actividad de puma y ovejas</b> .....	27
<b>Actividad de puma y del PPG</b> .....	27
<b>Interacción directa puma-PPG</b> .....	29
<b>USO DE HÁBITAT</b> .....	29
<b>Uso de hábitat general</b> .....	29
<b>Uso de hábitat anual</b> .....	31
<b>Uso de hábitat estacional</b> .....	33

<b>Uso de hábitat estacional en sitios con y sin el PPG</b> .....	34
<b>Uso de hábitat analizado a través de Modelos Lineales Generalizados Mixtos</b> .....	34
<b>EVENTOS DE PREDACIÓN Y CAZA</b> .....	35
DISCUSIÓN.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Puma concolor</i> .....	5
Figura 2: Puma predando oveja en la Chacra Experimental Patagones (CEP).....	6
Figura 3: Mapa de la distribución de puma en Argentina (2010) y Buenos Aires (2020).....	7
Figura 4: Pumas cazados en el Sudoeste Bonaerense.....	8
Figura 5: Perro protector del ganado de la CEP.....	9
Figura 6: Ubicación de la CEP a nivel país y provincia.....	11
Figura 7: Mapa del área de estudio (CEP).....	12
Figura 8: Mapa de la CEP con ubicación de grilla, cámaras trampa, vivienda rural y molinos (1 y 2).....	13
Figura 10: Ejemplo de foto de puma tomada con cámara trampa.....	14
Figura 9: Ejemplos de cámaras trampa y su colocación.....	14
Figura 11: Mapa de la CEP con <i>buffer</i> alrededor de cada cámara.....	15
Figura 12: Principales ambientes de la CEP.....	15
Figura 13: Ejemplo de foto con 2 individuos de puma.....	16
Figura 14: Ejemplos de fotos de puma en horarios crepusculares.....	18
Figura 15: Comparación de las tasas de captura de puma por año.....	21
Figura 16: Patrón de actividad de puma por año.....	22
Figura 17: Comparación de patrones de actividad de puma por año.....	23
Figura 18: Patrón de actividad general de puma.....	24
Figura 19: Comparación de patrones de actividad de puma por estación.....	25
Figura 20: Patrón de actividad general del PPG.....	26
Figura 21: Comparación de patrones de actividad de puma en sitios con y sin ovejas.....	27
Figura 22: Comparación de patrones de actividad de puma en sitios con y sin el PPG.....	28
Figura 23: Comparación de patrones de actividad de puma en sitios con y sin el PPG.....	28
Figura 24: Comparación de patrones de actividad del PPG y puma en sitios con y sin el PPG.....	28
Figura 25: Línea del tiempo que muestra interacción directa entre puma y el PPG.....	29

<b>Figura 26: Tasa de captura de puma por año en presencia/ausencia de ovejas y el PPG .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 27: Comparación por años entre tasa de captura de puma y variables seleccionadas .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 28: Mapa de la CEP que muestra sitios por los que pasó puma en estación fría y cálida .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 29: Porcentaje de eventos y sitios por los que pasó puma por estación con y sin el PPG .....</b>	<b>34</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1: Parámetros de los 20 sitios de la CEP .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 2: Resultados de test de uniformidad de Rayleigh por año.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 3: Coeficientes de superposición de patrones de actividad estacional de puma .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 4: Porcentaje de eventos de puma de día, amanecer, noche y atardecer .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 5: Resultado del test de correlación de Pearson entre tasa de captura general y variables seleccionadas .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 6: Distribución del porcentaje de monte en los 20 sitios muestreados.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 7: Resumen de variables asociadas a los sitios en la CEP .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 8: Resultado del test de correlación de Pearson entre tasa de captura por año y variables seleccionadas .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 9: Porcentaje de sitios y eventos de puma por estación .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 10: Parámetros de los modelos explicativos de la tasa de captura de puma en la CEP .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 11: Resultado del GLMM con las variables seleccionadas.....</b>	<b>35</b>

## RESUMEN

En el Sudoeste Bonaerense existe un intenso conflicto entre las actividades productivas ganaderas y los carnívoros silvestres, en particular entre el puma (*Puma concolor*) y el ganado ovino. La identificación del patrón de actividad y de características del hábitat que requiere este felino para su presencia en un sitio determinado, son importantes para el manejo y la toma de decisiones para su conservación. Los objetivos de esta tesis fueron analizar la actividad y el uso del espacio de este felino a largo plazo, generar mayor información sobre medidas de manejo no letales (presencia del perro protector del ganado (PPG)) y letales (caza), y contribuir a la coexistencia del puma y la ganadería ovina en el Espinal. Se realizó un muestreo desde enero del 2018 a diciembre del 2021 mediante el uso de cámaras trampa (20 en total) en la Chacra Experimental Patagones (CEP), Provincia de Buenos Aires. La CEP posee una cobertura representada por pasturas implantadas y cultivos (25%), pastizal natural (28,7%) y monte en buen estado de conservación (46%) y en ella se realizan actividades ganaderas principalmente ovinas. Se obtuvieron 182 eventos independientes de puma y 111 eventos independientes del PPG, con 30 minutos de separación temporal en ambos casos y con un esfuerzo total de 20707 días/trampa. Considerando todo el periodo, el 95% de las cámaras registraron presencia de puma con una tasa de captura promedio de 8,1/1000 días-trampa. La actividad de puma fue nocturna, con 2 picos máximos de actividad entre las 19:00 y 20:00 horas y 21:00 y 22:00 horas (utilizando los datos agrupados de los 4 años), y no mostró diferencias importantes al comparar este patrón entre los distintos años. Tampoco se observaron diferencias marcadas en la actividad durante las estaciones del año y entre los sitios con y sin ovejas y con y sin presencia del PPG. En un 45% de los sitios (n=9) se observó presencia de ovejas y en un 50% de los sitios (n=10) presencia del PPG. El patrón de actividad del PPG fue mayormente diurno y su interacción directa con el puma fue baja. El PPG estuvo siempre presente en los mismos sitios que las ovejas y en un sitio más. Se obtuvo una tasa de captura de puma promedio mayor en sitios sin ovejas (12,26) que en sitios con ovejas (3,04). Con respecto al uso de hábitat, el porcentaje de monte presentó una correlación positiva y mayor que en los otros ambientes con respecto a la tasa de captura total. Considerando los sitios con ovejas, en el 78% de los sitios (7 de 9) se observó un porcentaje de monte del 0%. Las tres cámaras con mayor cantidad de eventos se encontraban a más de 1700 m de la vivienda rural (distancia promedio de 2006,16 m, con un rango máximo y mínimo de 3443,95 m y 498,22 m respectivamente). Mediante un ajuste de los datos a un modelo Binomial Negativo, las variables que afectaron la tasa de captura de puma fueron distancia al elemento antrópico 1, porcentaje de monte y porcentaje de pastura y cultivo. Estos resultados parecen indicar que la actividad del puma es poco variable por efectos tanto ambientales como antrópicos, en tanto que el uso del espacio podría estar más influenciado por las actividades productivas del hombre. A futuro se espera poder identificar individuos y relacionar los eventos de pumas observados con los casos de predación y caza.

## INTRODUCCIÓN

El puma (*Puma concolor*) (Figura 1) es un felino de gran tamaño cuyo peso puede variar entre 31-33 kg las hembras y 40-80 kg los machos, posee amplia distribución en el continente americano y se encuentra en casi todo el territorio nacional (De Angelo et al. 2019). En relación a su estado de conservación, tanto a nivel internacional como a nivel local en la reciente categorización nacional, fue categorizado como de “Preocupación Menor” (Nielsen et al. 2015; De Angelo et al. 2019).



Figura 1. Foto de puma obtenida a través de una cámara trampa en el área de estudio (Espinal argentino).

Debido a su gran capacidad de adaptación, esta especie es relativamente tolerante a diversos paisajes ya sean abiertos o cerrados, modificados en distintos grados y aun con presencia humana (Guerisoli et al. 2017). Sin embargo, sus grandes requerimientos territoriales y su dependencia a la disponibilidad de presas lo vuelven sensible a los disturbios antropogénicos (Quiroga et al. 2016). Además, debido a que influye en el comportamiento y abundancia de sus presas y de los depredadores más pequeños, se considera que esta especie tiene un papel importante como regulador del ecosistema (Guerisoli et al. 2017).

Las actividades humanas influyen en la distribución de los carnívoros. En Argentina especialmente el avance de la frontera agroganadera que provoca la alteración de los ambientes naturales, la disminución de la abundancia de presas silvestres y la introducción de especies de ganado doméstico, han llevado a la persecución y caza del puma. Es por esto que, en paisajes dominados por actividades antrópicas, se esperan modificaciones en el uso del hábitat y en los patrones de actividad de este felino (Guerisoli et al. 2019).

Al igual que la mayoría de los carnívoros, el puma es definido como un animal principalmente nocturno y crepuscular, y los factores se han encontrado que podrían afectar su actividad son

la presencia humana y el patrón de actividad de sus presas (Sweaner et al. 2008; Paviolo et al. 2009). Además se ha determinado la importancia de la estructura del hábitat para esta especie, la cual se basa en su táctica de preda, ya que prefiere ambientes con suficiente visibilidad para observar su presa y, también, que le permitan permanecer oculto para poder acercarse a una determinada distancia sin ser detectado (Laundré y Hernández 2010). El puma, principalmente, utiliza ambientes dominados por abundante vegetación y una topografía irregular (Murphy y Ruth 2010), y una vez que mata a su presa, tiende a arrastrarla hacia áreas de mayor cobertura para poder cubrirla y alimentarse tranquilamente (Hayward et al. 2006; Murphy y Ruth 2010).

La dieta de este depredador tope oportunista varía según la latitud e incluye presas que van desde cérvidos y camélidos hasta roedores pequeños, predominando los mamíferos terrestres. También ha incorporado presas introducidas como la liebre europea (*Lepus europaeus*) y el ganado doméstico (ovejas (*Ovis aries*) y vacas (*Bos Taurus*), entre otros). La predación sobre estas últimas (Figura 2), al ser un recurso económico de relevante importancia en muchas áreas rurales, es la principal causa del conflicto con el hombre (Guerisoli et al. 2021).



Figura 2. Fotos de un puma predando sobre oveja obtenida a través de una cámara trampa en el área de estudio de la CEP durante esta tesis.

Como consecuencia de los conflictos, el puma fue cazado hasta el exterminio en la mayor parte de la Patagonia y la Pampa, particularmente en la provincia de Buenos Aires (Figura 3), durante la segunda mitad del siglo pasado. A pesar de esto, gracias a la alta resiliencia del puma, dada por su elevada tasa reproductiva y de reposición (Logan y Sweaner 2001) y, en parte, a cambios en las actividades antrópicas ganaderas, hay indicios de que, en las últimas décadas, sus poblaciones fueron recuperando áreas (De Angelo et al. 2019). Factores como la caza y la conversión de los ambientes naturales en cultivos y pasturas han llevado a la población de esta especie a una reducción en su número y cambios en su distribución en el noreste de Argentina y en la parte sur de la provincia de Buenos Aires (Figura 3).

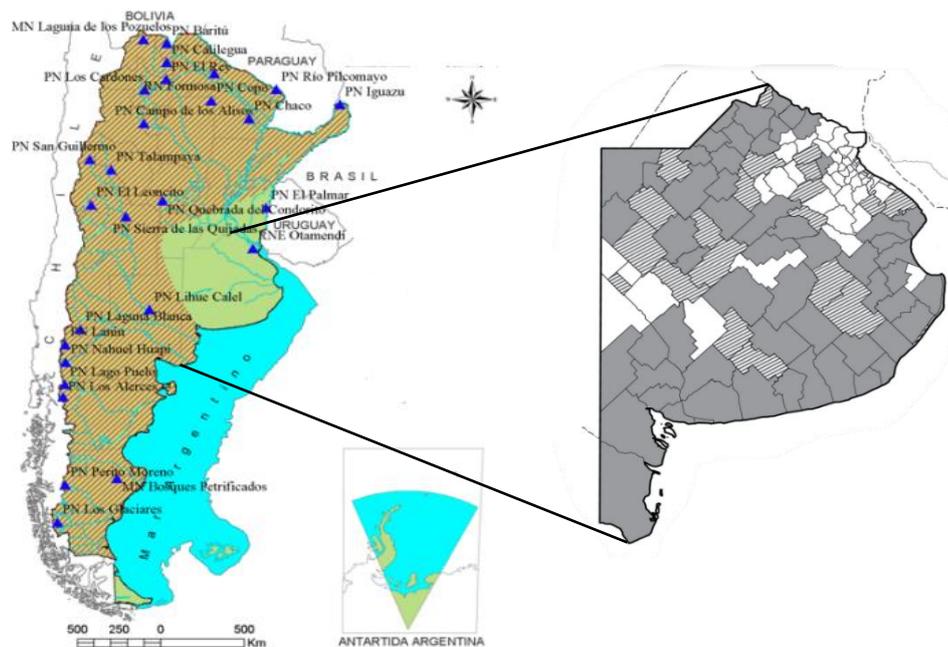


Figura 3. El mapa de la izquierda muestra la distribución de puma en Argentina con patrón a rayas y en triángulos azules (▲) las áreas protegidas con presencia de puma registradas (Chebez y Nigro 2010). El mapa de la derecha muestra la distribución actualizada de *P. concolor* en la provincia de Buenos Aires. Los partidos en blanco son aquellos donde aún no hay registros de pumas. Los partidos en gris y con patrón rayado corresponden a aquellos donde hay registros de la especie (De Lucca y Chimento 2020).

La fauna silvestre, si bien se encuentra protegida por una ley nacional (Ley nacional 22421 de Conservación de la fauna (1956)) y una ley provincial (Ley Provincial 5786) la cual prohíbe su caza, persecución o muerte por cualquier medio, así como también el tránsito o comercio de sus cueros, pieles o productos en el territorio de la provincia, hay excepciones incluidas en la presente Ley que permiten su caza. En base al Decreto 4477/56, que es la reglamentación de la Ley 5786 de caza y protección de la fauna, se determina anualmente si las especies son consideradas factibles de caza comercial, o especies perjudiciales. Una especie solo podrá ser cazada cuando se compruebe su carácter de depredadora de la ganadería ante el Ministerio de Agroindustria. El puma es considerado desde el año 1966 dentro de las especies zoológicas silvestres depredadoras de la ganadería según el Decreto 2393/66 (La Plata). Es esperable que las fuertes pérdidas económicas denunciadas actualmente por el sector ganadero ocasionadas por la depredación de ganado por parte del puma (y del zorro pampeano, *Lycalopex gymnocercus*) ejerzan una gran presión sobre los gobiernos provinciales para que su caza sea legal, un caso particular es el de la Provincia vecina de Río Negro donde se recompensa a los cazadores por la piel de puma desde 2010 (Luengos Vidal et al. 2016).

En el Sudoeste Bonaerense (SOB) existe un intenso conflicto entre las actividades productivas ganaderas y los carnívoros silvestres, en particular entre el puma y el ganado ovino principalmente (Luengos Vidal et al. 2016). Estos conflictos generan consecuencias en las dos partes que los componen: las actividades humanas y las poblaciones de carnívoros. Las

últimas estimaciones disponibles en esta región, muestran que las pérdidas económicas causadas solamente por predación al ganado doméstico pueden superar los U\$S 4300 (Guerisoli et al. 2017). Por otro lado, a pesar que es considerada una especie protegida, la muerte de los pumas es vista, muchas veces, como la solución más común al conflicto, existiendo evidencia que la tasa de extracción/muerte en ciertas áreas del partido de Patagones es muy alta (Guerisoli 2018).

En la decisión de las personas de cazar a los grandes depredadores influyen cuestiones éticas, sociales y culturales que pueden incrementar la percepción que se tiene de la magnitud de los conflictos con una determinada especie, aunque el factor económico es lo que realmente afecta las actitudes y la aceptación de la población local hacia los felinos (Zimmermann et al. 2005; Babrgir et al. 2017). El accionar más común y tradicional en las situaciones de conflicto es el control letal (Figura 4) con armas de fuego y el uso de agentes tóxicos (cuyo impacto sobre los ecosistemas es probablemente muy alto); sin embargo, esta estrategia suele ser ineficiente desde el punto de vista económico y falla en resolver el resolver el problema a largo plazo (Caruso et al. 2017; Novaro et al. 2017). A su vez, ocasiona un impacto ecológico que puede tanto incrementar el conflicto como llevar a la población de algunas especies por debajo del límite de la extinción (Caruso et al. 2017).

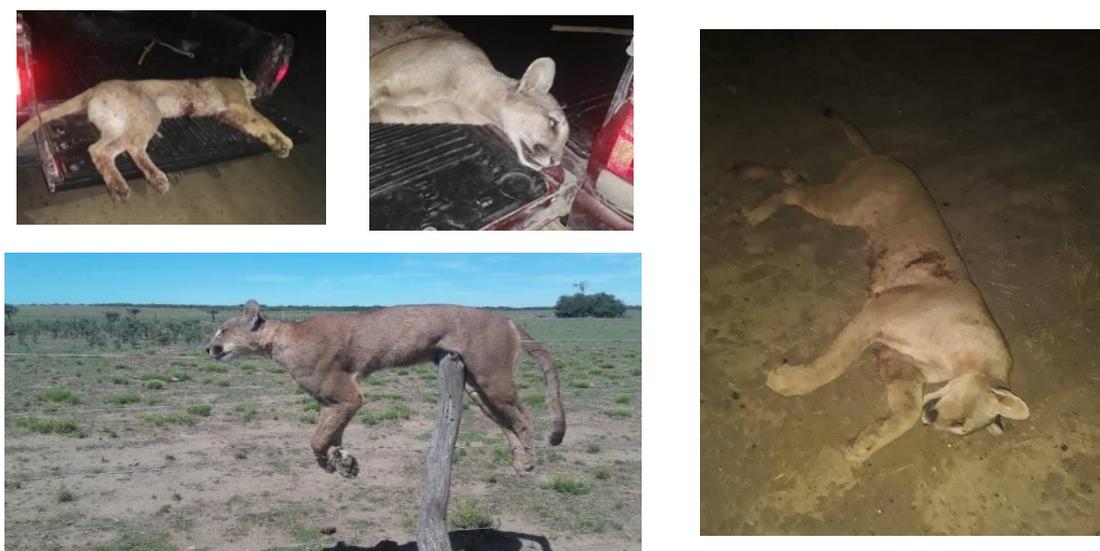


Figura 4. Pumas cazados en el Sudoeste Bonaerense. (Imágenes de Internet).

Factores diversos conducen a un depredador a cazar ganado y estos deben ser analizados cuidadosamente al momento de elaborar acciones de manejo adecuadas y eficaces. Algunos que se pueden mencionar son: escasez de presas nativas, características del hábitat, comportamiento aprendido y medidas de manejo inadecuadas (Caruso et al. 2017).

En nuestra área de estudio (SOB), a pesar de que su caza es ilegal, se sabe que más del 75% de los ganaderos mata o ha matado pumas. Esto puede estar afectando a las poblaciones de la especie en el sur del espinal o, por lo menos, a su papel en la dinámica ecosistémica, por lo que el estado de conservación de este felino, poco común ya en la región,

debe ser monitoreado cuidadosamente. La elevada presión de caza sobre el puma que existe en la zona indica que la percepción que tienen los pobladores locales sobre el conflicto y sus respuestas podrían no estar relacionadas con el perjuicio real. Hay medidas de manejo que podrían ser más efectivas para la mitigación del conflicto, como por ejemplo el encierro nocturno del ganado ovino, ya que en las estancias en donde se ha practicado, las pérdidas registradas fueron menores (Luengos Vidal et al. 2016).

Ante la necesidad de desarrollo productivo de la región, pero también de conservación del puma, se trata de buscar alternativas de manejo que lleven a una reducción del conflicto. Existen diversas herramientas que se utilizan a nivel mundial, pero las mismas requieren ser evaluadas a nivel local para considerar aquellas que se adapten mejor a la idiosincrasia del lugar (Treves et al. 2016). En la región del SOB se ha implementado en los últimos años el uso de perros protectores (Figura 5) como medida de mitigación. Estos, han sido usados desde hace al menos 6000 años y pueden llegar a ser muy efectivos para disminuir la depredación de ovinos por parte del puma (Novaro et al. 2017). Al ser criados desde cachorros con la majada, establecen un vínculo estrecho con ella, se comportan como una oveja más y las protegen (Bidinost et al. 2016). En teoría no atacan a los depredadores sino que los vigilan e intimidan o ahuyentan con sus ladridos y marcas territoriales (ej. orina). Si bien el uso de los perros tiene la ventaja, sobre otros métodos, de brindar protección continua y tener bajos costos de inversión, es importante que los productores que utilicen esta estrategia de control de depredadores tengan en cuenta que es una práctica que requiere de supervisión diaria y constante para garantizar su buen funcionamiento (Villar et al. 2014; Novaro et al. 2017). Además de la adopción de esta herramienta por parte de los productores y la opinión positiva que surge de muchos de ellos, es necesario conocer en base a datos científicos cual es el efecto real de la herramienta tanto en el predador como en las presas para establecer programas de manejos a largo plazo.



Figura 5. Fotos del perro protector del ganado obtenidas a través de cámaras trampa en la CEP. En la figura de la derecha se lo ve junto a la majada de ovejas (○).

Conocer las dinámicas poblacionales de los predadores y sus presas silvestres o domésticas siempre es una tarea compleja. En el caso de los pumas, al ser una especie solitaria la mayor parte de su vida, elusiva (especialmente cuando es perseguida por el hombre (Logan y

Sweanor 2001)), con grandes áreas de acción y, en muchos ambientes, hábitos crepusculares o nocturnos (Guerisoli et al. 2019), su estudio requiere una mayor complejidad logística y relevamientos a largo plazo. Es por ello que el Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos (GECM) ha mantenido un muestreo constante con cámaras trampa desde el 2017 en forma ininterrumpida en un área de estudio del SOB, en la Chacra experimental Patagones (CEP; Ministerio de Desarrollo Agrario Provincia de Buenos Aires), donde se utiliza un perro protector como medida de mitigación. Además, al ser un área destinada a la experimentación agropecuaria, hay un registro del ganado predado (“presas”) y también de los predadores muertos en la misma área. A pesar que los datos obtenidos tienen un valor local a nivel de la escala y que, dada su naturaleza, la especie presenta una gran versatilidad en los distintos ambientes, este escenario representa una muy buena oportunidad como caso de estudio, para analizar la dinámica espacio-temporal del puma en un ambiente agroganadero con la implementación de una medida de mitigación como es un perro protector del ganado.

### **OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS**

Esta tesis propone profundizar los conocimientos ecológicos acerca del puma en un área agroganadera del Sudoeste Bonaerense, evaluando la dinámica espacial y temporal de este felino, generando mayor información en relación a medidas de manejo no letales, como la presencia de un perro protector, y letales, como la caza, y en un sentido más amplio, contribuir a la coexistencia del puma y la ganadería ovina en el Espinal. Los objetivos específicos del trabajo son:

- Determinar el patrón de actividad del puma en el área de estudio.
- Determinar el uso de hábitat del puma en el área de estudio.
- Caracterizar eventos de predación del puma sobre las ovejas.
- Caracterizar los sitios de caza/muerte del puma en el área de estudio.
- Determinar si existe una relación entre uso de hábitat, patrón de actividad, eventos de predación y eventos de caza/muerte del puma y en relación con la presencia del perro protector.

### **HIPÓTESIS**

- El puma tendrá una selección negativa hacia las áreas monitoreadas por el perro protector y una selección positiva hacia los sitios con monte y poca actividad antrópica.
- La actividad del puma en los sitios de monitoreo del PP será más nocturna.
- La frecuencia e intensidad de los eventos de predación estarán asociados a sitios de monte y a situaciones de animales alejados del núcleo principal de la majada (donde está el perro protector).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El sudoeste bonaerense abarca el 25% de la provincia de Buenos Aires siendo esta una zona de producción mixta en donde la ganadería es la principal actividad agrícola. Esta zona posee una productividad natural limitada, asociada a suelos pobres, poco desarrollados y con precipitaciones reducidas. Sumado a esto, el desmonte, la transformación de los bosques naturales en pastizales y cultivos y una mala gestión de la ganadería a nivel sustentable, pone en riesgo a la funcionalidad de los procesos ecológicos, la diversidad de especies y la propia productividad económica del área (Distel 2016; Caruso et al. 2017).

Esta tesis se desarrolló en la Chacra Experimental Patagones (Ministerio de Desarrollo Agrario 40.6472 S, 62.8842 O) (Figura 6), perteneciente al Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires a 15 km al noreste de la ciudad de Carmen de Patagones, en la ecorregión del Espinal (provincia de Buenos Aires, Argentina). Dicha área comprende una superficie de 1212 ha de terreno llano mayormente (Figura 7), ubicada a un promedio de 35 m.s.n.m. Presenta un clima semiárido y una temperatura media anual de 15,3 °C. En cuanto a las precipitaciones, caen principalmente en primavera y otoño y anualmente varían de 350 a 500 mm (Cabrera y Willink 1980). La vegetación natural de la región incluye bosques caducifolios xerófilos dominados por *Prosopis caldenia*, praderas entremezcladas con parches naturales de vegetación de matorral espontáneo y praderas de pastizales (Cano y Movia 1967).

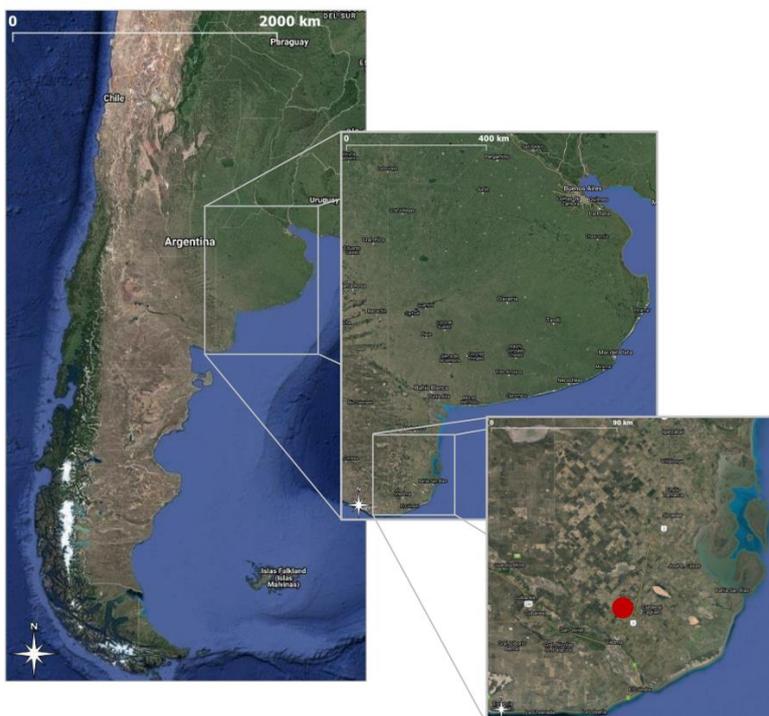


Figura 6. Ubicación a nivel país y provincia del área de estudio. El círculo rojo (●) muestra la localización de la Chacra Experimental patagones (CEP) al sur de la provincia de Buenos Aires en la ecorregión del Espinal.

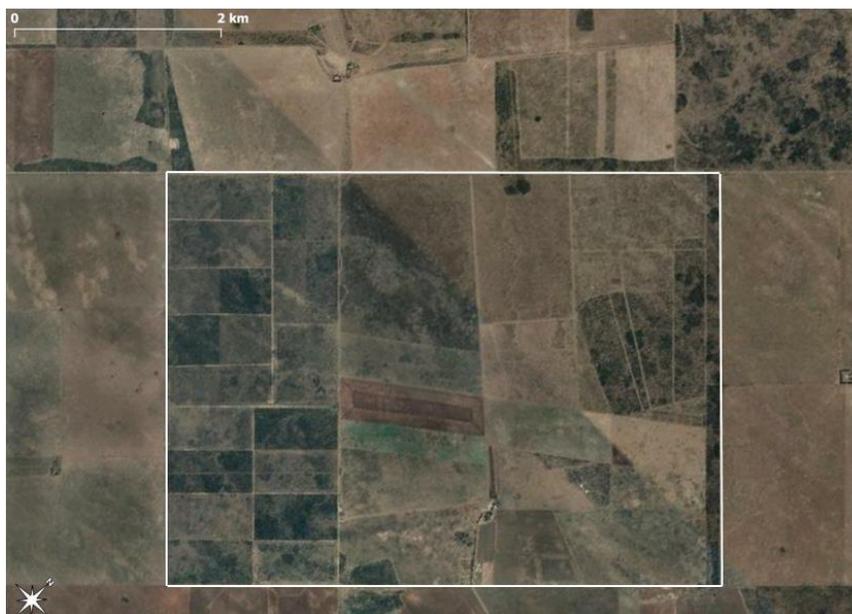


Figura 7. Mapa que muestra el área de estudio (CEP) delimitada por un cuadrado blanco.

La cobertura del área de estudio está representada por pasturas implantadas y cultivos, pastizal natural y monte en buen estado de conservación (Distel 2016). En ella se practica ganadería mixta, ovina (principalmente) y bovina, ambas en forma extensiva y porcina intensiva y se realizan distintas prácticas agrícolas.

La fauna del área de estudio incluye una amplia diversidad de vertebrados. Particularmente la comunidad de carnívoros del Espinal del Sudoeste de la provincia de Buenos Aires está formada por 4 especies de felinos: el puma, el gato montés (*Leopardus geoffroyi*), el gato de los pajonales (*Leopardus colocolo*) y el yaguarundí (*Puma yagouaroundi*); un cánido de mediano tamaño: el zorro pampeano (*Lycalopex gymnocercus*); y dos especies de carnívoros pequeños: el zorrino (*Conepatus chinga*) y el hurón menor (*Galictis cuja*). En cuanto a la comunidad de herbívoros podemos encontrar al ñandú (*Rhea americana*), la vizcacha (*Lagostomus maximus*), la mara (*Dolichotis patagonum*), la liebre europea (*Lepus europaeus*) (especie introducida), variedad de especies de perdices y de micro-mamíferos. Las especies omnívoras que se pueden destacar son el jabalí (*Sus scrofa*) (especie introducida) y varias especies de armadillos pertenecientes a la familia Dasypodidae (Canevari y Vaccaro 2007).

En la CEP hay desde el año 2017 un perro protector del ganado perteneciente a la raza Kuvasz, cuyo origen es el criadero de la Estación Experimental INTA Bariloche (Figura 5). El mismo se incorporó a la majada como una medida de mitigación para los conflictos existente entre los carnívoros y el ganado principalmente ovino.

## TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se basó en dos fuentes. Por un lado, desde enero de 2018 y como parte del proyecto en el cual se enmarca esta tesis de Licenciatura, se tiene registro de todos los

eventos de predación de puma sobre ganado, con información de fecha, cantidad de animales predados y datos anexos que pudieron ser recolectados según cada ocasión. Además, se cuenta con información de los pumas que han sido cazados/encontrados muertos en la CEP a partir de la información aportada por el personal de la misma.

Por otro lado, desde el mismo año se estableció y monitoreó mensualmente mediante trampeo fotográfico una grilla con 20 celdas de 1 km x 1 km, que cubren la superficie de la CEP, en la cual se colocó una cámara en posición central aproximadamente (Figura 8). Las cámaras trampa son cámaras fotográficas digitales de infrarrojo pasivo que trabajan en relación a la activación de un sensor de movimiento y temperatura. Estas cámaras fueron ubicadas estratégicamente en los senderos por donde se presumió que podía pasar un individuo en función de la bibliografía, a una altura aproximada de 40 cm por encima del suelo (Figura 9), separadas entre sí aproximadamente por 1 km. Dado que se utilizaron diferentes modelos de cámaras, se homogeneizó los parámetros de funcionamiento entre ellas (tiempo de latencia, cantidad de fotos por disparo, sensibilidad del sensor, etc.) y se revisaron regularmente (aproximadamente cada 2 meses) para reemplazar las pilas y las tarjetas de memoria. En caso de malfuncionamiento o rotura se cambiaron por otras, manteniendo siempre la ubicación. Todas las cámaras estuvieron operativas las 24 horas del día, con un intervalo mínimo de 3 minutos entre fotografías consecutivas. A cada fotografía la cámara le asoció la fecha y la hora (Figura 10). No se utilizó cebo, para evitar aumentos desproporcionados en la frecuencia de visita de algunas especies (O'Connell et al. 2011).



Figura 8. Mapa que muestra la grilla (líneas color verde) y la ubicación de las cámaras trampa (●) dentro de la CEP, como también la ubicación de los molinos 1 y 2 (■) y la vivienda rural (■).



Figura 9. Ejemplos de cámaras utilizadas y posicionamiento de las mismas en la CEP.



Figura 10. Fotografía de puma tomada en el área de estudio con una Reconyx, mostrando el modelo de cámara, fecha y hora en los rectángulos azules (  ).

## TRABAJO DE GABINETE

Los datos de las cámaras trampa que se utilizaron para esta tesis se recolectaron entre enero de 2018 y diciembre de 2021 (un total de 4 años). Los registros existentes en las tarjetas de las cámaras se analizaron a través de un proceso de “etiquetado” donde se identificaron las especies que aparecieron en cada foto. Para esto se usó el programa *digiKam* (versión 7.2.0) que tiene la ventaja de ser FOSS (“*Free and Open Source Software*”). Todas las fotografías fueron inspeccionadas cuidadosamente y aquellas que mostraban vertebrados fueron etiquetadas con el nombre común de las especies presentes en la fotografía. Posteriormente se procesaron los metadatos obtenidos por este programa donde queda registradas las especies, la hora de obtención de la fotografía y lugar de obtención de la foto (a través de la posición de la cámara).

Además, en relación al análisis de uso de hábitat, se caracterizó el ambiente en un área *buffer* de 250 m en torno a cada sitio (sitio se refiere de aquí en más al área puntual en donde se encuentra una cámara) (Figura 11). Para esto se registraron datos del porcentaje de cobertura de la vegetación dentro de esa área *buffer* utilizando las siguientes categorías: Pasturas implantadas y cultivos; Pastizal natural; Monte (Figura 12). Las distintas categorías de macrohábitat se determinaron a través del programa Google Earth ® y en base al conocimiento de campo del área se estimó el porcentaje de cada categoría dentro del área. Se consideró un único valor para la categoría de hábitat durante todo el periodo de muestreo. Además, se midió la distancia (en metros) desde cada una de las cámaras trampa hasta la ubicación de los molinos (1 y 2) y la vivienda rural como *proxi* de actividad antrópica. Para la construcción de los *buffers* y la medición de las distancias se utilizó el software Qgis (versión 3.10.0-A Coruña; QGIS Development Team 2018).

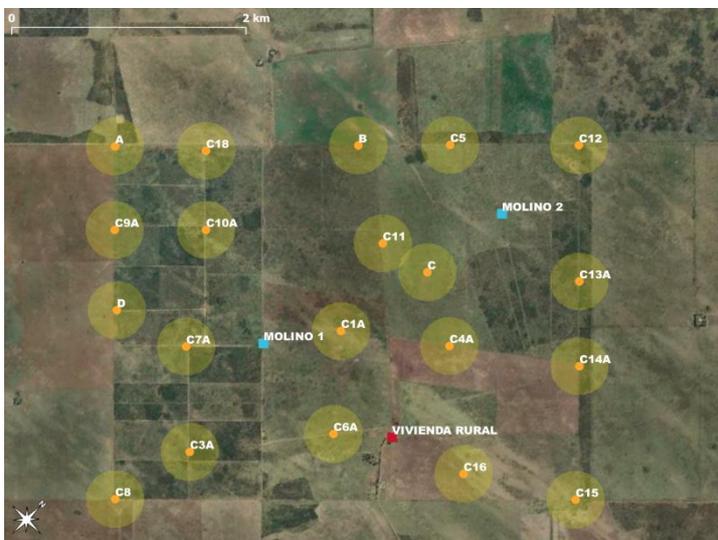


Figura 11. Mapa que muestra el *buffer* de 250 m (●) alrededor de cada cámara (●) dentro de la CEP.



Figura 12. Fotografías de los principales ambientes que caracterizan el área de la CEP: a) *Pasturas y Cultivos*, b) *Pastizal natural* y c) *Monte*.

## ANÁLISIS DE DATOS

Se consideraron como eventos independientes solo las fotografías de una determinada especie tomadas en la misma cámara registradas con 30 minutos o más de diferencia (Cifuentes Ibarra 2021), exceptuando aquellos casos en los que en una misma foto aparecía más de un individuo (e.g., Figura 13). Se tuvo en cuenta una separación temporal de 30 minutos para evitar contar dos veces a un individuo que tal vez anduvo rondando la cámara, lo que sobreestimaría el número de eventos.



Figura 13. Dos pumas capturados por una cámara trampa durante la noche en el área de estudio.

Se crearon las historias de captura correspondientes a cada año en Excel® en donde se indicaron los días activos de las cámaras, los eventos de aparición de puma, del perro protector del ganado (PPG) y los eventos de predación y muerte de puma. Se calculó, a partir de estos datos, el esfuerzo de captura considerando los días en que cada cámara estuvo activa y en la posición correcta en el campo. En base al esfuerzo de captura y las fotos independientes se calcularon las tasas de captura total y anual de puma. Además, se compararon las medias de las tasas de captura por año a través de un *anova*.

Se convirtió la hora del día en que se tomó cada fotografía primero en tiempo decimal y luego en radianes para considerar la naturaleza circular de esta variable (Zar 2010) y debido a que es un requerimiento para los análisis posteriores.

Se obtuvieron los datos de presencia/ausencia de ovejas y del PPG para cada sitio, tomándose como presencia aquellos sitios en los que ocurrió al menos un evento en todo el periodo de muestreo; y ausencia en los sitios en donde nunca ocurrió un evento.

### **Patrón de actividad anual de puma**

Se realizaron funciones de densidad de probabilidad (*Kernel density estimations*) para evaluar visualmente la distribución de los registros anuales (2018, 2019, 2020 y 2021). Se aplicó un test Rayleigh (Zar 2010) para evaluar si el patrón de actividad se distribuía uniformemente alrededor del día. Para medir la superposición entre las distribuciones estimadas se siguió el procedimiento de Ridout y Linkie (2009), que es el procedimiento adoptado con mayor frecuencia para describir los patrones de actividad de la vida silvestre basados en datos de cámaras trampa. Se calculó el coeficiente de superposición ( $\hat{\Delta}$ ), que corresponde al área común bajo dos densidades de probabilidad de actividad al estimar la función de densidad de *Kernel* (Schmid y Schmidt 2006) utilizando el paquete "Overlap" de R (Meredith y Ridout 2021).

Este coeficiente varía de 0 a 1, donde un valor 0 indica que no hay superposición y 1 muestra una superposición completa (Ridout y Linkie 2009; Linkie y Ridout 2011) y se consideran superposiciones bajas ( $\hat{\Delta} \leq 0,5$ ), medias ( $0,5 < \hat{\Delta} \leq 0,75$ ) y altas ( $\hat{\Delta} > 0,75$ ) según Yang et al. (2018). Se utilizó el estimador  $\hat{\Delta}_1$ , que se recomienda para tamaños de muestra pequeños (Linkie y Ridout 2011). Luego, utilizando la función *bootstrap* se extrajeron 10000 observaciones simuladas aleatorias de las distribuciones originales (Meredith y Ridout 2021) y, con estos datos, se construyeron los Intervalos de Confianza para  $\hat{\Delta}_1$  al 95% utilizando la función *bootCI* (Linkie y Ridout 2011), la cual presenta cinco salidas. Siguiendo las recomendaciones de Meredith y Ridout (2021), se eligió *basic0* como estimación de los Intervalos de Confianza. Para todos los análisis se utilizó el programa RStudio 1.4.1717 (RStudio Team 2009).

### **Patrón de actividad general de puma**

Se analizaron gráficamente todos los datos de puma de los cuatro años (2018, 2019, 2020 y 2021) agrupados para evaluar visualmente la distribución general de los datos. Para evaluar si el patrón de actividad se distribuía uniformemente alrededor del día se aplicó un test Rayleigh. Se fijó el nivel de confianza al 95%, por lo que el nivel de significación ( $\alpha$ ) fue de 0,05.

### **Patrón de actividad estacional de puma**

Investigamos si había diferencia en los patrones de actividad de la especie de interés (*P. concolor*) entre diferentes estaciones considerando el intervalo estándar de las estaciones (Verano: 21 de diciembre a 20 de marzo; Otoño: 20 de marzo a 20 de junio; Invierno: 21 de junio a 20 de septiembre; Primavera: 21 de septiembre a 20 de diciembre). Además, se midió la superposición de la misma forma que para la actividad anual del puma a través del coeficiente de superposición.

### **Patrón de actividad diario de puma**

Para evitar establecer un intervalo temporal de horas de luz y oscuridad que fuese a cambiar con la estacionalidad, se clasificaron las observaciones como día, amanecer, noche o atardecer teniendo en cuenta, además de la hora de la toma, el porcentaje de luz de cada foto de puma revisada cuidadosamente, en particular en los horarios crepusculares (e.g., Figura 14).

Para considerar la duración de cada uno de los periodos (noche, día, amanecer y atardecer) a lo largo del año se tomó en cuenta el horario del crepúsculo náutico (amanecer y atardecer) al cual se le sumó y restó una hora para cada día de comienzo de las estaciones. Se mantuvieron siempre los periodos crepusculares de 2 horas cada uno a lo largo del año y variando la longitud del día y la noche (Santo Domingo et al. 2021). Los datos obtenidos se

analizaron estacionalmente en los cuatro periodos diarios (día, noche, atardecer y amanecer). Dado que la cantidad de datos en cada intervalo es muy pequeña, no se realizaron funciones de densidad de probabilidad y se los analizó a través de un test  $X^2$ . Debido a que la cantidad de datos obtenidos para atardecer y amanecer fue muy pequeña se los agrupó en la categoría crepúsculo para el análisis  $X^2$ .

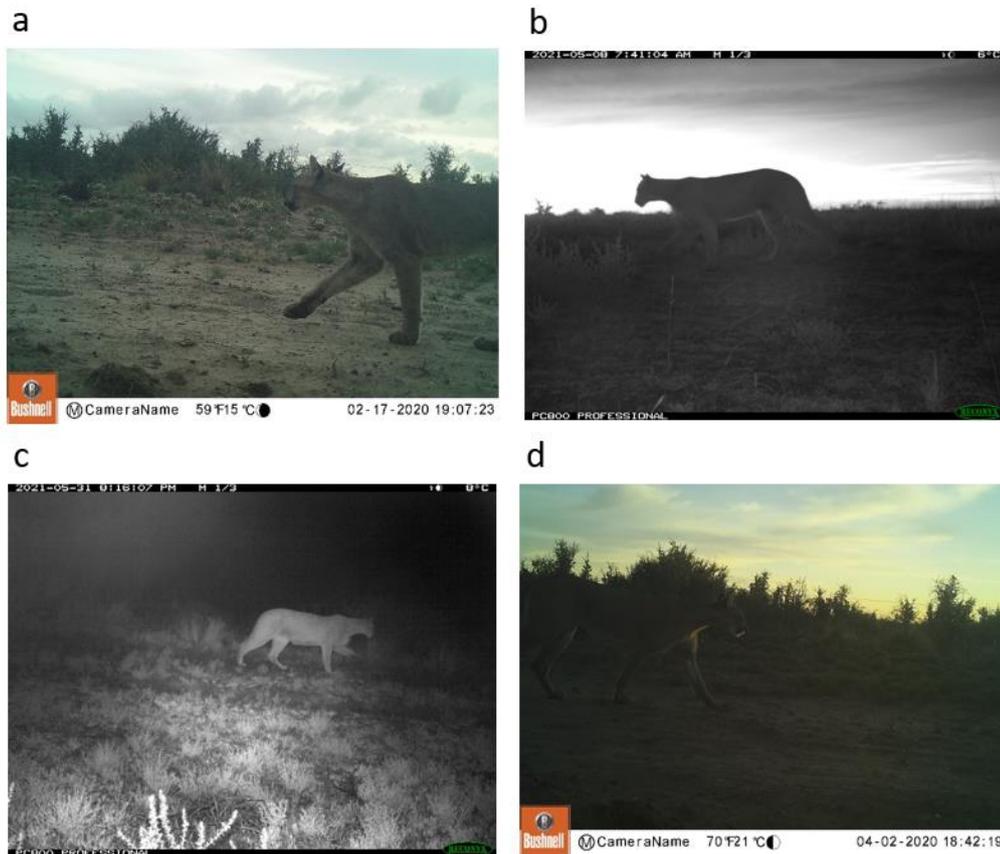


Figura 14. Fotos de puma tomadas por cámaras trampa en el área de estudio en diferentes fechas y en un rango horario de transición (entre las 18 pm y 21 pm; entre las 6 am y las 9 am). a) *Día*, b) *Amanecer*, c) *Noche* y d) *Atardecer*.

### Patrón de actividad general del PPG

Para analizar el patrón de actividad del PPG se realizó una función de densidad de probabilidad con todos los datos de los 4 años (2018, 2019, 2020 y 2021) agrupados y para evaluar si los datos se distribuían de manera homogénea alrededor de un día se aplicó un test Rayleigh (Zar 2010).

### Patrón de actividad puma-ovejas y puma-PPG

Se comparó el patrón de actividad general del PPG y de puma. Analizando en las cámaras la presencia de ovejas y del PPG se clasificó los sitios y se obtuvieron los patrones de actividad de puma en los sitios con y sin ovejas y en los sitios con y sin el PPG. Además, se investigó si había diferencia en el patrón de actividad del PPG y el patrón de actividad de puma en los sitios con y sin presencia del PPG. Se siguió el mismo procedimiento que el utilizado para

cuantificar la superposición de los patrones de actividad anual y estacional de puma.

También, para analizar de forma descriptiva la interacción entre la actividad de puma y del PPG, se realizó una línea de tiempo demarcando para cada evento de puma la presencia del PPG 30 días antes y 30 días después de este evento.

### **Uso de hábitat**

Se realizó, en primer lugar, un análisis exploratorio o descriptivo, de las variables seleccionadas *a priori*: porcentaje de monte (“Monte”), porcentaje de pastizal (“Pastizal”), porcentaje pastura y cultivo (“Pastura y Cultivo”), distancia a Vivienda rural, elementos antrópicos: 1 (“Molino 1”) y 2 (“Molino 2”) y presencia/ausencia de ovejas y del PPG, en relación a la tasa de captura de puma tanto con los datos agrupados (n=20) como con los datos anuales (n=80). Se utilizaron las variables “Viviendo rural”, “Molino 1” y “Molino 2” debido a que son las únicas estructuras antrópicas en el área. Para las variables continuas se realizó un análisis de correlación de Pearson (Zar 2010) y para las variables binomiales se utilizó estadística descriptiva y análisis de la varianza (*anova*). Además, para la variable “Monte”, dada la importancia que tiene este ambiente para la especie según la bibliografía, se clasificaron los sitios en 4 categorías ( $\geq 75\%$ ;  $< 75\%$  y  $\geq 50\%$ ;  $< 50\%$  y  $> 0\%$ ; = 0%). Para excluir las variables redundantes se consideraron valores del coeficiente de correlación  $\geq 0,5$  como indicativos de correlaciones “altas”. Para este análisis se utilizó la función “*cor*” del software RStudio 1.4.1717 (RStudio Team 2009).

En segundo lugar, se realizó un análisis integral para estudiar los factores que, de forma combinada, afectan la tasa de captura de puma usando Modelos Lineales Generalizados Mixtos (GLMM), los cuales brindan un enfoque inferencial. Además, son recomendados para datos de conteo, cuya distribución no es normal y presenta varianzas heterogéneas, como es el caso de los datos recolectados con cámaras trampa (Zuur et al. 2009). Se utilizó como variable respuesta el número de eventos independientes de puma, que al ser conteo de eventos no negativos en un continuo de tiempo, inicialmente ajustaría a una distribución de Poisson (Dobson y Barnett 2018). Dado que los muestreos en cada sitio no presentaron igual duración, se ponderó el esfuerzo utilizando el logaritmo de los días/trampa como parámetro *offset* (Dobson y Barnett 2018). Se consideraron variables independientes las descriptas anteriormente. Las variables categóricas a utilizar en el modelo, las cuales fueron la presencia/ausencia de las ovejas y del PPG, y los distintos años, se consideraron factores. Los datos de ambiente (estimado como el porcentaje de un determinado tipo de ambiente, ver: Trabajo de gabinete) se transformaron calculando el arco-seno (inverso del seno) de la raíz de la proporción (arco-seno  $\sqrt{p}$ ), siendo p el valor proporcional de los datos originales (siguiendo a Cohen et al. (2013) para observaciones de proporción o porcentaje). A todas las variables, menos a la variable respuesta, se le aplicó la función “*scale*” (paquete base de R) para normalizar el rango de magnitud de cada variable. Se evaluó el modelo siguiendo una

distribución de Poisson con todas las variables seleccionadas previamente (utilizando la función “*glmer*”, paquete “*lme4*”), con los 80 datos pertenecientes a los 4 años, e incorporando la variable “Año” como una variable aleatoria. Se optimizó el modelo utilizando la función “*bobyqa*” (paquete *lme4*) con un total de 100000 iteraciones (Powell 2009). Siguiendo las recomendaciones de Zuur et al. (2009) se calculó la sobredispersión con el siguiente estimador:  $\hat{\phi} = D/(n-p)$ , siendo D la desviación residual, n el número de muestras, p las variables utilizadas en el modelo y (n – p) los grados de libertad. Si esta relación es de aproximadamente 1 se puede asumir con seguridad que no hay dispersión excesiva. En nuestro caso  $\hat{\phi} = 4,14$ , lo que proporcionó evidencia de sobredispersión. Siguiendo las recomendaciones de Zuur et al. (2009), se estimó un modelo Binomial Negativo con las mismas variables utilizando la función “*glmer.bn*” (paquete “*lme4*”). Se aplicó un *anova* para comparar los modelos de distribución de Poisson y Binomial Negativo con todas las variables y se utilizó el Criterio de Información de Akaike (AIC – *Akaike Information Criterion*; Akaike 1974) para seleccionar el modelo. El valor más bajo de AIC indicó el modelo con mejor ajuste. Para comparar modelos con distintas combinaciones de variables se utilizó la función “*dredge*” (paquete “*MuMIn*”). Se consideraron los modelos resultantes con  $\Delta AICc < 2$  (Burnham y Anderson 2003) para obtener un conjunto final de modelos con el cual avanzar en los análisis. Se consideró el AICc como más apropiado que el AIC, dado el pequeño tamaño de muestra (Burnham y Anderson 2003). Del conjunto final de modelos, se seleccionó el modelo más simple (aquel con menor número de variables, según Midlane et al. 2014) siguiendo el principio de parsimonia y debido a que es de escasa utilidad promediar entre modelos cuando hay un alto número de modelos seleccionados (n=5) (Richards et al. 2011). Se utilizó el Intervalo de Confianza (IC) al 95% de cada una de las variables para seleccionar las que estaban afectando de forma significativa el número de eventos independientes de puma, excluyendo las variables cuyo IC incluía el valor “0” (*stable direction of relationship* - Di Stefano 2004; Zeller et al. 2011). Todos los análisis estadísticos previos fueron llevados a cabo en el software RStudio 1.4.1717 (RStudio Team 2009).

### **Caracterización de la predación y de los sitios de caza de puma**

Se caracterizaron espacialmente los sitios de predación o caza según los principales ambientes presentes en el área (ver: Trabajo de gabinete), y de la presencia del PPG. A aquellos eventos de predación a los que se les registró un sitio, se les asoció la cámara más próxima. Se investigó para cada uno de los eventos de predación si hubo algún evento de puma o del PPG hasta 15 días antes en esa cámara.

## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 182 eventos independientes de puma distribuidos en los 4 años (48 meses): 54 eventos en el año 2018, 49 eventos en el año 2019, 30 eventos en el año 2020, 49 eventos en el año 2021 (Tabla 1). El esfuerzo total de todos los sitios fue de 20707 días-trampa, siendo el máximo valor de 1.398 días-trampa y el mínimo de 698 días-trampa. La tasa de captura promedio de puma fue de 8,11 eventos de puma cada 1000 días-trampa. Al comparar la a tasa de captura entre los diferentes años (Figura 15) no se presentaron diferencias significativas entre sus medias ( $F_{3, 79}=0,69$ ,  $p=0,55$ ), observándose valores máximos entre 53,49 y 28,16, y mínimos entre en 2,95 y 4,44 (sin tener en cuenta los sitios en los que no hubo ningún evento de puma) (Tabla 1). Considerando los 4 años juntos el valor máximo de la tasa de captura por sitio fue de 27,95, en un solo sitio nunca se encontró evidencia de puma, pero esto varió para los demás sitios en los distintos años, observándose que los sitios con ausencia de puma variaron entre un 25% de sitios en 2018 y un 55% de sitios en 2020 (Tabla 1). Analizando anualmente los sitios con presencia de puma (sin considerar los sitios con ceros), la mediana anual presentó un rango entre 5,74 y 9,95 y la media un valor máximo de 11,16 y mínimo de 8,85 (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros de los 20 sitios muestreados en los cuatro años en la CEP. TC (tasa de captura) cada 1000 días-trampa. Los valores máximos y mínimos, las medianas y las medias de las tasas de captura de puma, la mediana y la media de la tasa de captura de puma fueron calculados solo con datos de presencia.

Año	Valor máximo de TC	Valor mínimo de TC	Mediana de TC	Media de TC	% de sitios con eventos (n)	Nº de eventos totales	Esfuerzo total
2018	53,49	2,95	5,74	8,85	75 (15)	54	4702
2019	48,08	3,10	7,97	9,42	60 (12)	49	5057
2020	28,16	3,25	8,73	9,24	45 (9)	30	5554
2021	37,97	4,44	9,95	11,16	55 (11)	49	5394
<b>Total</b>	27,95	0,89	4,85	4,59	95 (19)	182	20707

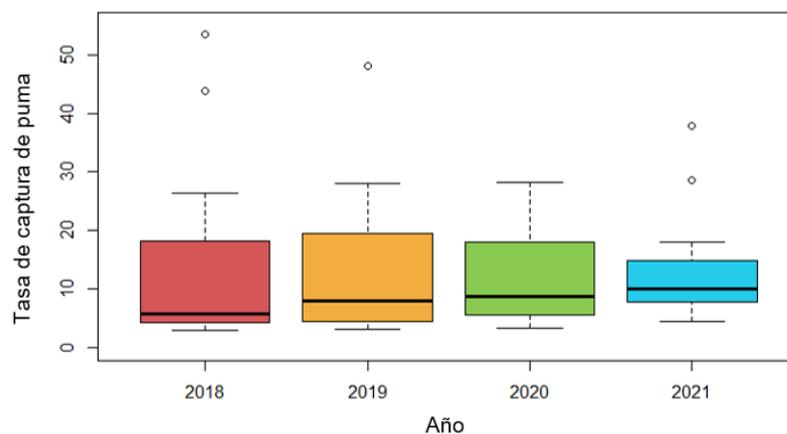


Figura 15. Comparación de la tasa de captura de puma por año. La caja representa el 50% de los datos centrales (límite inferior primer cuartil (25%) y límite superior el tercer cuartil (75%)), con una línea dentro que indica la mediana, por encima y por debajo los valores máximos y mínimos respectivamente y los *outliers* representados con círculos (o).

## ACTIVIDAD

### Actividad anual de puma

El patrón de actividad anual analizado a través de las curvas de funciones de densidad de probabilidad presentaron una tendencia similar en todos los años (Figura 16), con un marcado pico comenzando en el atardecer (18:00 hs aprox.) y finalizando al amanecer (06:00 hs aprox.) en 2020 y 2021 (Figuras 16c y 16d respectivamente). Los eventos de puma se distribuyeron heterogéneamente a lo largo del día todos los años según el resultado del test de uniformidad de Rayleigh (Tabla 2). Los años 2018-2019 mostraron patrones muy similares (Figura 17a,  $\hat{\Delta}_1=0,91$ ,  $IC_{95\%}$  0,83-0,95), así como los años 2020-2021 (Figura 17f,  $\hat{\Delta}_1=0,83$ ,  $IC_{95\%}$  0,69-0,95). Pero en general el solapamiento entre todos los años (comparando de a pares) fue elevado (Figura 17), mostrando siempre valores superiores a  $\hat{\Delta}_1=0,70$ . Por esta razón se analizó la actividad de puma considerando todos los datos obtenidos a lo largo de los 4 años.

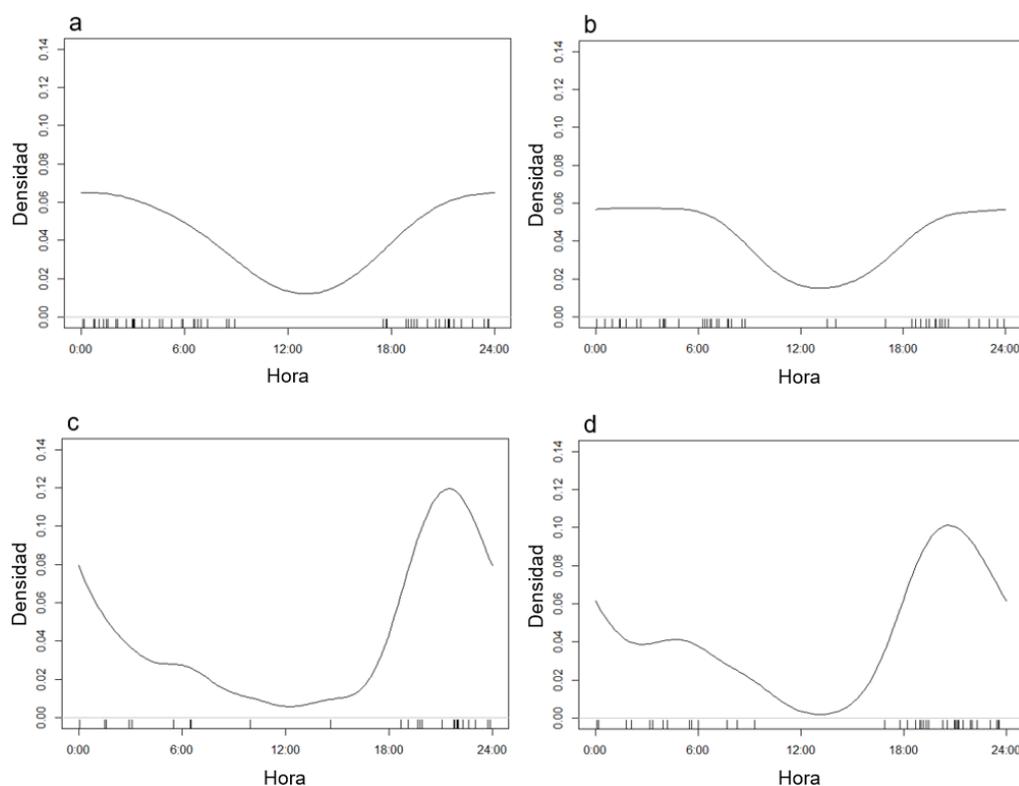


Figura 16. Patrones de actividad de puma por año en la CEP a) 2018, b) 2019, c) 2020 y d) 2021.

Tabla 2. Resultados del test de uniformidad de Rayleigh (Z) para el patrón de actividad de puma por año.

Eventos de puma	N	Test de Rayleigh	
		Z	Valor de p
2018	54	0,47	< 0,01
2019	49	0,34	< 0,01
2020	30	0,59	< 0,01
2021	49	0,49	< 0,01

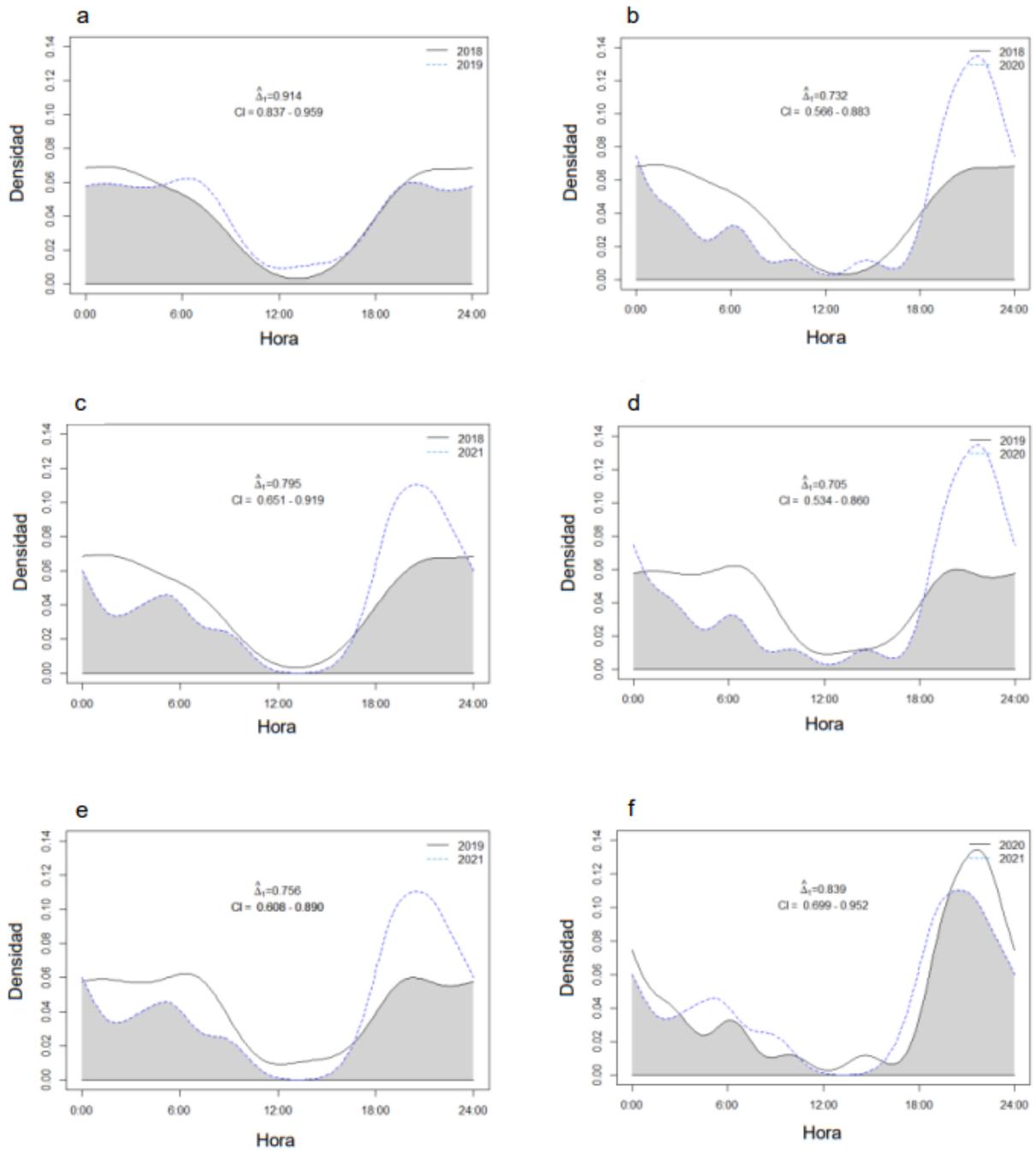


Figura 17. Comparación de patrones de actividad por año de puma en la CEP. Valor de  $\hat{\Delta}_1$  e intervalo de confianza del 95% para cada comparación. a) 2018 vs. 2019, b) 2018 vs. 2020, c) 2018 vs. 2021, d) 2019 vs. 2020, e) 2019 vs. 2021 y f) 2020 vs. 2021. La superposición está representada por el área gris sombreada.

### Actividad general de puma

El puma mostró una marcada tendencia hacia la actividad nocturna, aunque con una marcada irregularidad, con 2 picos máximos, uno entre las 19:00-20:00 hs y el otro entre las 21:00-22:00 (Figura 18). La actividad diurna del puma fue muy baja y aproximadamente entre las 10 hs y las 17 hs fue nula.

Los eventos de puma se distribuyeron heterogéneamente a lo largo del día (24 hs) según el resultado del test de uniformidad de Rayleigh (N=182; Z=0,43, p<0,01).

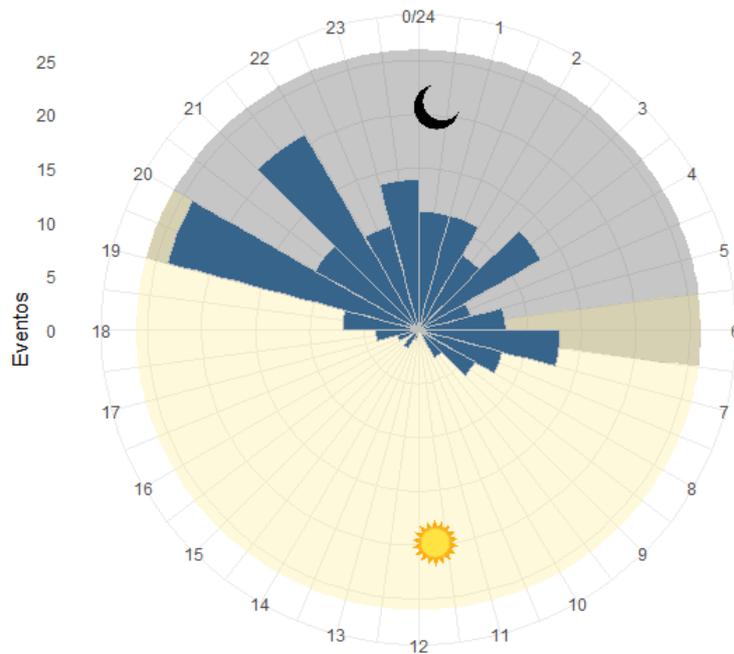


Figura 18. Patrón de actividad para la totalidad de los eventos independientes de puma (N=182) registrados durante los 4 años (2018-2019-2020-2021) en la CEP, indicados en densidad de eventos en función de la hora del día.

### Actividad estacional de puma

Considerando los 4 años agrupados (2018, 2019, 2020 y 2021), se obtuvo un 36% de eventos independientes de puma durante el invierno (n=66), un 26% durante el otoño (n=48), un 20% en primavera (n=37) y un 17% en verano (n=31).

Las comparaciones entre los patrones estacionales (Tabla 3) mostraron el mayor solapamiento entre verano-primavera (Figura 19a). Los menores solapamientos se encontraron en verano-otoño (Figura 19f), seguido de otoño-primavera y verano-invierno (Figura 19e y 19d). Por otro lado, los solapamientos fueron intermedios en invierno-primavera y otoño-invierno (Figura 19c y 19b).

Se observó un  $\hat{\Delta}_1$  promedio de 0,80 entre temporadas consecutivas, mientras que entre estaciones opuestas (primavera vs otoño e invierno vs verano) el  $\hat{\Delta}_1$  promedio fue de 0,78. Ambos  $\hat{\Delta}_1$  indicaron la falta de diferencias claras en los patrones de actividad diaria del puma en diferentes estaciones del año.

Si bien las curvas de densidades siguen un patrón muy similar, en el caso de verano vs. invierno (Figura 19d), las horas que está activo en invierno es mayor. Hay un desplazamiento en el pico de actividad al atardecer hacia la derecha en verano (hacia más tarde) y la pendiente que representa una disminución de actividad durante el amanecer, es más marcada durante el verano respecto al invierno.

Tabla 3. Coeficientes de superposición ( $\hat{\Delta}_1$ ) de patrones de actividad estacional de puma considerando los 4 años (2018, 2019, 2020 y 2021) en la CEP.

	$\hat{\Delta}_1$	IC <sub>95%</sub>
<b>a- Verano-primavera</b>	0,87	0,71-0,97
<b>b- Otoño-invierno</b>	0,82	0,69-0,92
<b>c- Invierno-primavera</b>	0,81	0,67-0,92
<b>d- Verano-invierno</b>	0,79	0,65-0,90
<b>e- Otoño-primavera</b>	0,78	0,64-0,90
<b>f- Verano-otoño</b>	0,76	0,57-0,86

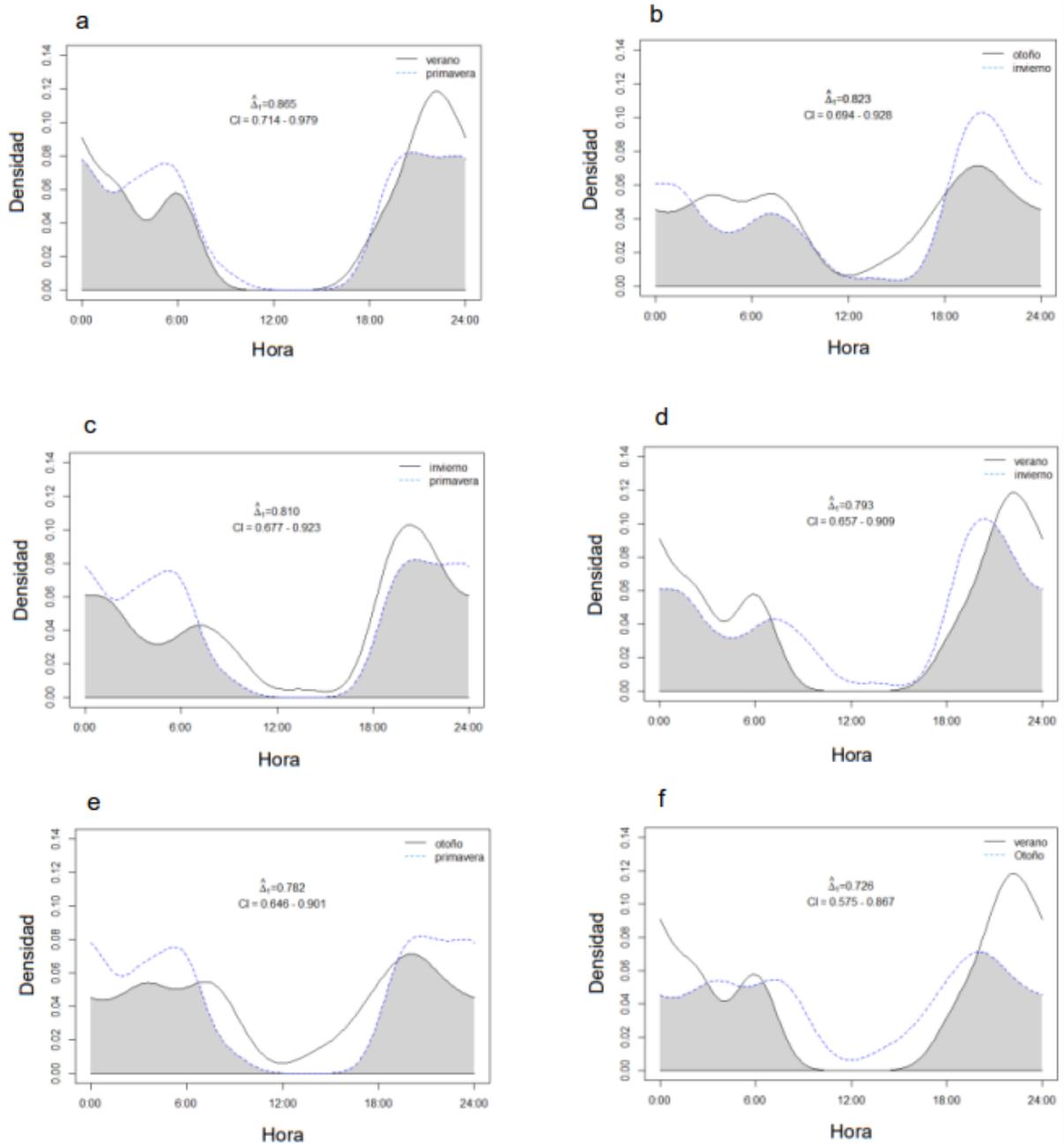


Figura 19. Comparación de patrones de actividad de puma por estaciones en la CEP. Valor de  $\hat{\Delta}_1$  e intervalo de confianza al 95% para cada comparación. a) verano vs. primavera, b) otoño vs. invierno, c) invierno vs. primavera, d) verano vs. invierno, e) otoño vs. primavera y f) verano vs. otoño. La superposición está representada por el área gris sombreada.

## Actividad diaria de puma

Considerando todos los eventos independientes de puma para cada una de las estaciones, se observó una mayor actividad del puma durante la noche (74%, n=135), con valores que van desde el 79% en invierno y 71% en verano y otoño (Tabla 4). El porcentaje total de eventos de puma durante el día fue bajo (13%, n=23), al igual que para el amanecer (5%, n=10) y el atardecer (8%, n=14) (Tabla 4). Se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de independencia de las variables con el estadístico  $X^2$  ( $X^2_6=98,89$ ,  $p < 0,01$ ).

Tabla 4. Distribución del porcentaje (%) de eventos independientes de puma en la CEP durante el día, el amanecer, la noche y el atardecer según las estaciones del año: verano (n=31), otoño (n=48), invierno (n=66) y primavera (n=37) (intervalos de duración clásicos, ver: Patrón de actividad estacional de puma) y el porcentaje total (% total) de eventos considerando los 4 años agrupados (2018, 2019, 2020 y 2021) (N=182).

Estaciones del año	Porcentaje de eventos independientes de puma (%)			
	Día	Amanecer	Noche	Atardecer
<b>Verano (n=31)</b>	13	6	71	10
<b>Otoño (n=48)</b>	23	4	71	2
<b>Invierno (n=66)</b>	9	3	79	9
<b>Primavera (n=37)</b>	5	11	73	11
<b>% total (N=182)</b>	13	5	74	8

## Actividad general del PPG

Se obtuvieron un total de 111 eventos independientes del PPG distribuidos en los 4 años (48 meses). El porcentaje de sitios con presencia del PPG considerando todos los años fue del 50%. El PPG presentó una tendencia hacia una actividad mayormente diurna, con un patrón aparentemente bimodal, con un pico entre las 12:00 y 18:00 hs, y otro entre las 06:00 y las 10:00 hs (Figura 20).

Los eventos del PPG de todos los años se distribuyeron heterogéneamente a lo largo del día (24 hs) según el resultado del test de uniformidad de Rayleigh (N=111; Z=0,21,  $p < 0,01$ ).

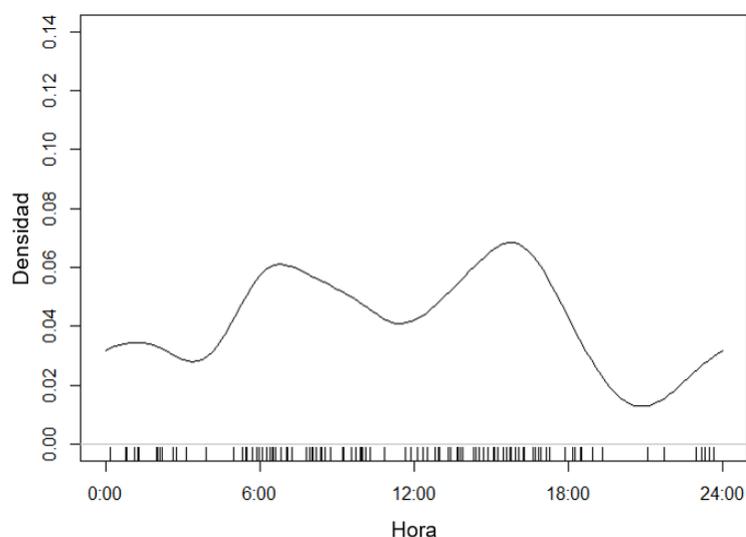


Figura 20. Patrón de actividad para la totalidad de los eventos independientes del PPG (N=111) registrados durante los 4 años (2018-2019-2020-2021) en la CEP.

### Actividad de puma y ovejas

La tasa de captura de puma en los sitios con ovejas (n=9) fue marcadamente menor (3,42 eventos cada 1000 días-trampa) que en los sitios sin ovejas presentes (n=11) (12,94 eventos cada 1000 días-trampa). A pesar de esto, el solapamiento de la actividad diaria de puma en los sitios con ovejas (eventos n=31) y sin ovejas presentes (evento n=151) fue alto (Figura 21,  $\hat{\Delta}_1=0,82$ ,  $IC_{95\%} 0,70-0,93$ ).

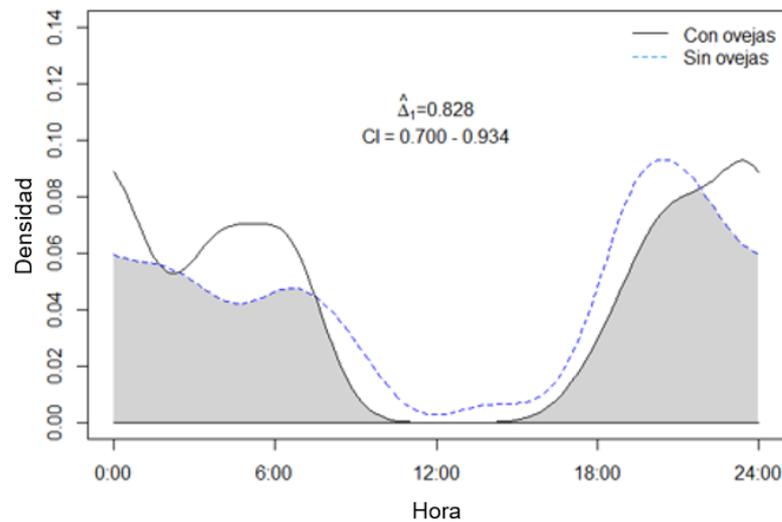


Figura 21. Comparación de patrones de actividad de puma en sitios con y sin ovejas en la CEP. La superposición está representada por el área gris sombreada.

### Actividad de puma y del PPG

El solapamiento de la actividad temporal de puma y del PPG fue bajo (Figura 22,  $\hat{\Delta}_1=0,53$ ,  $IC_{95\%} 0,44-0,63$ ). Las curvas de densidades que representan la actividad de puma en los sitios con (sitios n=10) y sin el PPG (sitios n=10) (Figura 23) mostraron un patrón muy similar pero, con un desplazamiento en el pico de actividad hacia el anochecer en los sitios con presencia del PPG. Al comparar el patrón de actividad del PPG con el patrón de actividad de puma en los sitios con y sin el PPG, se obtuvo una superposición muy similar en ambos casos (Figura 24a,  $\hat{\Delta}_1=0,53$ ,  $IC_{95\%} 0,42-0,64$ ; Figura 24b,  $\hat{\Delta}_1=0,53$ ,  $IC_{95\%} 0,43-0,63$ ).

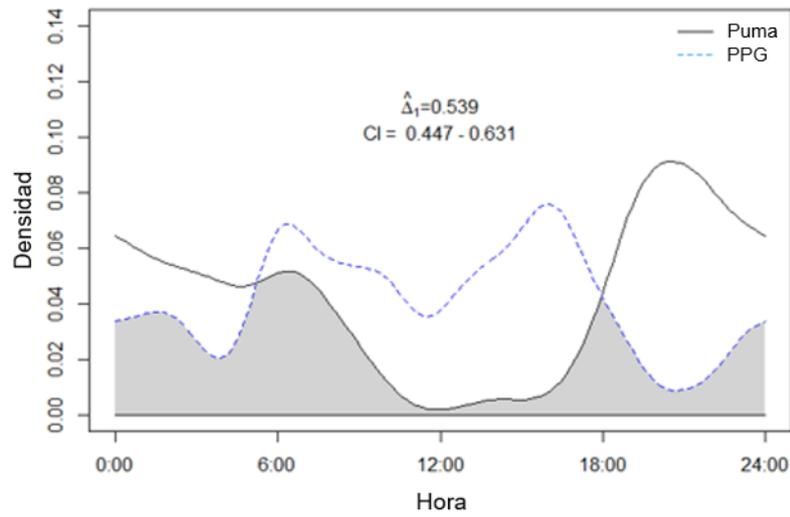


Figura 22. Comparación de patrones de actividad de puma y del PPG en la CEP. La superposición está representada por el área gris sombreada.

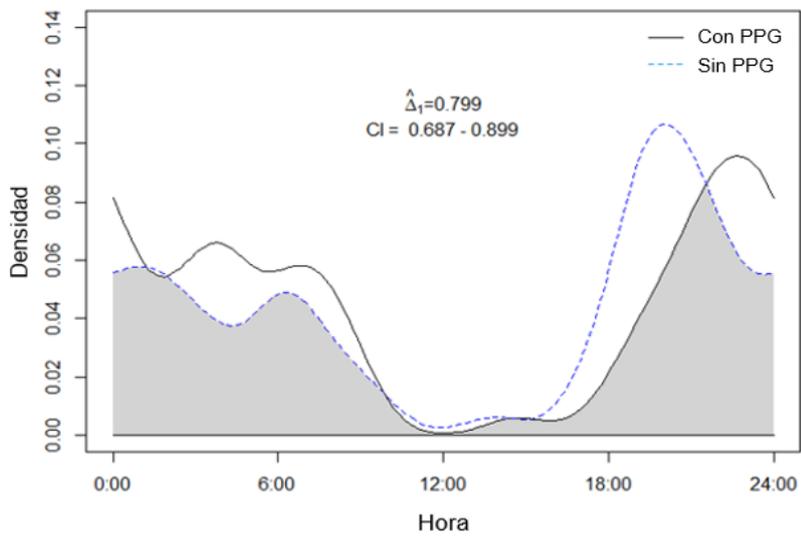


Figura 23. Comparación de patrones de actividad de puma con (n=66) y sin el PPG (n=120) en la CEP. La superposición está representada por el área gris sombreada.

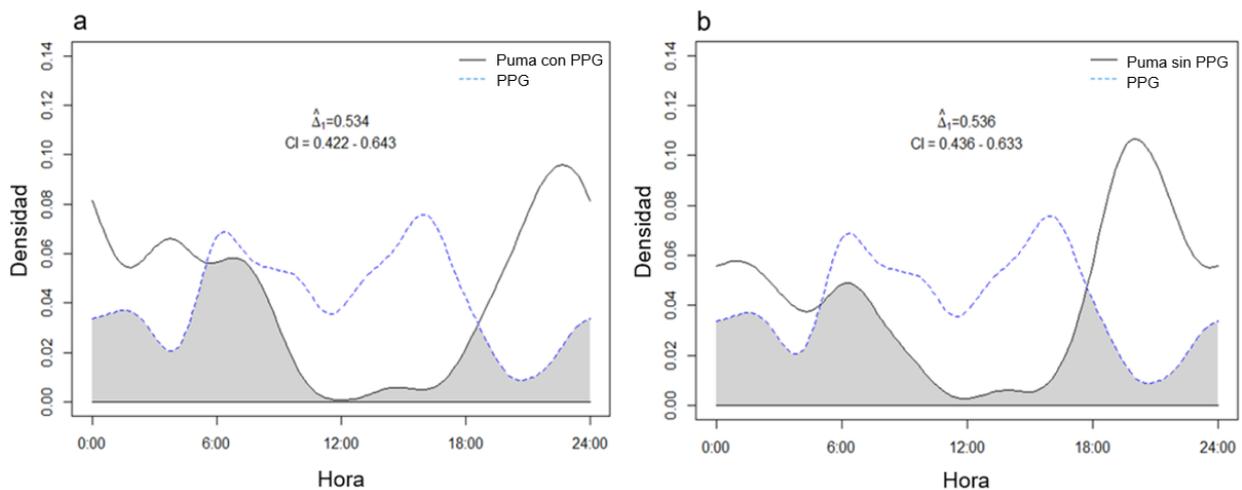


Figura 24. Comparación del patrón de actividad del PPG (N=111) y el patrón de actividad de puma en los sitios con presencia del PPG (n=66) (a) y en los sitios sin presencia del PPG (n=120) (b) pertenecientes a la CEP. La superposición está representada por el área gris sombreada.

## Interacción directa puma-PPG

Solamente en dos de los sitios estudiados (C14A y C15) ocurrieron eventos del PPG (n=31) 30 días antes o 30 días después de que ocurriera un evento de puma (n=8). Ambos sitios contaron con presencia del PPG en el año 2021 y ausencia del PPG en los años 2018 y 2020. El sitio C14A también contó con presencia del PPG en el año 2019. La frecuencia de los eventos de ambas especies fue irregular como se observa en la Figura 24, pero, en más del 80% de las ocasiones (n=25), el PPG pasó por el sitio luego de que pasó puma y el tiempo mínimo fue de entre 1 y 9 días. En un 41% (n=13) pasó el PPG antes de que pasara puma con un tiempo mínimo de entre 2 y 5 días, en un único caso 30 días.

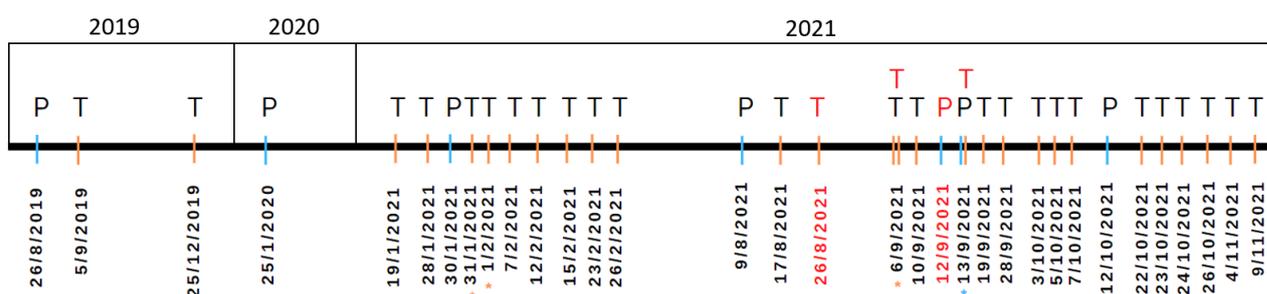


Figura 25. Línea temporal que muestra los eventos de puma (letra P y líneas azules) y del PPG (Letra T y líneas naranjas) que ocurrieron con hasta 30 días de diferencia entre sí. En negro las fechas pertenecientes al sitio C14A y en rojo al sitio C15. El \* indica que en esa fecha ocurrieron dos eventos independientes de puma (\*) o del PPG (\*).

## USO DE HÁBITAT

### Uso de hábitat general

El hábitat en la CEP se distribuyó de la siguiente manera: 29% de pastizal, 25% de pastura y cultivo y 46% de monte (Figuras 27a, b y c, CEP), sin cambios importantes en estas categorías durante los años del trabajo.

El porcentaje de monte presentó una correlación positiva y mayor que en los otros ambientes con respecto a la tasa de captura total (Tabla 5). Una cobertura alta (> 50%) está asociada a tasas de captura altas, aunque no en todos los casos (Tabla 6), pero una cobertura baja está asociada a tasas de captura bajas y aún más bajas cuando consideramos la ausencia de monte (Tabla 6).

Tabla 5. Resultados del test de correlación de Pearson utilizando la tasa de captura de puma (TC) con los datos agrupados (n=20).

	TC datos agrupados (n=20)	
	r	R <sup>2</sup>
% monte	0,69	0,48
% pastizal	-0,44	0,16
% pastura y cultivo	-0,34	0,12
Distancia a molino 1	0,16	0,02
Distancia a molino 2	0,16	0,02
Distancia a vivienda rural	0,39	0,15

Tabla 6. Distribución del porcentaje de monte en los 20 sitios muestreados en los 4 años en la CEP. TC (tasa de captura) cada 1000 días trampa.

% de monte	% de sitios (n)	Promedio de TC	Valor máximo de TC	Valor mínimo de TC
≥ 75	25 (5)	17,90	27,90	5,42
< 75 y ≥ 50	25 (5)	9,34	17,40	1,09
< 50 y > 0	15 (3)	5,66	8,59	3,55
0	35 (7)	1,24	3,37	0,00

Teniendo en cuenta los 4 años, un 45% de los sitios contaron con la presencia de ovejas y un 50% con la presencia del PPG, teniendo en cuenta los 4 años. El PPG estuvo siempre presente en los mismos sitios que las ovejas y únicamente en un sitio más. La tasa de captura de puma promedio en los sitios sin ovejas fue más alta (12,26) que en los sitios con ovejas (3,04). Un 77,7% (7 de los 9) de los sitios con ovejas presentaron 0% de cobertura de monte y un 22,2% (2 de los 9) de cobertura de monte del 40 y 50% (Tabla 7).

La correlación entre la tasa de captura de puma y la distancia a la vivienda rural no fue significativa (Tabla 5), pero los 3 sitios con mayor tasa de captura se encontraban a más de 1700 m de la vivienda (distancia promedio de 2006,16 m) (Tabla 7). En el caso de la relación entre la tasa de captura de puma y la distancia a Molinos 1 y 2, no se encontró una correlación (Tabla 5), ni se observó un patrón claro con los valores máximos o mínimos de tasa de captura.

Tabla 7. Tabla que resume la información del porcentaje de ambientes (monte, pastizal y pasturas/cultivos), de los datos de presencia de ovejas y del PPG, de las distancias a Molinos (1 y 2) y a la vivienda rural, y de la tasa de captura de puma por sitios en la CEP.

Sitios	Porcentaje de Ambientes (%)			Presencia de:		Distancia a (metros)			Tasa de captura de puma
	Monte	Pastizal	Pastura/Cultivo	Ovejas	PPG	Molino 1	Molino 2	Vivienda Rural	
A	62	0	38	NO	NO	2117,79	3350,77	3443,95	1,10
B	0	5	95	SI	SI	1880,80	1360,45	2526,20	3,38
C	0	100	0	SI	SI	1521,29	810,03	1449,28	0,94
C1A	0	0	100	SI	SI	667,55	1699,84	1013,18	1,23
C3A	100	0	0	NO	NO	1123,03	3351,23	1725,98	22,89
C4A	0	50	50	SI	SI	1584,08	1220,47	923,87	0,89
C5	40	60	0	NO	NO	2327,30	740,92	2560,14	4,85
C6A	0	100	0	SI	SI	982,04	2371,64	498,22	1,34
C7A	100	0	0	NO	NO	656,78	2919,80	1920,74	5,43
C8	25	0	75	NO	NO	1837,41	4101,23	2414,45	8,60
C9A	50	0	50	NO	NO	1602,81	3303,19	2963,99	17,41
C10A	100	0	0	NO	SI	1093,64	2526,65	2389,24	25,77
C11	0	50	50	SI	SI	1328,26	1047,08	1669,16	0,98
C12	85	15	0	NO	NO	3175,64	878,66	2968,14	27,95
C13A	75	25	0	NO	NO	2740,79	879,95	2081,07	7,73
C14A	50	25	25	SI	SI	2698,72	1469,15	1708,21	15,10
C15	40	60	0	SI	SI	2983,61	2539,73	1656,81	3,55
C16	0	50	50	SI	SI	2043,97	2259,11	688,46	0,00
C18	70	0	30	NO	NO	1723,32	2582,97	2933,12	2,70
D	60	0	40	NO	NO	1283,00	3382,10	2588,89	10,44

## Uso de hábitat anual

Al analizar la tasa de captura anual en los sitios con y sin presencia de ovejas (Figura 26a) no se observaron diferencias significativas entre sus medias ( $F_{7, 70}=0,91$ ,  $p=0,50$ ), aunque presentó un comportamiento variable en el transcurso de los años. El porcentaje de sitios con un valor de 0 tasa de captura de puma siempre fue mayor en aquellos sitios con ausencia de ovejas.

Las tasas de captura anual para los sitios con y sin el PPG (Figura 26b) fueron muy similares entre ellas y no se observaron diferencias significativas entre sus medias ( $F_{7, 72}=0,46$ ,  $p=0,85$ ), aunque se observó una tendencia constante con respecto a que las tasas de captura con el PPG fueron siempre menores.

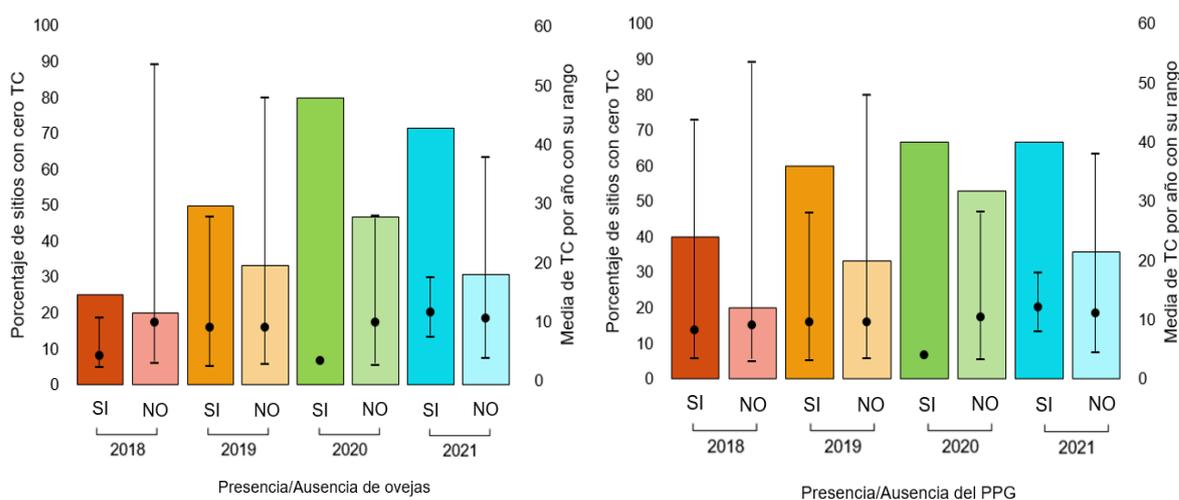


Figura 26. Comparación de la media y el rango de la tasa de captura de puma (TC) por año en presencia (SI)/ausencia (NO) de: a) *Ovejas* y b) *PPG*. Las columnas representan el porcentaje de sitios con ausencia de puma (ceros (0)) para cada uno de los casos.

Al analizar la tasa de captura con respecto al porcentaje de ambientes (Figuras 27a, b y c) y a las distancias a los Molinos (1 y 2) y a la Vivienda rural (Figuras 27d, e y f) no se observaron grandes diferencias entre años. Se observó que porcentaje monte tuvo una correlación positiva alta con la tasa de captura en la mayoría de los años, mientras que porcentaje de pastizal y pastura y cultivo, si bien las correlaciones fueron más bajas, fueron negativas en todos los años (Tabla 8). Las correlaciones para las distancias fueron bajas en general, variando la relación en los distintos años para las distancias a Molinos 1 y 2 y siendo positiva todos los años para la distancia a la Vivienda rural (Tabla 8).

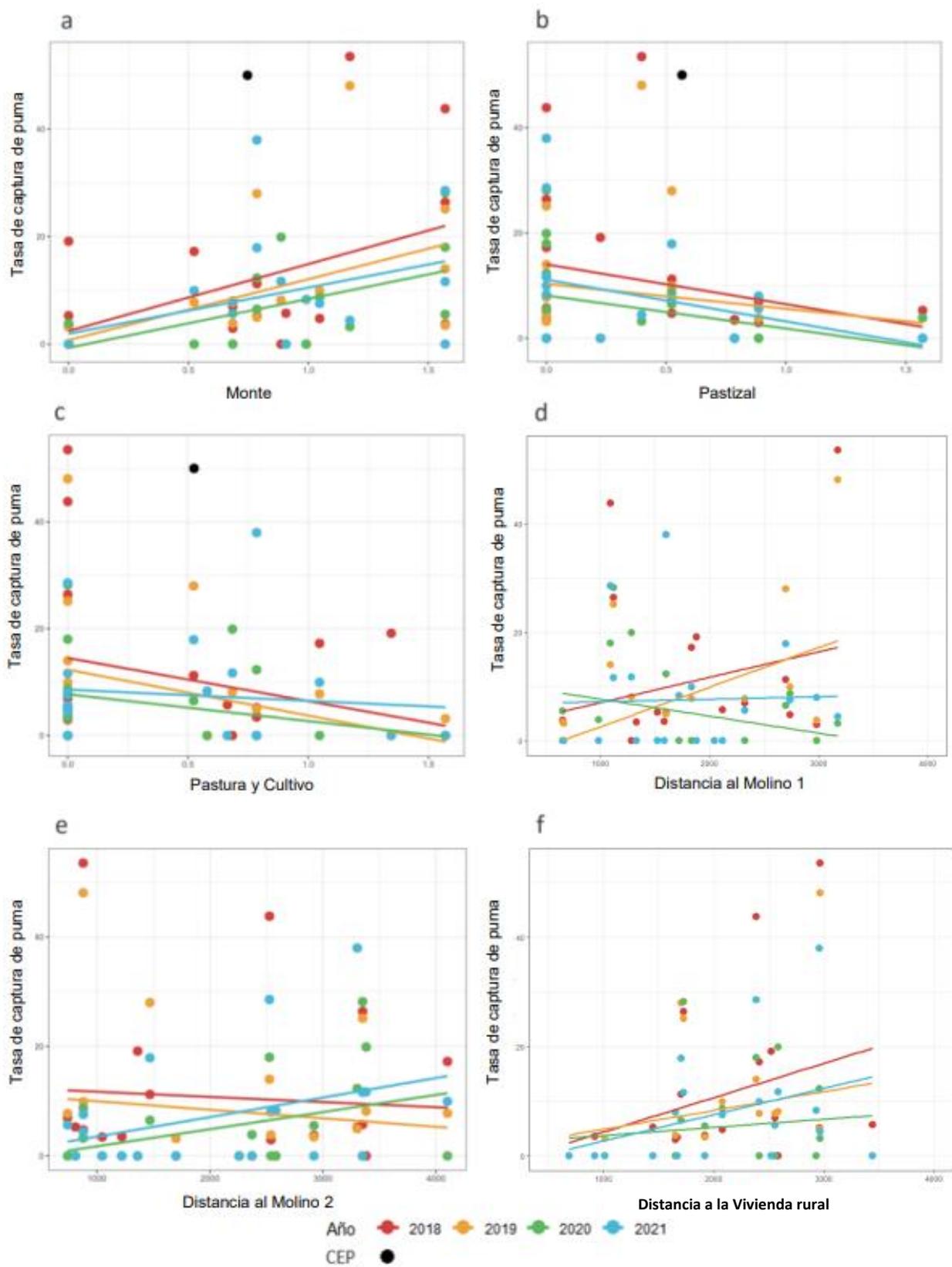


Figura 27. Comparación entre la tasa de captura de puma por años y: a) *Monte*, b) *Pastizal*, c) *Pastura y Cultivo*, d) *Distancia al Molino 1*, e) *Distancia al Molino 2* y f) *Distancia a la Vivienda rural*.

Tabla 8. Resultados del test de correlación de Pearson entre porcentaje de monte, porcentaje de pastizal, porcentaje de pastura y cultivo, distancia al Molino 1, Molino 2 y a la Vivienda rural y la tasa de captura de puma (TC) entre los distintos años en la CEP.

	TC 2018	TC 2019	TC 2020	TC 2021
% monte	0,48	0,52	0,63	0,47
% pastizal	-0,26	-0,20	-0,40	-0,40
% pastura y cultivo	-0,27	-0,35	-0,31	-0,10
Distancia a molino 1	0,23	0,43	-0,28	0,03
Distancia a molino 2	-0,07	-0,13	0,40	0,36
Distancia a vivienda rural	0,36	0,25	0,14	0,39

### Uso de hábitat estacional

Considerando los 4 años agrupados (2018, 2019, 2020 y 2021), la mayor cantidad de sitios en los que se observó puma ocurrió en otoño e invierno (n=13 en ambos casos), y la menor en primavera (n=9) (Tabla 9). Cinco sitios fueron visitados todos los años y presentaron tasas de captura muy altas (22,8; 17,4; 25,7; 27,9; 15,1).

En la estación fría (otoño e invierno) el puma visitó 3 sitios de posición central en la CEP (C6A, C1A y C11) que nunca fueron visitados en temporada cálida (primavera y verano). Solo un sitio (C4A) fue visitado en la estación cálida y no en la fría (Figura 28).

Tabla 9. Porcentaje de sitios (N=20) con presencia de puma y porcentaje de eventos independientes de puma (N=182) en las distintas estaciones del año, durante los 4 años (2018, 2019, 2020 y 2021) en la CEP.

	Estaciones			
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
% sitios	55	65	65	45
% eventos	17	26	36	20

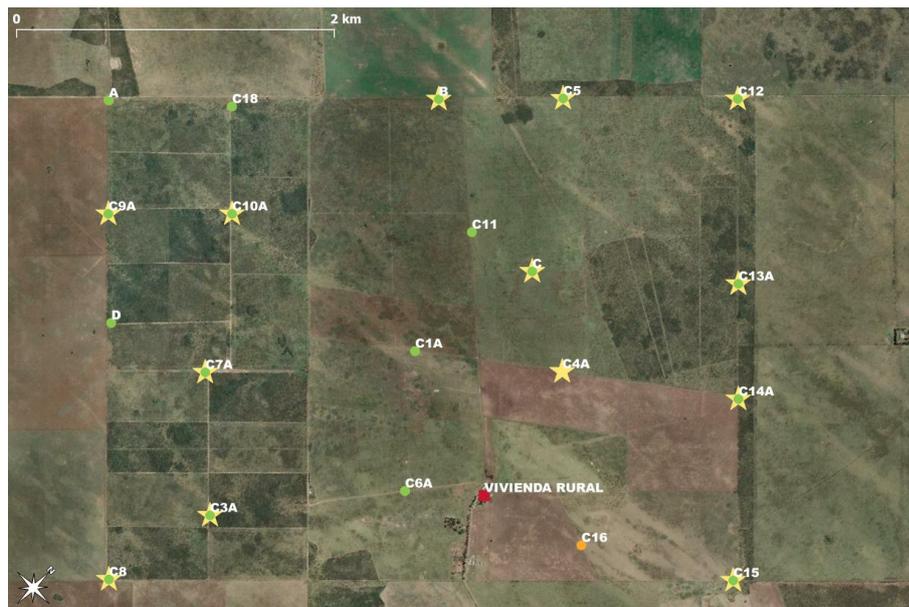


Figura 28. Mapa de la CEP que muestra con puntos verdes (●) aquellos sitios por los que pasó puma en estación fría (otoño-invierno) y con estrellas amarillas (★) aquellas cámaras trampa por las que pasó puma en la temporada cálida (primavera-verano). Por el sitio C16 nunca pasó puma en los 4 años (●).

## Uso de hábitat estacional en sitios con y sin el PPG

El mayor porcentaje de eventos independientes de puma se observó en invierno, considerando tanto los sitios con (n=22) y sin (n=44) presencia del PPG. El porcentaje de eventos también fue alto en otoño (n=21) en sitios con el PPG. El menor porcentaje de eventos de puma ocurrió en verano tanto en sitios con (n=9) y sin el PPG (n=22). Además, considerando los sitios con presencia del PPG, el porcentaje de sitios y eventos de puma se comportaron de manera muy similar, excepto en el invierno donde el porcentaje de sitios fue menor. Considerando los sitios con ausencia del PPG, si bien el porcentaje de eventos de puma fue siempre menor que el de sitios, se comportaron de forma similar, siendo máximos en invierno y más bajos en verano, primavera y otoño (Figura 29).

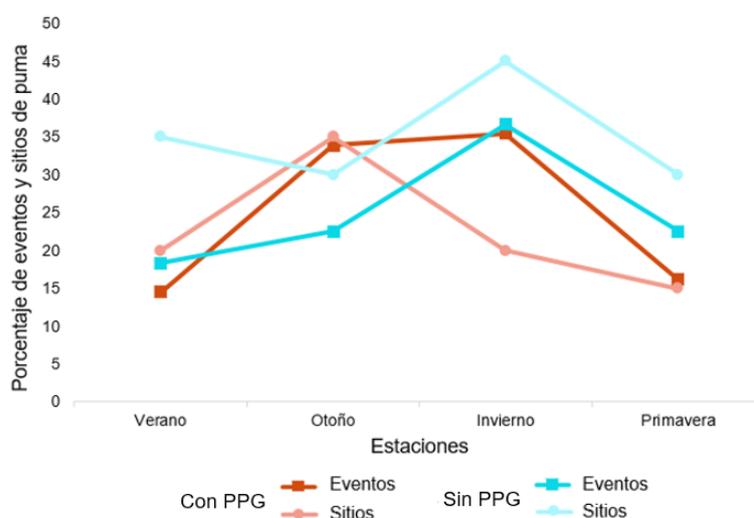


Figura 29. Porcentaje de eventos independientes y sitios por los que pasó puma en las diferentes estaciones del año en presencia (eventos n=62, sitios n=10) y ausencia (eventos n=120, sitios n=10) del PPG, durante los 4 años agrupados (2018, 2019, 2020 y 2021) en la CEP.

## Uso de hábitat analizado a través de Modelos Lineales Generalizados Mixtos

Las ocho variables anunciadas anteriormente se incluyeron en los GLMM utilizando el número de eventos como variable respuesta. Se comparó el modelo de distribución de Poisson con el Binomial Negativo por medio de un *anova* y se encontraron diferencias significativas entre los modelos y según el Índice de Akaike el modelo Binomial Negativo (BN) ajustó mejor a los datos ( $AIC_{Poisson}=310$ ;  $AIC_{BN}=284$ ). A través del proceso de selección basado en valores de  $\Delta AICc < 2$ , se generaron cinco modelos (Tabla 10), de un total de 71 modelos. Las variables “Monte” y “Molino1” fueron incluidas en los cinco modelos generados, “Pastura y Cultivo” y “Pastizal” en 4 y 3 modelos respectivamente, mientras que “Ovejas”, “PPG”, “Vivienda Rural” y “Molino 2” no fueron incluidas en ninguno (Tabla 10).

Tabla 10. Parámetros de los modelos explicativos de la tasa de captura de puma en la CEP. Se incluyeron solo los modelos con  $\Delta AIC < 2$ . Variable respuesta: Número de eventos independientes de puma. Int.: intersección; G.L.: grados de libertad; AICc: valor del estimador de Akaike ajustado para muestras pequeñas.  $\Delta$ : diferencia entre los valores de AICc de los modelos generados.

#	Int.	Ovejas	PPG	Pastura y Cultivo	Monte	Pastizal	Vivienda Rural	Molino1	Molino2	G.L	AICc	$\Delta AICc$
1	-5,3	-	-	0,49	1,29	-	-	0,04	-	6	278,50	0,00
2	-5,41	-	-	0,52	1,37	-	-	0,04	-	7	279,60	1,07
3	-5,28	-	-	-	0,75	-0,44	-	0,04	-	6	279,80	1,29
4	-5,31	-	-	1,30	2,24	0,89	-	0,04	-	7	280,00	1,50
5	-5,42	-	-	0,53	0,80	-0,51	-	0,04	-	7	280,40	1,88

Se seleccionó el modelo más simple, en este caso, fue el n°1, el cual analizó las variables “Pastura y Cultivo”, “Monte” y “Molino1”.

Eventos  $\sim$  Monte + Pastura y Cultivo + Molino1 + *offs* (log (Esfuerzo)) + (1|Año)  
+ optimizer="bobyqa"

Al reajustar el modelo, la contribución de las tres variables explicativas resultó significativa ya que los intervalos de confianza de las mismas no incluían el cero (Tabla 11).

Tabla 11. Modelo con las variables seleccionadas e intervalos de confianza de las mismas (2,5% y 97,5%).  
Valor Z: test estadístico Wald.

Variables	Estimación	Error estándar	Valor Z	p		2,5%	97,5%
(Int.)	-5,3	0,16	-31,97	< 0,001 ***		-5,71	-4,96
Monte	1,28	0,24	5,28	< 0,001 ***		0,84	1,80
Pastura y Cultivo	0,48	0,23	2,08	0,036 *		0,04	0,96
Molino 1	0,35	0,13	2,63	0,008 **		0,09	0,63

El modelo indica una relación positiva entre la variable de respuesta y el porcentaje de monte, el porcentaje de pastura y cultivos y la distancia a Molino 1 (Tabla 11). Esto significaría que a una mayor distancia a Molino 1, la probabilidad de ocurrencia de un evento de puma aumentaría. Además, el número de eventos aumentaría en los sitios próximos a ambientes con mayor cobertura de monte y destinados a pasturas y cultivos.

## EVENTOS DE PREDACIÓN Y CAZA

En 6 eventos de predación se contó con el dato del sitio específico de la predación. Solamente en uno de estos casos se registró presencia de puma en la cámara más cercana 13 días antes de la predación, y en un segundo caso se registró la predación en la cámara.

Dada la ilegalidad de los datos de caza, solo se registraron dos eventos de caza pero se tiene certeza que dentro de la CEP no hubo más eventos durante todo el periodo. El primer evento ocurrió en el mes de junio del año 2018 (puma juvenil, sexo indefinido), y el segundo evento en el mes de febrero del año 2020 (puma hembra adulta). Ambos eventos de caza fueron realizados con armas de fuego y en ambiente con un predominio cercano al 50% de monte. No se observó en la historia de captura de los sitios cercanos estos eventos una particular ausencia por tiempo prolongado de eventos de puma.

## DISCUSIÓN

De acuerdo a las hipótesis propuestas, el puma en esta área de estudio presentó principalmente un patrón de actividad nocturno y crepuscular. Estos resultados concuerdan con otros estudios realizados en América (Scognamillo et al. 2003, Venezuela; Sweanor et al. 2008, California, EE.UU; Monroy-Vilchis et al. 2009, México; Paviolo et al. 2009, Misiones, Argentina; Zanón-Martínez et al. 2016, Región central de Argentina; Gutiérrez-González y López-González 2017; México; Guerisoli et al. 2019, Buenos Aires, Argentina).

En el sudoeste bonaerense la presencia humana y las actividades relacionadas con la caza y persecución del felino, podrían afectar su patrón de actividad. Guerisoli et al. (2019) sugieren que el puma podría evitar exponerse a las horas del día en que la presencia antrópica o el riesgo de mortandad son mayores comparado a lo que ocurre durante la noche. En relación a las presas, las que presentan una actividad nocturna principalmente son el jabalí, la liebre y la vizcacha (Canevari y Vaccaro 2007). Y además se sabe que la predación sobre ganado ocurre mayormente durante la noche (Guerisoli 2018). Entonces, el patrón de actividad del puma, en esta área, podría apuntar a maximizar la relación entre beneficios (presencia de presas silvestres) y costos (interferencia antrópica) (Guerisoli 2018).

A pesar de que hay evidencia de que las especies de vida silvestre comúnmente cambian los patrones de actividad estacionalmente (Lashley et al. 2018), el puma no mostro una diferencia significativa en su patrón de actividad durante las diferentes estaciones del año al igual que ha sido registrado para esta especie en otros estudios (Scognamillo et al. 2003, Monroy-Vilchis et al. 2009). Particularmente se observó en esta tesis que en el verano concentró sus actividades durante la noche y el atardecer y en el invierno durante la noche y el amanecer, como ocurrió en el trabajo de McCain (2008). Esta diferencia observada podría deberse a que, en el verano, la duración de la noche es menor y las temperaturas son muy elevadas durante el día. Altas temperaturas pueden obligar al puma a limitar su actividad durante el día y a utilizar lugares con sombra para termorregularse como sugieren Astete et al. (2017), lo que es esperable para un área como la de Patagones donde en verano se alcanzan temperaturas muy elevadas (Cabrera y Willink 1980). El puma, concentraría marcadamente su actividad en horas de oscuridad creando el pico que se observa en el verano e iniciando sus actividades al atardecer cuando las temperaturas son más bajas (Guerisoli et al. 2019).

En la CEP, el patrón de actividad de puma no varió entre los sitios con y sin ovejas, aunque la tasa de captura fue mucho mayor en los sitios sin ovejas presentes. El puma, al ser depredador oportunista, consume presas según la disponibilidad y abundancia de estas en los diversos ecosistemas donde habita (Iriarte 2011), por lo que se esperaría, debido a que las ovejas son abundantes en el área y una “presa fácil” para este felino, que sus encuentros sean mucho más frecuentes. Pero, los resultados de esta tesis se oponen a lo esperado y, al igual que en el trabajo de Iriarte (2011), podría ser que, pese a ser el ganado doméstico más

abundante en el área de estudio, lo consume en menor proporción que algunas presas silvestres. Este hecho, podría deberse a que hay suficientes presas silvestres en la CEP que estuvieran actuando como “amortiguador” para la predación de ganado y que la abundancia de estas presas, como ha sido propuesto por otros autores estaría teniendo un efecto directo sobre las poblaciones de este felino (Ruth y Murphy 2010; Guerisoli 2018). También, las características del ambiente podrían haber afectado estos resultados, ya que las ovejas utilizan mayormente ambientes con muy poca cobertura de vegetación, contrario a lo que sucede en los sitios con alta tasa de captura de puma. La presencia del PPG podría haber favorecido esta baja tasa de captura, ya que comparte los sitios con las ovejas y debería ahuyentar a los predadores al estar presente o mediante la marcación de su territorio. En los resultados del GLMM la variable “presencia/ausencia de ovejas” no afectó de manera significativa a la tasa de captura de puma. Por lo que son factores asociados a las ovejas los que estarían afectando a esta tasa, como el porcentaje de cobertura de vegetación en los sitios en los que se encuentran.

El PPG presentó una actividad mayormente diurna y, al comparar este patrón de actividad con el de puma en sitios con y sin el PPG, no se observaron diferencias significativas. Comparando la actividad de puma en sitios con y sin el PPG tampoco se observaron variaciones, aunque el pico de actividad durante la noche sufrió un marcado desplazamiento hacia más tarde en sitios con el PPG. Esto, si bien podría indicar que se debe a una influencia directa del PPG sobre la actividad del puma, se observó que hay un mayor número de eventos de puma en el invierno en los sitios sin el PPG (eventos  $n=44$ , sitios  $n=4$ ) con respecto a los sitios con el PPG (eventos  $n=22$ , sitios  $n=9$ ). Es decir, que esta diferencia observada podría deberse también a una variación estacional en la actividad espacial del puma. La interacción directa entre puma y el PPG fue baja por lo que parecería que el puma no estaría evitando pasar luego de que haya pasado el PPG, pero la cantidad de datos no es suficiente para apoyar esta afirmación.

De acuerdo con nuestra hipótesis, la actividad del puma estuvo limitada principalmente a hábitats densos y estructurados, donde se encuentran más especies de presa y se reduce la actividad humana. Dada la presión de cacería sobre los pumas que ocurre en nuestra área de estudio, evitar áreas con actividad antropogénica relativamente alta es una estrategia para reducir la probabilidad de ser cazados (Caruso et al. 2015). La estructura y complejidad del hábitat junto con el grado de modificación antrópica afectan tanto directamente a los pumas en el Espinal como indirectamente al influir en la accesibilidad y abundancia de presas silvestres (Guerisoli et al. 2019). Los resultados de este estudio sugieren que el número de eventos de puma aumentaría en los sitios próximos a ambientes con mayor cobertura de monte y destinados a pasturas y cultivos. Por un lado, el monte es el hábitat con mayor cobertura de vegetación en el área de estudio y representa casi un medio del total la misma. Este ambiente puede actuar para la especie como refugio o corredor para desplazarse sin ser

visto. Por otro lado, espacios abiertos como los que brinda un hábitat de pasturas y cultivos le permiten perseguir y cazar a sus presas (Caruso et al. 2015). Además, las presas en el área de estudio (incluidas vizcachas, *Lagostomus maximus*; liebres europeas, *Lepus europaeus*; maras patagónicas, *Dolichotis patagonum*; ñandúes, *Rhea americana*; ovejas, *Ovis aries*), parecerían ser más abundantes en áreas abiertas (Caruso et al. 2015). El puma, al ser un depredador sigiloso, se oculta y acecha a las presas, pero al mismo tiempo necesita de espacios abiertos para perseguirlas y capturarlas. Por este motivo, la combinación de ambientes abiertos como cerrados pueden influir positivamente en la efectividad de la estrategia de depredación de los pumas, aumentando tanto la diversidad de presas como su capturabilidad (Scognamillo et al. 2003). Además, una matriz de ambientes modificados, corredores y parches de hábitat naturales son elementos esenciales para desplazamientos a largas distancias, sobre todo para los machos de *P. concolor* que son los que realizan los mayores movimientos de dispersión en esta especie (Logan y Sweanor 2001). Coincidiendo con todo lo anteriormente mencionado, se ha encontrado en el trabajo de Caruso et al. (2015) que los lugares más adecuados para la especie fueron los alejados de los cultivos y no mostraron la preferencia esperada por los hábitats cerrados sino por los ambientes relativamente abiertos que combinan pastizales y ambientes arbustivos no tan cerrados.

De acuerdo con los resultados, a una mayor distancia al molino 1, la probabilidad de ocurrencia de un evento de puma aumentaría. Esto puede deberse, según los conocimientos del área, a que este sitio es utilizado con frecuencia por los empleados de la CEP que manejan en forma directa la hacienda y se encuentra relativamente cerca de la vivienda rural que también concentra la mayor parte de la actividad humana. A diferencia de lo que ocurre con el molino 2 que es menos utilizado por los empleados de la CEP. En la vivienda rural, además de las actividades cotidianas de las personas que viven en la zona, se encuentran animales mascotas (perros) y hay movimiento de vehículos por lo que representa un lugar de disturbio antrópico importante. Coincidiendo con esto, la distancia a la vivienda se correlacionó positivamente con respecto a la tasa de captura todos los años, es decir, a mayor distancia a la vivienda rural, mayor tasa de captura de puma, aunque en los análisis del GLMM no estaría afectando al número de eventos de puma.

Según las variables que explican el modelo que mejor se ajusta a los datos obtenidos, tanto la presencia de ovejas como el PPG no estarían afectando el número de eventos de puma. Esta falta de relación encontrada, puede deberse a que el porcentaje de monte es muy bajo en los sitios en que ambos están presentes y, como se mencionó anteriormente, afectaría negativamente a la presencia de puma. Esto no significa que el perro protector del ganado no esté funcionando en su actividad de disminuir la predación de ovejas por parte del puma, se precisa de mayor cantidad de datos para arribar a conclusiones más certeras.

En las zonas rurales, donde la actividad ganadera es la fuente principal de ingresos, la pérdida

del ganado causada por estos depredadores provoca respuestas negativas y de represalia por parte de los ganaderos, como la oposición a la reintroducción de carnívoros en áreas protegidas, la caza y la persecución directa de los pumas. Estas respuestas negativas podrían producir en última instancia la extinción de la población a nivel local (Guerisoli et al. 2019). En un estudio realizado en el sur del espinal (Luengos Vidal et al. 2016) los productores ganaderos consideraron que la predación por parte de los carnívoros es la causa principal de la mortalidad del ganado y mencionan al puma como especie perjudicial. La ganadería en esta región se practica en casi el 95% de las propiedades y hay numerosa cantidad de ovinos. Esto último magnificaría la intensidad del conflicto en esta zona.

Los resultados de este trabajo, a pesar de tener un monitoreo extendido en el tiempo y de ser un área reducida, no fueron suficientes para encontrar una relación entre los casos de pumas muertos en el área y los eventos de presencia de puma. Es decir, a pesar de las dos muertes de puma, la tasa de captura se mantuvo relativamente constante. Esto posiblemente estaría indicando la presencia de varios individuos en el área y también podría indicar una renovación de la población muy rápida. Por otro lado, si bien no tenemos los registros de todas las predaciones en el área durante los 4 años, no pudimos encontrar relación entre estas predaciones y la captura de los pumas en las cámaras, excepto el único caso que el puma se fotografió con la oveja en la boca (Figura 2). Pero si se observó que todas las predaciones fueron en áreas periféricas a los sitios donde están presentes las ovejas generalmente y con un porcentaje de monte alto. Tampoco se pudo encontrar relación entre la presencia del PPG y estas predaciones, dado que se necesitaría realizar un análisis comportamental, por ejemplo con collares GPS, ya que las cámaras trampa ofrecen un rango de visibilidad muy pequeño que no permite arribar a conclusiones más claras.

A pesar de que quizás sería necesario complementar este trabajo con otra metodología que permita entender mejor el comportamiento entre todos los actores intervinientes (puma, ovejas y perros protectores) y factores ambientales y antrópicos, los resultados permiten llegar a una serie de conclusiones. Por un lado, el patrón de actividad nocturno crepuscular parecería mantenerse constante más allá de la presencia del perro protector y las ovejas y los factores estacionales o variaciones particulares de cada uno de estos cuatros años. Por otro lado, el patrón espacial concuerda con la preferencia hacia zonas siempre más alejadas de la actividad humana y hacia ambientes con mayor cobertura de monte, pero con un uso importante de áreas más abiertas. Hay indicio de una variación espacial estacional en el uso del hábitat que indicaría una mayor utilización del área abierta y central de la CEP en invierno que en verano que debería investigarse más, ya que podría estar relacionada con la menor disponibilidad de presas silvestres. Por último, la presencia del PPG parecería no afectar el patrón de actividad del puma, pero si hay indicios de que modificaría su uso del espacio, siendo esto un elemento más para considerar al perro protector como una buena herramienta de mitigación del conflicto y contribuir a la coexistencia de la ganadería y la fauna nativa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Astete, S., Marinho-Filho, J., Kajin, M., Penido, G., Zimbres, B., Sollmann, R., Jácomo, A.T.A., Tôrres, N.M. y Silveira, L. 2017. Forced neighbours: Coexistence between jaguars and pumas in a harsh environment. *Journal of Arid Environments*, **146**: 27-34.
- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, **19**(6): 716-723.
- Babgir, S., Farhadinia, M. S. y Moqanaki, E. M. 2017 Socio-economic consequences of cattle predation by the endangered Persian leopard *Panthera pardus saxicolor* in a Caucasian conflict hotspot, Iran. *Oryx* **51**: 124-130.
- Bidinost, F., Gaspero, P. G., Castillo, D., Villar, L., Garramuño, J. M., Bruno Galarraga, M. M., Cancino, K., Cueto, M. y Fernandez Arhex, V. C. 2016. Nuevos guardianes. Perros protectores y luces anti-depredación. Desde la Patagonia Difundiendo Saberes, **13**(21): 1668-8848.
- Burnham, K. P. y Anderson, D. R. 2003. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach (515 pp.). Springer. New York, New York, EE.UU.
- Cabrera, A. L. y Willink, A. 1980. Biogeografía de América Latina (122 pp). O.E.A., **4**. Washington, DC, USA.
- Canevari, M. y Vaccaro, O. 2007. Guía de mamíferos del sur de América del Sur (413 pp.). Editorial LOLA, Buenos Aires, Argentina.
- Cano, E. y Movia, C. 1967. Utilidad de la fotointerpretación en la cartografía de comunidades vegetales del bosque de caldén (*Prosopis caldenia*). INTA. Instituto Botánico Agrícola. La Vegetación de la República Argentina **8**: 1-44.
- Caruso, N., Guerisoli, M., Vidal, E. L., Castillo, D., Casanave, E. B., y Lucherini, M. 2015. Modelling the ecological niche of an endangered population of *Puma concolor*: First application of the GNESFA method to an elusive carnivore. *Ecological Modelling*, **297**: 11-19.
- Caruso, N., Luengos Vidal, E. M., Lucherini, M., Guerisoli, M., Martinez, S. y Casanave, E. B. 2017. Carnívoros en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires: ecología y conflictos con los ganaderos. *RIA. Revista de Investigaciones agropecuarias*, **43**(2): 165-174.
- Chebez, J. C. y Nigro, N. A. 2010. Aportes preliminares para un plan de manejo y conservación del puma (*Puma concolor*) en la República Argentina. (21 pp.). Informe para el Primer Taller de Conservación y Situación Actual del Puma, Fundación Cullunche, Red Argentina Contra el Tráfico Ilegal de Especies Silvestres y Secretaría de Medio Ambiente de la provincia de Mendoza. 14 de marzo.
- Cifuentes Ibarra, M. 2021. Ocupación, abundancia relativa y patrones de actividad del puma (*Puma*

*concolor*) en pastizales esteparios de la Patagonia (102 pp.). Tesis de Magíster en Recursos Naturales. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Cohen, L., Jarvis, P. y Fowler, J. 2013. Practical statistics for field biology (87 pp.). John Wiley & Sons. New York. USA.

De Angelo, C., Llanos, R., Guerisoli, M. M., Varela, D., Valenzuela, A. E. J., Pía, M. V., Monteverde, M., Reppucci, J. I., Lucherini, M., D'Agostino, R., Bolgeri, M. J. y Quiroga, V. A. 2019. *Puma concolor*. En: SAYDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina.

De Lucca, E. R. y Chimento, N. R. 2020. El puma (*Puma concolor*) en las pampas de la provincia de Buenos Aires: Una actualización sobre distribución geográfica y conflicto con el hombre. *Historia Natural*, **10**(2): 53-79.

Di Stefano, J. 2004. A confidence interval approach to data analysis. *Forest Ecology and Management*, **187**(2): 173-183.

Distel, R. A. 2016. Grazing ecology and the conservation of the Caldenal rangelands, Argentina. *Journal of Arid Environments*, **134**: 49-55.

Dobson, A. J. y Barnett, A. G. 2018. An introduction to generalized linear models. CRC Press. New York. USA.

Guerisoli, M. M., Luengos Vidal, E., Franchini, M., Caruso, N., Casanave, E. B. y Lucherini, M. 2017. Characterization of puma–livestock conflicts in rangelands of central Argentina. *Royal Society Open Science*. **4**: 170852.

Guerisoli, M. D. L. M. 2018. Ecología del puma (*Puma concolor*) en el Espinal: un acercamiento enfocado en el efecto de los factores antrópicos (185 pp.). Tesis de Doctorado. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Guerisoli, M. 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.

Guerisoli, M. M., Gallo, O., Martínez, S., Luengos Vidal, E. M. y Lucherini, M. 2021. Native, exotic, and livestock prey: assessment of puma *Puma concolor* diet in South American temperate region. *Mammal Research*, **66**(1): 33-43.

Gutiérrez-González, C. E., y López-González, C. A. 2017. Jaguar interactions with pumas and prey at the northern edge of jaguars' range. *PeerJ*, **5**, e2886.

Hayward, M. W., Henschel, P., O'brien, J., Hofmeyr, M., Balme, G. y Kerley, G. I. H. 2006. Prey preferences of the leopard (*Panthera pardus*). *Journal of Zoology*, **270**(2): 298-313.

Iriarte, A. 2011. Diagnóstico del estado poblacional del Puma (*Puma concolor*) y evaluación de la

efectividad de corrales para proteger el ganado doméstico en la Provincia de Parinacota, Región de Arica y Parinacota. Flora & Fauna Chile Ltda. Providencia, Santiago. 2641724.

Lashley, M. A., Cove, M. V., Chitwood, M. C., Penido, G., Gardner, B., DePerno, C. S., y Moorman, C. E. 2018. Estimating wildlife activity curves: comparison of methods and sample size. *Scientific Reports*, **8**(1): 1-11.

Laundré, J. W. y Hernández, L. 2010. What we know about pumas in Latin America (pp. 76-90). En: *Cougar: ecology and conservation* (305 pp.). Eds. Hornocker, M., y Negri, S. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, EEUU.

Linkie, M. y Ridout, M. S. 2011. Assessing tiger-prey interactions in Sumatran rainforests. *Journal of Zoology*, **284**: 224-229.

Logan, K. A. y Sweanor, L. L. 2001. *Desert puma: evolutionary ecology and conservation of an enduring carnivore* (463 pp.). Island Press. Washington, D.C., EEUU.

Luengos Vidal, E., Guerisoli, M., Caruso, N., Casanave, E. y Lucherini, M. 2016. Conflictos con el puma en el sur del Espinal argentino (pp. 363-375). En: *Conflictos humanos-felinos América Latina* (490 pp.). Eds. Castaño-Urbe, C., Lasso, C. A., Hoogesteijn, R., Díaz-Pulido, A., y Payán, E. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexy von Humboldt, Colombia.

McCain, E. B. 2008. Daily activity patterns of mountain lions (*Puma concolor*) in relation to the activity of their prey species in southern Arizona (36 pp.). Tesis de Maestría. Humboldt State University, Arcata, California, EEUU.

Meredith, M. y Ridout, M. 2021. Overview of the overlap package. (Paquete disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/overlap/vignettes/overlap.pdf>)

Midlane, N., O'Riain, M. J., Balme, G., Robinson, H. S. y Hunter, L. T. B. 2014. On tracks: a spoor-based occupancy survey of lion *Panthera leo* distribution in Kafue National Park, Zambia. *Biological Conservation*, **172**: 101-108.

Monroy-Vilchis, O., Gómez, Y., Janczur, M., y Urios, V. 2009. Food niche of *Puma concolor* in central Mexico. *Wildlife Biology*, **15**(1): 97-105.

Murphy, K. y Ruth, T. K. 2010. Diet and prey selection of a perfect predator (pp. 118-137). En: *Cougar: ecology and conservation* (305 pp.). Eds. Hornocker, M., y Negri, S. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, EEUU.

Nielsen, C., Thompson, D., Kelly, M. y Lopez Gonzalez, C. A. 2015. *Puma concolor* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 2015:e.T18868A97216466.

Novaro, A. J., González, A., Pailacura, O., Bolgeri, M. J., Hertel, M. F., Funes, M. C. y Walker, R. S. 2017. Manejo del conflicto entre carnívoros y ganadería en Patagonia utilizando perros mestizos protectores de ganado. *Mastozoología neotropical*, **24**(1): 47-58.

- O'Connell, A. F., Nichols, J. D. y Karanth, K. U. (Eds.), 2011. Camera traps in animal ecology: Methods and Analyses (286 pp.). Springer New York. EEUU.
- Paviolo, A., Di Blanco, Y. E., De Angelo, C. D. y Di Bitetti, M. S. 2009. Protection affects the abundance and activity patterns of pumas in the Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy*, **90**(4): 926-934.
- Powell, M. J. D. 2009. "The BOBYQA algorithm for bound constrained optimization without derivatives." Technical Report DAMTP 2009/NA06, Centre for Mathematical Sciences, University of Cambridge, Cambridge, England. URL [http://www.damtp.cam.ac.uk/user/na/NA\\_papers/NA2009\\_06.pdf](http://www.damtp.cam.ac.uk/user/na/NA_papers/NA2009_06.pdf).
- QGIS Development Team. 2018. QGIS Geographic Information System. QGIS version 3.10.0-A Coruña. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- Quiroga, V. A., Noss, A. J., Paviolo, A., Boaglio, G. I. y Di Bitetti, M. S. 2016. Puma density, habitat use and conflict with humans in the Argentine Chaco. *Journal for Nature Conservation*, **31**: 9-15.
- Richards, S. A., Whittingham, M. J. y Stephens, P. A. 2011. Model selection and model averaging in behavioural ecology: the utility of the IT-AIC framework. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **65**(1): 77-89.
- 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.
- RStudio Team. 2009. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. URL <http://www.rstudio.com/>
- Santo Domingo, A. D., Caruso, N. C., de las Mercedes Guerisoli, M., Lucherini, M., y Luengos Vidal, E. M. L. 2021. Limited influence of hunting on the activity patterns and habitat use of Pampas fox (*Lycalopex gymnocercus*) in agroecosystems of central Argentina. *Behavioural processes*, 192, 104476.
- Schmid, F. y Schmidt, A. 2006. Nonparametric estimation of the coefficient of overlapping - Theory and empirical application. *Computational Statistics and Data Analysis*, **50**(6), 1583-1596.
- Scognamillo, D., Maxit, I. E., Sunquist, M., y Polisar, J. 2003. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of Zoology*, **259**(3): 269-279.
- Sweaner, L. L., Logan, K. A., Bauer, J. W., Millsap, B. y Boyce, W. M. 2008. Puma and human spatial and temporal use of a popular California State Park. *Journal of Wildlife Management*, **72**(5): 1076-1084.

- Treves, A., Krofel, M. y McManus, J. 2016. Predator control should not be a shot in the dark. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **14**(7): 380-388.
- Villar, L., Bidinost, F., Bruno Galarraga, M. M., Cancino, A. K., Castillo, D. G., Cueto, M., Garramuño, J., Gáspero, P., Giovannini, N., Hernández, L., Larroza, M., Martínez, R. y Robles, C. A. 2014. Perros protectores de ganado. Una herramienta para el manejo de la depredación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA EEA Bariloche, Argentina.
- Yang, H., Zhao, X., Han, B., Wang, T., Mou, P., Ge, J., y Feng, L. 2018. Spatiotemporal patterns of Amur leopards in northeast China: Influence of tigers, prey, and humans. *Mammalian Biology*, **92**(1), 120-128.
- Zanón-Martínez, J. I., Kelly, M. J., Mesa-Cruz, J. B., Sarasola, J. H., DeHart, C., y Travaini, A. 2016. Density and activity patterns of pumas in hunted and non-hunted areas in central Argentina. *Wildlife Research*, **43**(6): 449-460.
- Zar, J. H. (Eds.), 2010. *Biostatistical analysis* (947 pp.). Prentice Hall, Inc. New Jersey. EEUU.
- 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**(2), 892-901.
- Zimmermann, A., Walpole, M. J. y Leader Williams, N. 2005. Cattle ranchers' attitudes to conflicts with jaguars in the Pantanal of Brazil. *Oryx* **39**: 406-412.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A. y Smith, G. M. 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer. Nueva York. EEUU.