



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE DOCTORADO EN BIOLOGIA

Evaluación del impacto de la implementación de los perros protectores de ganado en la ecología de los zorros pampeanos (*Lycalopex gymnocercus*) en sistemas ganaderos ovinos en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires

SABRINA DANIELA MARTÍNEZ

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

2023

## PREFACIO

La versión final digital de tesis presentada se entrega como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Biología de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de [Biología, Bioquímica y Farmacia durante el período comprendido entre el 13 de junio de 2017 y el 13 de abril del 2023, bajo la dirección de bajo la dirección de la Dra. Emma B. Casanave y la codirección de la Dra. Estela M. Luengos Vidal.

Sabrina Daniela Martínez

Certificamos que en la versión final digital de tesis presentada fueron incluidos los cambios y correcciones sugeridas por los jurados.

Dra. Emma B. Casanave

Dra. Estela M. Luengos Vidal



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**  
**Secretaría General de Posgrado y Educación Continua**

La presente tesis ha sido aprobada el .../.../..., mereciendo la calificación de .....(.....)

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi papá y mis hermanos Mari, Gon y Maki.

Ustedes fueron mi soporte durante estos años, me brindaron apoyo y contención cuando no estaba en casa. Este sueño es compartido y no hubiese sido posible sin su empuje y amor. ¡Gracias por todo familia, siempre unidos!

A Estela, por todas las enseñanzas y momentos compartidos, más allá del trabajo siempre fuiste mi amiga y consejera. ¡Gracias por tu apoyo y por creer en mí!

A Nico, gracias por tu paciencia, ayuda y compañía en el campo y en el labo. ¡Gracias por estar siempre que te necesito y por tu amistad!

## **AGRADECIMIENTOS**

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

A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), por haberme apoyado económicamente a lo largo de mi formación profesional.

A CONICET, ANPCyT, y a la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur (SGCyT-UNS) por su apoyo económico al proyecto general de carnívoros del Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos.

A todo el personal de la Chacra Experimental Patagones y de su Cooperadora por el apoyo brindado en estos años y permitirme desarrollar gran parte de esta tesis en sus dependencias.

Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) por el apoyo logístico, el material cartográfico y la vinculación con los productores rurales.

A mis directoras de beca, la Dra. Emma Casanave por su guía y ayuda brindada durante este período de formación y la Dra. Estela Maris Luengos Vidal por sus consejos y por acompañarme en cada paso de aprendizaje.

Al Dr. Nicolás Caruso, por su ayuda tanto en el campo como con los análisis y revisión de esta tesis.

Al Dr. Mauro Lucherini por su apoyo brindado durante esta tesis.

A los productores rurales quienes brindaron los permisos necesarios para trabajar en sus propiedades.

A todos los voluntarios que ayudaron en las campañas de campo.

A mis amigos de siempre y familia por su apoyo.

## RESUMEN

Uno de los principales problemas que enfrenta la conservación de los carnívoros es la persecución por parte de los humanos a causa de la predación del ganado, principalmente ovino. Los métodos letales de control suelen ser costosos, poco aceptados socialmente y usualmente inefectivos. Por otro lado, la implementación de métodos de control no letal es más reciente y aún requiere validación científica. Entre las alternativas no letales se encuentra el uso de los perros protectores de ganado (PPG). Los PPG se utilizan en diferentes partes del mundo desde hace miles de años, pero su uso es más reciente en nuestro país. Si bien los beneficios relacionados con las pérdidas de ganado son evidentes, existen otros aspectos poco indagados acerca de su efecto sobre las poblaciones de fauna silvestre. El Sudoeste bonaerense es una región con vocación ganadera donde los conflictos con los carnívoros ocurren, principalmente, con el puma (*Puma concolor*) y el zorro pampeano (*Lycalopex gymnocercus*). Este cánido es considerado una especie muy común, su estado de conservación es de “preocupación menor” y es perseguido la raza humana como represalia a través de la caza y el envenenamiento. En esta tesis se propuso aportar información acerca de la eficacia del PPG en un sistema de producción ganadera y los efectos que tiene el PPG sobre aspectos ecológicos del zorro pampeano. A través de encuestas a usuarios de PPG, se evidenció un aumento considerable en la cantidad de establecimientos ganaderos que optaron por esta medida. El 85% de los productores se mostró satisfecho con la herramienta, aunque hubo casos en los que se reportaron problemas en el manejo e impronta del PPG. Mediante monitoreo con dispositivos GPS se establecieron las relaciones espaciales entre un PPG y una oveja (*proxy* de la majada) en la Chacra Experimental Patagones (CEP). El PPG y la oveja presentaron tamaños similares de *home range* (HR) y altamente solapados en el período de parición y fuera del mismo. El PPG mantuvo un HR limitado al área de las ovejas y realizó pocas excursiones fuera de ella. En este sistema de producción ganadera ovina, el PPG redujo las pérdidas por predación y mantuvo una fuerte cohesión con la majada. Una muestra de zorros presente en la CEP fue monitoreada a través de collares VHF (n= 7); presentaron tamaños de HR grandes, en promedio: MPC 95%=2,85 km<sup>2</sup> (rango= 1,52-5,15) y kernel 95%=6,42 km<sup>2</sup> (rango= 2,82-9,71), y solapamiento entre machos y hembras. No se observaron variaciones considerables en los tamaños de los HR de los zorros comparando entre el período de parición y fuera del mismo. Los solapamientos entre los HR de los zorros con el HR del PPG y la oveja fueron variables (rango= 0-98%). El zorro cuyo HR presentó mayor solapamiento con el HR del PPG, mantuvo su área núcleo a una distancia mínima de 950 metros del centro del área núcleo del PPG (ker 30%). El PPG ejerce una defensa activa de las ovejas dentro de su HR y

presenta un solapamiento alto con algunos zorros, pero no en sus áreas de mayor uso. Se comparó, a través de fototrampeo, la población de zorros de la CEP con una población de zorros sin PPG sometida a control letal. Los factores determinantes del uso de hábitat de los zorros fueron similares en áreas con y sin PPG, aunque la tasa de captura en el área con PPG fue tres veces mayor. La dinámica poblacional de los zorros parece no estar tan influenciada por el hábitat; respaldando estos resultados la plasticidad de la especie. El patrón temporal de actividad del PPG fue principalmente diurno y el de los zorros fue principalmente crepuscular-nocturno. El patrón temporal de actividad de los zorros presentó un desplazamiento hacia la nocturnidad en las áreas con mayor actividad antrópica y sin PPG. La presencia del PPG no influiría de manera significativa en los patrones temporales de actividad del zorro. En síntesis, los resultados obtenidos en esta tesis indican que el perro protector de ganado no impactaría de manera negativa en los aspectos ecológicos del zorro pampeano que fueron evaluados. Estos resultados, sumados a la información obtenida sobre la eficiencia de los PPG y su aceptación por parte de los productores, hacen de los PPG una herramienta adecuada que permite la coexistencia con el zorro pampeano y sus presas en los sistemas de producción del Sudoeste bonaerense.

## ABSTRACT

One of the main problems facing carnivore conservation is the conflict with people over livestock predation, mainly sheep. Lethal control methods are usually expensive, socially unacceptable, and often ineffective. On the other hand, the implementation of non-lethal methods is more recent and still requires scientific validation. Non-lethal alternatives include the use of livestock guardian dogs (LGD). LGD have been used in different parts of the world for thousands of years, but their use is more recent in Argentina. Although the benefits related to livestock losses are evident, there are several aspects that have been little studied, especially in relation to their effect on wildlife populations. The Southwest of Buenos Aires province is a strong cattle-raising region where the conflicts with carnivores occur mainly with the puma (*Puma concolor*) and the pampas fox (*Lycalopex gymnocercus*). This canid is considered a very common species, its conservation status is of "least concern" and it is persecuted by people in retaliation through hunting and poisoning. The main objective of this thesis was to provide information on the effectiveness of LGD in a livestock production system and on the effects of LGD implementation on the ecological aspects of the pampas fox populations. Interviews with LGD users revealed a considerable increase in the number of livestock farms that opt for this method. 85% of the farmers were satisfied with this tool, although there were cases in which problems in the management and bonding of the LGD were reported. Through monitoring with GPS devices, the spatial relationships between a LGD and a sheep (proxy of the flock) were established in the Chacra Experimental Patagones (CEP). LGD and sheep had similar and highly overlapping home range (HR) sizes in the lambing period and outside the lambing period. The LGD kept a HR limited to the sheep's area, and made few excursions outside this area. In this sheep livestock production system, the LGD reduced predation and maintained a strong bond with the flock. A sample of foxes present in the CEP was monitored through VHF collars (n=7); they presented large HR sizes, on average: MPC 95%=2.85 km<sup>2</sup> (range= 1.52-5.15) and kernel 95%=6.42 km<sup>2</sup> (range= 2.82-9.71), and overlap between males and females. No considerable variations were observed in the sizes of foxes HR comparing between the lambing season and outside of it. The overlaps between the HRs of foxes with the HRs of LGD and sheep were variable (range = 0-98%). The fox whose HR presented greater overlap with the HR of the LGD, kept its core area at a minimum distance of 950 meters from the core area of the LGD. The LGD made an active defense of the sheep within its HR and presents a high overlap with some foxes, but not in its core areas. Fox population of the CEP was compared through camera trapping with a population of foxes without LGD, under lethal control. Determinants variables of fox habitat use were similar in areas with and without LGD, although the capture rate in the area with

LGD was three times higher. Fox population dynamics do not seem to be influenced as much by habitat, which supports the plasticity of this species. The activity pattern of the LGD was mainly diurnal and the pattern of foxes was mainly nocturnal crepuscular. The activity pattern of foxes showed a change towards night in the areas with the highest anthropic activity and without LGD. The presence of the LGD does not significantly disturb the activity patterns of the fox. The results obtained in this thesis indicate that the livestock protection dog does not negatively impact the ecological aspects of the Pampas fox that were evaluated. These results, added to the information obtained on the efficiency of the LGD and the conformity of the farmers, make the LGD an adequate tool that allows coexistence with the pampas fox and its prey in the productive systems of the Southwest of Buenos Aires province.



## ÍNDICE

<b>ESTRUCTURA DE LA TESIS</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I Introducción</b> .....	<b>13</b>
ESPECIE EN ESTUDIO.....	14
DAÑOS POR PREDACIÓN SOBRE GANADO OVINO .....	17
MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	18
ÁREA DE ESTUDIO .....	23
<b>CAPÍTULO II Caracterización de la implementación de los perros protectores de ganado por productores ganaderos ovinos del sudoeste bonaerense</b> .....	<b>32</b>
INTRODUCCIÓN .....	33
OBJETIVO.....	35
ANÁLISIS DE DATOS .....	35
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN .....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXO II.....	43
<b>CAPÍTULO III Ecología espacial de un perro protector de ganado y ganado ovino en un agroecosistema del Espinal del sudoeste bonaerense</b> .....	<b>45</b>
INTRODUCCIÓN .....	46
OBJETIVO.....	48
MATERIALES Y MÉTODOS .....	48
ÁREA DE ESTUDIO.....	48
ANÁLISIS DE DATOS .....	50
RESULTADOS.....	53
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN .....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	65
<b>CAPÍTULO IV Ecología del zorro pampeano en un sistema productivo ovino con perro protector</b> .....	<b>68</b>
INTRODUCCION .....	69
OBJETIVOS.....	71
MATERIALES Y MÉTODOS .....	71
ÁREA DE ESTUDIO.....	71
OBTENCIÓN DE DATOS .....	71
ANÁLISIS DE DATOS .....	73
RESULTADOS.....	76
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN .....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXO III .....	100
<b>CAPÍTULO V Efecto del perro protector de ganado en el patrón temporal de actividad y el uso de hábitat del zorro</b> .....	<b>101</b>
INTRODUCCIÓN .....	102
OBJETIVOS.....	104

MATERIALES Y MÉTODOS .....	104
ÁREA DE ESTUDIO.....	104
OBTENCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS .....	105
ANÁLISIS DE DATOS .....	108
RESULTADOS.....	112
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN .....	122
BIBLIOGRAFÍA.....	128
ANEXO V.....	133
<b>CAPÍTULO VI Discusión y conclusiones generales .....</b>	<b>136</b>
BIBLIOGRAFÍA.....	143

## **ESTRUCTURA DE LA TESIS**

En la presente tesis se propone estudiar la implementación de perros protectores de ganado (PPG) como medida de mitigación para los conflictos entre la ganadería y los carnívoros silvestres, en particular, entre el zorro pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) y ovejas en los Partidos de Patagones y Villarino (Provincia de Buenos Aires). Además, se busca evaluar su desempeño en un ambiente agrícola-ganadero del Espinal del sudoeste bonaerense, en relación a la dinámica productiva en un establecimiento modelo. Asimismo, se evalúa su efecto sobre diferentes aspectos de la ecología del zorro pampeano como son las variaciones en los tamaños y solapamientos de los *home range* (HR), el patrón temporal de actividad y el uso de hábitat en establecimientos que realizan diferente manejo del conflicto por predación.

### **Capítulo I: Introducción**

Se describen brevemente las características generales y ecológicas de la especie en estudio (distribución geográfica, dieta, tamaños de *home range*), y las características reproductivas; así como también su estado de conservación y las amenazas a las que están sometidas sus poblaciones. Se aporta información sobre los conflictos por predación sobre el ganado ovino, las medidas de mitigación no letales existentes y sus aplicaciones. Finalmente se realiza una descripción del área de estudio y las actividades económicas que se realizan en la misma y se plantea el problema que da origen a esta investigación.

### **Capítulo II: Caracterización de la implementación de los perros protectores de ganado por productores ganaderos ovinos del sudoeste bonaerense**

En este capítulo se evalúa la aceptación y conformidad por parte de los productores agroganaderos que utilizan PPG en los partidos de Villarino y Patagones (Prov. Buenos Aires).

### **Capítulo III: Ecología espacial de un PPG y ganado ovino en un agroecosistema del Espinal del SO Bonaerense**

Se analizan las relaciones espaciales entre un PPG y una oveja en un establecimiento agropecuario, a través de datos de dispositivos GPS (*Global position system*) como modelo de las interacciones perro-majada.

### **Capítulo IV: Ecología del zorro pampeano en un sistema productivo ovino con perro protector**

Con el objetivo de incluir en el sistema perro-majada a los predadores más frecuentes, los zorros, se analizan aspectos ecológicos de los mismos en esta área. A través de

seguimiento radiotelemétrico por VHF (*Very High Frequency*), se determinan los HR de siete zorros en un establecimiento agroganadero donde se utiliza el PPG como medida de mitigación no letal. En base a estos datos se analizan las interacciones entre individuos y de estos con el PPG y la oveja. También se compara el uso que realizan de los distintos tipos de hábitats disponibles en el área de estudio (Chacra Experimental de Patagones, CEP).

#### **Capítulo V: Efecto del perro protector de ganado en el patrón temporal de actividad y el uso de hábitat del zorro**

Para poder validar la eficiencia de la implementación del PPG se deben comparar los aspectos ecológicos del zorro pampeano en ambientes con diferente tipo de manejo del conflicto. Con este objetivo se estudian los patrones temporales de actividad y uso de hábitat del zorro a través del fototrampeo en dos ambientes con características distintivas, en particular la presencia o ausencia del PPG.

#### **Capítulo VI: Discusión y conclusiones generales**

Se integran y discuten los principales resultados obtenidos en la tesis sobre el efecto que tiene el uso de PPG sobre la ecología del zorro pampeano, carnívoro silvestre que está en conflicto con la ganadería ovina, y se aporta información concreta que permitirá contribuir a validar esta herramienta de mitigación no letal.



## CAPÍTULO I

---

### Introducción

## ESPECIE EN ESTUDIO

*Lycalopex gymnocercus* (Fischer, 1814) comúnmente llamado zorro pampeano o zorro gris pampeano, es un zorro mediano que pesa entre cuatro y seis kilogramos y no presenta dimorfismo sexual evidente. Su distribución es neotropical y abarca los países de Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Chile. En nuestro país se encuentra presente en todas las provincias (Luengos Vidal *et al.*, 2019). Esta especie es el carnívoro más abundante y frecuente en localidades del sur de la provincia de Buenos Aires, región caracterizada por ambientes naturales (pastizales y monte) fragmentados en un paisaje agrícola-ganadero (García y Kittlein, 2005; Caruso *et al.*, 2016a).

La dieta del zorro pampeano corresponde a un carnívoro generalista adaptable (Lucherini *et al.*, 2004) y muestra una gran variabilidad, según su distribución geográfica. La composición de la misma comprende tanto vertebrados domésticos como silvestres (Lucherini *et al.*, 2004), e incluso invertebrados, como cangrejos, en zonas costeras bonaerenses (Vuillermoz y Sapoznikow, 1998). Los estudios realizados en la provincia de Buenos Aires, a partir del análisis de heces, detectaron altas frecuencias de ocurrencia de roedores, aves, insectos y frutos (Farias, 2000; Birochio, 2008). Farias (2000) también mostró que la carroña de mamíferos y las liebres europeas, eran componentes importantes de la dieta, en términos de biomasa ingerida.

La amplia distribución y variaciones en la dieta del zorro pampeano (Birochio, 2008; Bossi *et al.*, 2019), la capacidad de uso de diversos hábitats (Luengos Vidal, 2009; Caruso *et al.*, 2016a) y su comportamiento espacial y temporal, confieren a esta especie una gran plasticidad y adaptabilidad a diferentes ecosistemas, incluso aquellos altamente antropizados (Di Bitetti *et al.*, 2009; Luengos Vidal *et al.*, 2012).

En la región pampeana de la provincia de Buenos Aires, dentro de un área protegida, Luengos Vidal *et al.* (2012) estimaron que el tamaño del *home range* de los zorros adultos era de 1,4 km<sup>2</sup> (N= 13), utilizando el método de Mínimo Polígono Convexo (MPC) al 95 % y 1,25 km<sup>2</sup> con el método *kernel* al 95%. En dicho trabajo, se determinó que los individuos adultos mostraban fidelidad a su sitio a largo plazo y que machos y hembras tenían tamaños de *home range* similares y solapamientos espacio-temporales mayores entre sexos iguales que con el sexo opuesto. Esto dio indicio de una configuración de grupos sociales de más de una hembra con un macho (Luengos Vidal *et al.*, 2012). En la misma región, pero en ambientes más modificados y con fuerte actividad agrícola, los *home range* de los zorros fueron de tamaños similares, pero mostraron menor solapamiento entre sexos y entre congéneres de igual sexo; es decir, mayor territorialidad y grupos sociales formados por un macho y una hembra exclusivamente (Luengos Vidal, 2009). Esta especie

es monógama durante el período reproductivo pero pasa la mayor parte de su tiempo de manera solitaria (Lucherini *et al.*, 2004). En cada parición puede haber entre 2 a 5 crías y existe cuidado biparental (Sassola, 2016). Utiliza cuevas para descansar diariamente y tener a sus crías, las que pasan los primeros meses de vida dentro de ellas, aunque no es muy estricta en cuanto a las características físicas que deben presentar (Martínez, 2016). La actividad del zorro pampeano es muy variable y se ha visto que se puede modificar en ambientes antropizados (Luengos Vidal *et al.*, 2012), o ante la presencia de otras especies competidoras como el zorro de monte *Cerdocyon thous* (Di Bitetti *et al.*, 2009; Fumagalli, 2022).

La información específica referida a cómo afectan a esta especie ciertas actividades humanas ha sido evaluada por Santo Domingo *et al.* (2021), quienes observaron una limitada influencia de la caza en la actividad de la especie, en el espinal de la provincia de Buenos Aires. Di Bitetti *et al.* (2009), en la selva misionera, determinaron que habría una asociación positiva entre la ganadería bovina (vacas) y la especie, asociación que han visto también otros autores en áreas como el chaco semiárido (Puechagut *et al.*, 2018).

## ESTADO DE CONSERVACIÓN Y AMENAZAS

La persecución directa y la alteración del hábitat tienen un fuerte efecto sobre los mamíferos carnívoros, lo que resulta en una reducción de su diversidad y presencia (Crooks *et al.*, 2011; Rondinini *et al.*, 2011). Estas amenazas tienden a coexistir en paisajes modificados por actividades agrícolas y ganaderas (Caruso *et al.*, 2016a). En consecuencia, existe un evidente conflicto de conservación entre la expansión agrícola en el siglo XXI y la presencia y abundancia de carnívoros (Dobrovolski *et al.*, 2013).

En Nuestro país, gran parte del área de distribución del zorro pampeano sufrió o sufre algún tipo de alteración antrópica (Lucherini *et al.*, 2004); el Espinal, particularmente, es una de las ecorregiones más afectadas a nivel paisaje (Brown *et al.*, 2006; Johnson y Zuleta, 2013). Las principales actividades para las cuales se transformó este territorio fueron la agricultura y ganadería o zonas urbanas y el mayor impacto ha sido el desmonte, en el cual se perdieron grandes extensiones de bosque nativo (Brown *et al.*, 2006). En la década del 90 la agricultura se expandió hacia el oeste, en el este de La Pampa y el sur de Buenos Aires, como consecuencia de los cambios en los regímenes de las precipitaciones, afectando tierras ocupadas por caldenares y sitios de transición entre el Espinal y el Monte (Brown, 2006).

A pesar de estas modificaciones, los resultados obtenidos por Caruso *et al.* (2017), sugieren que el zorro pampeano utilizaría tanto sitios más conservados (los más alejados de la ruta y de los pueblos y con campos más grandes), como aquellos con condiciones opuestas. Esto posiblemente se deba a una interacción entre la alta flexibilidad que tiene el zorro pampeano para utilizar diferentes ambientes y a otros factores como, por ejemplo, la alta presión de caza que sufre en algunas zonas o la competencia con otros carnívoros (Caruso *et al.*, 2017), sin embargo, la adaptabilidad de este cánido a las alteraciones humanas tiene un límite

A pesar de la disminución que hubo hace 20 años en el partido de Patagones, la industria ganadera ovina se está recuperando en este momento (Abad y Saber, 2022). Los registros oficiales establecen que, actualmente, la provincia de Buenos Aires cuenta con el 14,6% (2,1 millones de animales) del stock ovino nacional, habiendo en el partido de Patagones alrededor de 200.000 cabezas de ganado ovino (Abad y Saber, 2022). Tradicionalmente, la depredación del ganado doméstico ha sido una de las principales razones para justificar la persecución del zorro pampeano por parte de la población rural (Lucherini *et al.*, 2004; Cuello *et al.*, 2022). Algunos estudios encontraron evidencia de depredación en corderos recién nacidos, pero concluyeron que los zorros eran solo un factor secundario de la mortalidad de los corderos, especialmente en comparación con condiciones climáticas extremas como bajas temperaturas o sequías durante la parición (Cravino *et al.*, 1997; Fernández Abella *et al.*, 2017). De manera similar, los zorros pampeanos son comúnmente acusados de causar daños, particularmente al alimentarse de huevos y aves domésticas, aunque hay pocos datos que respalden este punto de vista (Vuillermoz y Sapoznikow, 1998; Farias, 2000).

Los zorros pampeanos han enfrentado una larga historia de persecución, ya sea por el valor de su piel para el comercio internacional, como por represalia por la depredación de corderos (Porini y Ramadori, 2007). Aunque actualmente este cánido se encuentra categorizado como “Preocupación Menor” según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN, (Lucherini, 2016), y que Luengos Vidal y colaboradores (2019) le asignaron la categoría de “Preocupación Menor” en la Lista Roja de los Mamíferos de Argentina, se ha recomendado desde hace un largo tiempo un monitoreo constante de sus poblaciones para que las mismas no colapsen (Funes *et al.*, 2006; Porini y Ramadori, 2007). Esta información es necesaria debido a que tampoco se han estudiado en profundidad las consecuencias de la presión cinegética sobre la ecología poblacional del zorro pampeano (Gáspero *et al.*, 2012).



En casi todo el territorio argentino está prohibida la caza de esta especie, aunque en algunas provincias, como la de Buenos Aires, el Ministerio de Agroindustria habilitó esta práctica anualmente, solo por un período de un mes y medio y con un relevamiento previo para establecer un cupo hasta el año 2016 (Luengos Vidal *et al.*, 2019). Al respecto cabe acotar que el Decreto N° 110/81, y su modificatorio N° 8.996/86, agrupa en distintas categorías a las especies silvestres susceptibles de caza en la provincia de Buenos Aires, y destaca que toda especie no mencionada expresamente como susceptible de caza se considera protegida y por ende su caza prohibida, así como también la tenencia y el comercio de ejemplares vivos o de sus productos; el zorro pampeano no se encontraba formalmente incluido en el listado del Decreto 110/81 hasta el año 2018 (Bustamante, 2018).

## DAÑOS POR PREDACIÓN SOBRE GANADO OVINO

Si nos referimos a las interacciones negativas entre humanos y vida silvestre, hay aspectos sociales, éticos y culturales que deben ser considerados; los mismos suelen afectar a las partes interesadas y pueden contribuir a aumentar la magnitud percibida de los problemas con una determinada especie (Dickman, 2010; Marchini y Macdonald, 2012). Las pérdidas por predación generan con frecuencia un mayor impacto psicológico en el productor que las relacionadas con un inadecuado manejo de la salud reproductiva o nutricional, y llevan a una sobreestimación de la importancia del problema, incluso cuando el impacto económico es comparativamente más limitado (Polisar *et al.*, 2003).

La problemática de pérdida de ganado por predación debida a los carnívoros tiene un impacto a nivel mundial desde que la raza humana comenzó con esta actividad; en nuestro país el impacto de la predación se da en ganado ovino, vacuno y caprino, siendo el puma (*Puma concolor*), el zorro colorado (*Lycalopex culpaeus*) y el zorro pampeano, los principales causantes de la misma (Manero, 2001).

La eliminación directa de los carnívoros problema ha sido la estrategia más empleada para reducir la depredación; a pesar de que esta medida ha reducido de manera marcada la abundancia de los carnívoros, esto no ha representado un beneficio productivo a largo plazo para la ganadería (Woodroffe, 2000; Treves y Karanth 2003; Berger, 2006). La razón principal por la que fallan estas técnicas de control masivo se debe a que están basadas en la falsa premisa que supone la existencia de relación lineal entre la abundancia de carnívoros y el daño por depredación (Linnell *et al.*, 1999; Polisar *et al.*, 2003).

La presión de caza sobre los zorros pampeanos es ejercida principalmente por productores ganaderos, con el objetivo de prevenir y reducir la depredación percibida y real de los corderos (Funes *et al.*, 2006; Caruso *et al.*, 2017). Para ello se utiliza tanto la caza directa como el envenenamiento (García Brea *et al.*, 2010; Caruso *et al.*, 2017), mayoritariamente en la época invernal, de mayo a agosto. En el sudoeste bonaerense, encuestas a productores ganaderos y técnicos rurales mostraron que la caza con armas de fuego es el principal sistema usado para controlar a los zorros pampeanos, seguido por el uso de cebos tóxicos y, en menor medida, las trampas cebo (Caruso *et al.*, 2017; Cuello *et al.*, 2022).

Como se mencionó previamente, en la provincia de Buenos Aires se realizaba el control poblacional de los zorros permitiendo su caza comercial de acuerdo a estimaciones poblacionales determinadas anualmente, aunque esta práctica no se habilita desde hace al menos diez años (Bustamante, 2018). Actualmente no existe un monitoreo de parte de agencias gubernamentales y no hay datos oficiales sobre el número de zorros muertos, pero hay registros de eventos de gran magnitud de caza; por ejemplo, en el partido de Patagones en el año 2015, fueron cazados 100 zorros pampeanos por temporada (duración de la temporada: cuatro meses, de junio a septiembre) en un establecimiento ganadero (Luengos Vidal, datos no publicados).

Una correcta gestión del conflicto humano-carnívoros conduce a los llamados “beneficios intangibles”, que son imposibles de cuantificar, como una mayor cooperación entre los agricultores y la implementación de acciones de mitigación, que no tienen costos adicionales para el resto de la sociedad o para el ecosistema (Shwiff y Bodenchuk, 2004).

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las metodologías de mitigación comprenden acciones para reducir o evitar los daños frente a ciertas amenazas, en este caso la depredación de ganado por parte de carnívoros, y las mismas varían según la especie objetivo. Actualmente se está trabajando en Argentina, Chile y Uruguay tanto en la evaluación de los daños, particularmente por puma, zorro colorado y zorro pampeano, así como en la aplicación de técnicas no letales para reducirlos.

Siguiendo a Shivik, 2004, las medidas de mitigación no letales se pueden clasificar de la siguiente forma (Figura 1.1).



Figura 1.1: Esquema de clasificación de algunas de las medidas de mitigación no letales.

#### Manejo del ganado ovino:

Son técnicas que se aplican sobre la majada de ganado ovino. Se busca lograr una mayor producción, asegurar un buen servicio del ganado, gestación saludable y buena condición sanitaria de los animales (Fernández Arhex *et al.*, 2015). Es necesaria la adaptación de la infraestructura para poder realizar una adecuada atención del ganado.

Las principales medidas son: estacionamiento del servicio para acortar los períodos críticos, principalmente en relación al parto, es decir, programar el período de parición en una época climáticamente favorable (Cueto *et al.*, 2019); y garantizar el buen estado sanitario de los animales, para evitar pérdidas productivas en los individuos reproductores (Giraudó *et al.*, 2002). El estado sanitario y nutricional de las ovejas en el último tercio de la gestación es fundamental para minimizar las pérdidas (Abad y Saber, 2022), entre otras medidas a tener en cuenta. Esta técnica, si bien es aplicada por algunos productores, ha sido poco testada en relación a las pérdidas por predación.

#### Estrategias evasivas:

Entre las formas de reducir la pérdida por predación a través del manejo se encuentran el encierre nocturno y la parición en lugares cubiertos (Giraudó *et al.*, 2002). El encierre nocturno reduce notablemente las pérdidas de ganado (Robel *et al.*, 1981), es una técnica

fácil de utilizar si las majadas de animales son pequeñas, hay corrales disponibles cercanos a las viviendas y se dispone de una persona que realice la tarea. A su vez, el cierre de áreas de pastoreo en parcelas menores y la parición en cobertizos, incrementa el porcentaje de supervivencia de corderos (Villagra, 2002).

Estrategias disuasivas:

Dentro de las estrategias disuasivas se encuentran los estímulos perturbadores y los estímulos aversivos.

**a)** Los estímulos perturbadores, también llamados repelentes primarios, son aquellos que alteran el comportamiento de los predadores; su desventaja es que, según el estímulo, se puede producir acostumbramiento en un corto plazo. Entre estos se encuentran:

- **Ruido:** se utilizan radios, que provocan miedo y ahuyentamiento a los predadores. Actualmente este método es testado en Chile, donde se colocó un reproductor mp3 conectado a una batería con diferentes sonidos y se obtuvieron resultados favorables (Sepúlveda, com. pers.); también se están testeando actualmente en Neuquén (Argentina) radios con batería solar, que van a ser intercaladas en el tiempo con luces intermitentes (Bolgeri com. pers.). Es probable que esta clase de sonidos asusten a los depredadores evitando que interaccionen con el ganado por un lapso de tiempo limitado (Koehler *et al.*, 1990).
- **Luces intermitentes:** están compuestas por luces led de frecuencia intermitente, se activan por un sensor de luz natural durante la noche y están provistas de una batería solar. Una experiencia preliminar con dispositivos luminosos ha sido eficaz para la prevención de ataques de zorros colorados en Comallo y Pilcaniyeu, Río Negro, Argentina (Castillo, D., com. pers.). A su vez, en Uruguay se realizó un testeo para validar la eficacia de las luces Foxlight® usando tres majadas de ovejas en parición, como testigo, sin luces, y tres majadas de ovejas en parición, a las que se les colocaron luces sobre los postes del corral; de la evaluación de los resultados se registró presencia de zorro en todas las majadas, por lo que se concluyó que las luces Foxlight® no serían eficientes para disuadir a los zorros (Batista González y Martins Fernandes, 2018). También se han testeado en el altiplano chileno, con resultados positivos para puma y no tan conclusivos para zorro colorado, para la defensa de llamas y alpacas (Ohrens *et al.*, 2019).
- **Perros protectores de majadas o ganado (PPG):** este sistema de control de predación del ganado consiste en la utilización de perros que disuaden para evitar acercamiento de predadores a la majada. Es una herramienta usada desde tiempos inmemoriales por los criadores de ganado en Europa y Asia, teniendo al primer registro de

perros cuidadores de ganado concreto en unos escritos de Aristóteles, 2356 años atrás (Linnell y Lescureux, 2015). Desde el año 2013, en INTA Bariloche (Argentina) se formó un grupo interdisciplinario donde se experimenta el uso de los perros protectores; para ello se crían dos razas, Montañés del Pirineo y Maremmano Abruzzese. A pesar de que esta herramienta requiere de constante atención para su éxito, se ha logrado obtener muy buenos resultados; el año 2015 había 22 perros protectores trabajando en 11 establecimientos agropecuarios de grandes extensiones de la región de Precordillera y Sierras patagónicas, que en total contaban con 16000 ovinos y, aunque los perros no evitan por completo la predación, los ataques disminuyeron notablemente (Bidinost, 2015).

En las provincias de Mendoza y Neuquén, se puso a prueba el entrenamiento de perros mestizos por parte de los mismos crianceros de cada establecimiento, para proteger majadas de cabras, y también se obtuvieron buenos resultados, ya que el 88,9% de los productores (18) notaron una marcada disminución de la predación, que ocurre mayormente por puma y zorro colorado; la ventaja de los perros mestizos es el bajo costo de crianza, aunque no son recomendados para majadas más grandes que el promedio (379 cabras, rango= 53-750) (Novaro *et al.*, 2017). El uso de perros protectores también es una herramienta que se aplica en Chile, con buenos resultados, donde la predación se da mayormente por zorro colorado, zorro gris (*Lycalopex griseus*) y puma; por ejemplo, en la Región Metropolitana, a partir del año 2008 se emprendió un proyecto en conjunto con Barcelona, España; se trajeron perros de raza Montañés de los Pirineos para comenzar con la cría de los mismos, capacitación a productores y puesta a prueba del método; en escenarios con alta tasa de predación, la mortalidad en sitios sin perro protector fue del 20% mientras que en sitios que usaban el PPG como herramienta fue del 5% (Pérez Meléndez, 2009).

**b)** Los estímulos aversivos, también denominados repelentes secundarios, se caracterizan por generar una sensación desagradable en el predador.

- **Aversión condicionada al sabor (ACS):** La ACS es un aprendizaje adquirido al asociar un estímulo gustativo con un malestar gastrointestinal; desempeña una función determinante en el proceso de selección de la dieta, ya que puede evitar que se dé un continuo envenenamiento (Molero Chamizo, 2007). En Argentina se han realizado trabajos en los que se experimentó la ACS con levamisol (un antiparasitario que en dosis altas produce malestar y actúa como emético) en los zorros del sur de la Patagonia, resultando una técnica exitosa para el control de predadores (Travaini, 2010; Nielsen *et al.*, 2015). También se realizó un ensayo parcial en el sudoeste bonaerense, con resultados no

totalmente concluyentes, pero con indicios de que podría resultar favorable (Morales Pontet, 2019).

## APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Si bien el conflicto parece ser un grave problema en los países de Sudamérica, donde la ganadería ovina tiene un gran aporte a la economía tanto a nivel nacional como local (Mueller 2000; Cardellino y Mueller, 2009), los trabajos científicos que evalúan tanto las metodologías letales como las no letales son escasos y, en su mayoría, solo existen intentos de validación aislados, con evaluaciones que no admiten obtener conclusiones robustas. Se nota un interés por parte de la sociedad y algunos productores en encontrar soluciones amigables con el ambiente (Caruso *et al.*, 2017), y aquí es donde entran en juego las medidas de mitigación no letales, que aún implican una innovación no solo para productores sino también para técnicos rurales e investigadores abocados a encontrar soluciones efectivas desde el punto de vista económico, ambiental y social. Estas medidas suelen ser, en general, más costosas que las letales, requieren de una determinada atención y tiempo por parte de los productores que las aplican y, aunque es difícil testear de manera concreta su efectividad, es el camino adecuado para compatibilizar las expectativas de los productores y otros actores sociales involucrados con el manejo del problema y poder implementar un plan de manejo para los carnívoros.

Entre las alternativas más prometedoras se encuentran los perros protectores de ganado, ya que combinan un aumento en la productividad ganadera, evitando pérdidas para los productores, y es una herramienta que presenta sustentabilidad ambiental. Es necesario aclarar que esta medida no es una solución única y definitiva, sino que hay que adaptarla a cada caso y manejar todas las variables posibles, ya que cada sistema ganadero es distinto. Si bien el uso de PPG como herramienta de mitigación para la predación de ganado por carnívoros ha sido testada en varios lugares del mundo, las respuestas a este tipo de medidas son dependientes del contexto y requieren de un testeo objetivo a nivel local. Esto aportaría herramientas que permitan impulsar el uso de las mismas.

El **objetivo general** de esta tesis fue caracterizar el conflicto entre el zorro pampeano y la ganadería ovina en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires, y evaluar una medida de mitigación plausible de ser implementada localmente, analizando el efecto de la misma no sólo sobre los predadores, sino también sobre sus presas domésticas, en procura de permitir, a largo plazo, un manejo adaptativo basado en información científica.

## ÁREA DE ESTUDIO

La mayor parte de los ensayos se desarrolló en un campo denominado “Chacra Experimental Patagones” (CEP) (40.6472 S, 62.8842 W; Figura 1.2), propiedad del Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires, ubicada en el partido de Patagones (provincia de Buenos Aires, Argentina), sobre la Ruta nacional N°3, km 942, a 15 kilómetros de la ciudad de Carmen de Patagones. El área de estudio cubre una superficie de 1212 ha., de las cuales 712 ha (59% del área total) son de monte (cobertura con árboles y arbustos nativos) y pastizales naturales.

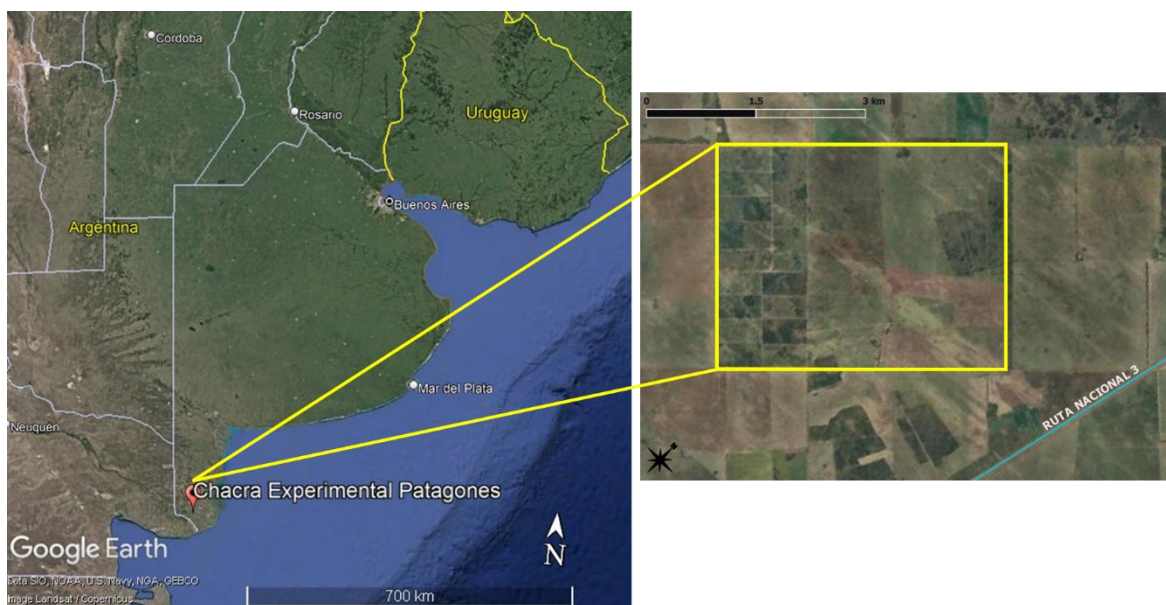


Figura 1.2: Imágenes satelitales donde se muestra la ubicación de la Chacra Experimental de Patagones, en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. El recuadro amarillo de la última imagen representa el área de la CEP de 1202 hectáreas.

El área de estudio se utiliza para la cría de ganado: hay aproximadamente 60 cabezas de ganado vacuno, 800 cabezas de ganado ovino y alrededor de 90 de ganado porcino. El ganado vacuno está en parcelas con cobertura de monte o pastizal natural donde se realizan ensayos sobre regeneración vegetal. Las ovejas suelen ocupar parcelas cercanas a la vivienda, en pasturas implantadas o pastizales y durante la parición son encerradas en corrales durante la noche. El ganado porcino está ubicado en corrales y parideras cerradas ya que pertenecen al laboratorio de genética porcina y tanto su alimentación como reproducción están bajo control del personal a cargo de esta área. Una pequeña parte de la chacra (2,5% de la superficie total, 30 ha.) se dedica a la agricultura durante todo el año: 20 ha. para el cultivo cebada y 10 ha. para centeno. El área restante está dedicada a otras actividades de investigación u ocupada por instalaciones.

La Chacra Experimental Patagones tiene como objetivos específicos: el mejoramiento del manejo forestal y producción animal, la intensificación de la producción ovina en la

provincia de Patagones, la evaluación del comportamiento de cultivos en paisajes secos, introducción y evaluación de forrajes cultivados, manejo de suelos en zonas áridas, mejora de la genética porcina. Además, tienen convenios de trabajo con distintas universidades de la región, como la Universidad Nacional de Sur y la Universidad Nacional de Río Negro, en cuyo marco los investigadores de las mismas desarrollan sus proyectos.

El área de estudio se ubica en el Espinal argentino, en una zona de transición al monte argentino y la estepa patagónica (Figura 1.3) y su vegetación natural se caracteriza por matorrales secos dominados por un bosque bajo xerófilo mayoritariamente de chañar (*Geoffroea decorticans*), así como pastizales adaptados a suelos salinos (Cabrera y Willink, 1980), arbustos achaparrados (*Larrea divaricata*) y el endémico piquillín (*Condalia microphylla*). Los géneros *Opuntia* y *Cereus* representan a la familia de las cactáceas (Fernández y Busso, 1999). Esta región ha experimentado una marcada transformación durante las últimas décadas del siglo XX, debido al incremento de las actividades agrícolas y ganaderas, que son las fuentes de ingresos más importantes de la región (Fernández y Busso, 1999; Giorgetti *et al.*, 2000).



Figura 1.3: En color gris oscuro está marcada la ecorregión del Espinal que abarca 291.941 km<sup>2</sup>.



El proceso de fragmentación y alteración del hábitat ha convertido el paisaje original en un mosaico de pastizales y tierras de cultivo con parches de vegetación original (Caruso *et al.*, 2016a). La región del Espinal está habitada por una comunidad de vertebrados única, que se encuentra amenazada por la expansión agrícola y la consiguiente modificación de los hábitats naturales y el aumento del conflicto entre las personas y la vida silvestre (Caruso *et al.*, 2016b). Esta comunidad incluye al ave sudamericana más grande, el ñandú (*Rhea americana*), varias especies de perdices (gen. *Nothoprocta*, *Nothura*, *Rhynchotus* y *Eudromia*), vizcacha común (*Lagostomus maximus*), mara patagónica (*Dolichotis patagonum*), algunas especies de armadillos (gen. *Zaedyus* y *Chaetophractus*), y un distintivo gremio de carnívoros formado por cuatro especies de felinos (puma, *Puma concolor*; gato montés, *Leopardus geoffroyi*; gato del pajonal, *Leopardus colocolo*; jaguarundi, *Puma yagouaroundi*, un cánido de tamaño mediano (el zorro pampeano, *Lycalopex gymnocercus*) y dos carnívoros de tamaño pequeño, el zorrino (*Conepatus chinga*) y el hurón menor (*Galictis cuja*) (Canevari y Vaccaro, 2007). Además, se encuentran dos especies exóticas abundantes, la liebre europea (*Lepus europaeus*) y el jabalí (*Sus scrofa*).

En general, los suelos del partido de Patagones son profundos, con un pH que oscila entre siete y ocho; la textura es arenosa o franco-arenosa, con bajo contenido de materia orgánica, lo que hace que esta zona sea altamente susceptible a la erosión eólica (Fernández y Busso, 1999). Climáticamente, se clasifica como un régimen pluviométrico árido. La precipitación media anual fue de 331,1 mm en el período 1901-1950 y de 416,7 mm entre 1981 y 2010. Durante los años 2008 y 2009 ocurrió una sequía que afectó a la región, en esos dos años llovieron solo alrededor de 370 mm, la mitad de la media normal; esto provocó la voladura de los suelos en numerosos campos, producto de la erosión eólica. La temperatura media anual es de 14,6 °C, la temperatura máxima media es de 29 °C en enero y la temperatura mínima media fluctúa entre 2 °C y 4 °C en julio (Peláez *et al.*, 2012). El régimen de vientos de superficie, en la provincia de Buenos Aires, está constituido por masas de aire que se mueven predominantemente en dirección noreste-suroeste (NE-SO) (Burgos, 1963).

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. y Saber, C. (2022). La sanidad ovina en el sur de la provincia de Buenos Aires. Ed. EEA Hilario Ascasubi. INTA. Argentina.
- Batista González, F. y Martins Fernandes, J. (2018). Validación de luces anti-predación para el control de zorro de campo (*Lycalopex gymnocercus*) y zorro de monte (*Cerdocyon thous*) en Uruguay (Tesis de grado). Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.
- Berger, K.M. (2006). Carnivore-Livestock conflicts: Effects of subsidized predator control and economic correlates on the sheep industry. *Conservation Biology*, 20: 751-761.
- Bidinost, F., Villar, M.L., Bruno Galarraga, M.M., Cancino, A.K., Cueto, M.I., Garramuño, J.M., y Fernández Arhex, V.C. (2015). Perros protectores de ganado. Una herramienta para el manejo de la depredación. Curso Actualización en Producción Ovina, 14 al 18 de septiembre, 2015. San Carlos de Bariloche. Argentina.
- Birochio, D. (2008). Ecología trófica de *Lycalopex gymnocercus* en la región pampeana: un acercamiento inferencial al uso de los recursos (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina.
- Bossi, M.A.S., Migliorini, R.P., Santos, T.G., y Kasper, C.B. (2019). Comparative trophic ecology of two sympatric canids in the Brazilian Pampa. *Journal of Zoology.*, 307: 215-222.
- Brown, A., Martínez Ortiz, U., Acerbi, M., y Corcuera, J. (2006). La situación ambiental argentina 2005 Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, Argentina.
- Burgos, J.J. (1963). El clima en las regiones áridas de la República Argentina. *Revista de Investigaciones Agrícolas*, T. XVII, N° 4, INTA. Buenos Aires. Argentina.
- Bustamante, C.J. (2018). Reglamentación de la actividad cinegética sobre especies nativas en la provincia de Buenos Aires. En IV Curso del Ciclo de Cursos de Posgrado sobre Derecho Agrario y Ambiental Internacional y Jornada Internacional CUIA-UNLP sobre Recursos Hídricos. La Plata, Buenos Aires. Argentina.
- Cabrera, A.L. y Willink, A. (1980). Biogeografía de América Latina. 2ª edición corregida. Monografía 13. Serie de Biología. Eds. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington DC. EEUU.
- Canevari, M., y Vaccaro, O. (2007). Guía de mamíferos del sur de América del Sur. LOLA (19). Buenos Aires. Argentina.
- Cardellino, R.C. y Mueller, J.P. (2009). Fiber production and sheep breeding in South America. In *Proceeding of Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 18: 366-373).
- Caruso, N., Lucherini, M., Fortin, D., y Casanave, E.B. (2016a). Species-Specific Responses of Carnivores to Human-Induced Landscape Changes in Central Argentina. *PLOS ONE* 11(3): e0150488.
- Caruso, N., Luengos Vidal, E.M., Guerisoli, M.M., y Lucherini, M. (2016b). Carnivore occurrence: do interview-based surveys produce unreliable results? *Oryx*, 51 (2): 240–245.

- Caruso, N., Luengos Vidal, E.M., Lucherini, M., Guerisoli, M.M., Martínez, S., y Casanave, E. B. (2017). Carnívoros en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires: ecología y conflictos con los ganaderos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 43: 165–174.
- Cravino, J.L., Calvar, M.E., Berrutti, M.A., Fontana, N.A., y Poetti, J.C. (1997). American southern cone foxes: predators or prey? A Uruguayan study case. *Journal of Wildlife Research*, 2: 107–114.
- Crooks, K.R., Burdett, C.L., Theobald, D.M., Rondinini, C., y Boitani, L. (2011). Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366 (1578): 2642–51.
- Cuello, S.G., Martínez, S., Caruso, N., Casanave, E.B., Lucherini, M., y Luengos Vidal, E.M. (2022). La interacción entre ganadería y predadores. Un balance entre la actividad ganadera y la conservación de la fauna. Ed. EEA Hilario Ascasubi, INTA. Argentina.
- Cueto, M.I., Gibbons, A.E., Bruno Galarraga, M.M., Fernández, J., Villar, M.L., y Villagra, E.S. (2019). Prácticas para incrementar la supervivencia de los corderos. Ed. EEA Bariloche. INTA. Argentina.
- Di Bitetti, M.S., Di Blanco, Y.E., Pereira, J.A., Paviolo, A., y Pérez, I.J. (2009). Time partitioning favors the coexistence of sympatric crab-eating foxes (*Cerdocyon thous*) and pampas foxes (*Lycalopex gymnocercus*). *Journal of Mammalogy*, 90: 479–490.
- Dickman, A.J. (2010). Complexities of conflict: the importance of considering social factors for effectively resolving human–wildlife conflict. *Animal Conservation*, 13(5): 458–466.
- Dobrovolski, R., Loyola, R.D., Guilhaumon, F., Gouveia, S.F., y Diniz-Filho, J.A.F. (2013). Global agricultural expansion and carnivore conservation biogeography. *Biological Conservation*, 165: 162–70.
- Farias, A.A. (2000). Composición y variación estacional de la dieta del zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en la laguna Mar Chiquita (Provincia de Buenos Aires, Argentina) (Tesis de grado). Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.
- Fernández Abella, D., Cueto, M., y Ferrugem Moraes, J.C. (2017). Factors affecting lamb survival. *Revista Argentina de Producción Animal*, 37(2): 61-76.
- Fernández Arhex, V., Easdale, M.H., Castillo, D., Gáspero, P., Lagorio, P., Bidinost, F., Giovannini, N., Villar, L., Garramuño, J.M., Bruno, M., y Villagra, S. (2015). Manejo Integrado de depredadores en sistemas ganaderos en Patagonia. Ed. EEA Bariloche. INTA. Argentina.
- Fernández, O.A. y Busso, C.A. (1999). Arid and semi-arid rangelands: two thirds of Argentina. *Rala Rapport*, 200 : 41–60.
- Fischer, G. (1814). Zoognosia Tabulis Synopticis Illustrate. Volumen tertium. Quadrupedum reliquorum, cetorum et montrymatum descriptionem continens. *Nicolai Sergeidis Vsevolozsky, Mosquaea*, 732.

- Fumagalli, A. (2022). Patrones de actividad y uso de hábitat del zorro de *monte* (*Cerdocyon thous*) y el zorro gris pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) en un área protegida del noreste argentino (Tesis de grado). Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina.
- Funes, M., Novaro, A.J., Monsalvo, O.B., Pailacura, O., Sanchez Aldao, G., Pessino, M., Dosio, R., Chehébar, C., Ramilo, E., Bellati, J., Puig, S., Videla, F., Opoto, N., González del Solar, R., Castillo, E., García, E., Loekemeyer, N., Bugnest, F., y Mateazzi, G. (2006). El Manejo de zorros en la Argentina. En: Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Eds Bolcovik, M.L. y D. Ramadori., 151–166, Programas de Uso Sustentable, Buenos Aires, Argentina.
- García Brea, A., Zapata, S.C., Procopio, D.E., Martínez Peck, R., y Travaini, A. (2010). Evaluación del interés de productores ganaderos en el control selectivo y eficiente de predadores en la Patagonia Austral. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(2): 303-321.
- García, V.B. y Kittlein, M.J. (2005). Diet, habitat use, and relative abundance of pampas fox (*Pseudalopex gymnocercus*) in northern Patagonia, Argentina. *Mammalian Biology*, 70: 218–226.
- Gáspero, P., Pereira, J., Gómez, M., y Fracassi, N. (2012). Efecto del manejo ganadero y la caza sobre la densidad poblacional del zorro gris *Lycalopex gymnocercus* en el Desierto del Monte, Argentina. En XXV Jornadas Argentinas de Mastozoología y II Congreso Latinoamericano de Mastozoología.
- Giorgetti, H.D., Manuel, Z., Montenegro, O.A., Busso, C.A., y Rodríguez, G.D. (2000). Phenology of some herbaceous and woody species in central, semiarid Argentina; Fundación Romulo Raggio; *Phyton - International Journal of Experimental Botany*; 69: 91-108.
- Giraudó, C., Villagra, S., Losardo, P., Bidinost, F., Garramuño, J., Abad, M., y Gibbons, A. (2002). Manejo de la parición para mejorar la producción de corderos. Ed. EEA Bariloche. INTA. Argentina.
- Johnson, B.G. y Zuleta, G.A. (2013). Land-use land-cover change and ecosystem loss in the Espinal ecoregion, Argentina, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 181: 31-40.
- Koehler, A.E., March, R.E., y Salmon, T.P. (1990). Frightening methods and devices/stimuli to prevent mammal damage—a review. *Vertebrate Pest Conference* 14: 168–173.
- Linnell, J.D.C., Odden, J., Smith, M.E., Aanes, R., y Swenson, J.E. (1999). Large Carnivores That Kill Livestock: Do “Problem Individuals” Really Exist? *Wildlife Society Bulletin*, 27: 698-705.
- Linnell, J.D.C. y Lescureux, N. (2015). Livestock guarding dogs—cultural heritage icons with a new relevance for mitigating conservation conflicts. *Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim*, 76.
- Lucherini, M., Pessino, M., y Farias, A.A. (2004). Pampas fox (*Pseudalopex gymnocercus*). In: *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan*. Eds. Sillero-Zubiri, C., Hoffmann, M. y D. W. Macdonald, 63–68, IUCN/SSC Canid Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, Reino Unido.

- Lucherini, M. (2016). *Lycalopex gymnocercus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T6928A85371194.
- Luengos Vidal, E.M. (2009). Organización social y espacial de *Pseudalopex gymnocercus* en los pastizales pampeanos (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Luengos Vidal, E.M., Sillero-Zubiri, C., Marino, J., Casanave, E., y Lucherini, M. (2012). Spatial organization of the Pampas fox in a grassland relict of central Argentina: a flexible system. *Journal of Zoology*, 287: 133–141.
- Luengos Vidal, E., Farias, A., Valenzuela, A.E.J., y Caruso, N. (2019). *Lycalopex gymnocercus*. En: SAYDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina.
- Manero, A. (2001). El zorro colorado en la producción ovina. Cap., 12, 233-242. Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral. Borrelli, P. y G. Oliva Ed. Reg. Pat. Sur INTA. Argentina.
- Marchini, S. y Macdonald, D.W. (2012). Predicting ranchers' intention to kill jaguars: Case studies in Amazonia and Pantanal. *Biological Conservation*, 47: 213–221.
- Martínez, S.D. (2016). Características y uso de las cuevas del zorro pampeano (*Pseudalopex Gymnocercus*) en un área agrícola ganadera del sur de la provincia de Buenos Aires (Tesis de grado). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Molero Chamizo, A. (2007). Aprendizaje aversivo gustativo. Características, paradigma y mecanismos cerebrales. *Anales de Psicología*, 23(1): 57-64.
- Morales Pontet, N. (2019). Evaluación del método de aversión condicionada al sabor (ACS) para su aplicación en el conflicto ganadería - carnívoros en el sur de la provincia de Buenos Aires (Tesis de grado). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Mueller, J. (2000). Producción de ovinos en el contexto del Mercosur. Cuadernos del CEAgro, 2: 165-176.
- Nielsen, S., Travaini, A., Vassallo, A., Procopio, D.I., y Zapata, S.C. (2015). Conditioned taste aversion in the grey fox (*Pseudalopex griseus*), in Southern Argentine Patagonia. *Applied Animal Behaviour Science*, 163: 167-74.
- 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: 47-58.
- Ohrens, O., Bonacic, C., y Treves, A. (2019). Non-lethal defense of livestock against predators: flashing lights deter puma attacks in Chile. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(1): 32-38.
- Peláez, D.V., Giorgetti, H.D., Montenegro, O.A., Elia, O.R., Rodríguez, G.D., Bóo, R.M., Mayor, M.D., y Busso, C.A. (2010). Respuesta de la vegetación a un fuego controlado en la Provincia Fitogeográfica del Monte, Argentina. *Phyton*, 79(2), 169-176.

- Pérez Meléndez, P. (2009). Utilización de perros protectores de rebaños ovinos de la raza montaña de los pirineos como una estrategia biológica para controlar la depredación. Seminario Internacional de perros Protectores de rebaños. Publicaciones FIA. Santiago de Chile, Chile.
- Polisar, J., Maxit, I., Scognamillo, D., Farrell, L., Sunquist, M.E., y Eisenberg, J.F. (2003). Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological interpretations of a management problem. *Biological Conservation*, 109: 297–310.
- Porini, G. y Ramadori, D. (2007). Knowledge estate about foxes' management of economic interest in Argentine. Eds. Dirección Nacional de Fauna Silvestre, Buenos Aires.
- Puechagut, P.B., Politi, N., Ruiz de Los Llanos, E., Lizarraga, L., Bianchi, C.L., Bellis, L.M., y Rivera, L.O. (2018). Association between livestock and native mammals in a conservation priority area in the Chaco of Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 25(2): 408-417.
- Robel, R.J., Dayton, A.D., Henderson, F.R., Meduna R.L., y Spaeth, C.W. (1981). Relationships between husbandry methods and sheep losses to canine predators. *Journal of Wildlife Management*, 45: 894-911.
- Rondinini, C., Di Marco, M., Chiozza, F., Santulli, G., Baisero, D., Visconti, P., Hoffmann, M., Schipper, J., Stuart, S.N., Tognelli, M.F., Amori, G., Falcucci, A., Maiorano, L., y Boitani, L. (2011). Global habitat suitability models of terrestrial mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366 (1578): 2633–2641.
- Santo Domingo, A.D., Caruso, N.C., Guerisoli, M., Lucherini, M., y Luengos Vidal, E.M (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.
- Sassola, N. (2016). Caracterización del comportamiento del zorro pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en estado silvestre en el período de crías emergentes, en la región pampeana (Tesis de grado). Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.
- Shivik, J.A. (2004). Non-lethal Alternatives for Predation Management. *Sheep y Goat Research Journal*, 19: 64-71.
- Shwiff, S.A. y Bodenchuk, M.J. (2004). Direct, spillover, and intangible benefits of predation management. *Sheep & Goat Research Journal*. 16: 50-52.
- Travaini, A. (2010). Patagonian wild foxes warning against poisoning by Conditioned Taste Aversion. Informe de avance. Rudfford Grant.
- Treves, A. y Karanth, K.U. (2003). Human-Carnivore Conflict and Perspectives on Carnivore Management Worldwide. *Conservation Biology*, 17: 1491-1499.
- Villagra, E.S., Wollny, C., y Giraud, C.G. (2002). Fencing and sheltering increases the number of marketable lambs in northern Patagonia, Argentina (Thesis of Master of Science in Agriculture). Georg-August University, Göttingen, Alemania.
- Vuillermoz, P. y Sapoznikow, A. (1998). Hábitos alimenticios y selección de presas de los carnívoros medianos en la Reserva de Vida Silvestre “Campos del Tuyú”. Boletín Técnico N 44. Fundación Vida Silvestre Argentina, Argentina.

Woodroffe, R. (2000). Predators and people: using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation*, 3: 165-173.



## CAPÍTULO II

---

### **Caracterización de la implementación de los perros protectores de ganado por productores ganaderos ovinos del sudoeste bonaerense**



## INTRODUCCIÓN

Los perros (*Canis familiaris*) han estado ligados al humano desde tiempos prehistóricos para cumplir diferentes tareas, particularmente con los pastores de ganado para proteger cabras (*Capra hircus*) y ovejas (*Ovis aries*), tanto de la depredación por carnívoros como del robo; el uso de los perros para protección del ganado, además, se encuentra registrado en escritos y arte antiguo (Coppinger y Coppinger, 2001).

La selección de ciertas características de los perros permitió el desarrollo de diferentes razas, entre ellas, las que son utilizadas como perros protectores de ganado (PPG) para mitigar de manera no letal la predación por diferentes carnívoros. Los PPG son una herramienta utilizada desde hace al menos 6000 años en países europeos (Smith *et al.*, 2000; Rigg, 2001; Shivik, 2004; Gehring *et al.*, 2010;).

Para prevenir la predación y asegurar que el PPG actúe eficientemente, es fundamental que haya formado un lazo estrecho con la especie que debe proteger (Green, 1993). Este vínculo comienza en el período de impronta, al que son sometidos desde cachorros, y se fortalece durante el paso de los meses a medida que crece el PPG (Coppinger *et al.*, 1983). El proceso de impronta consiste en criar a los cachorros junto a ovejas, o la especie que van a proteger, durante seis a ocho semanas y con contacto restringido con humanos; así los perros perciben a las ovejas como miembros de su manada (Coppinger *et al.*, 1983, Hansen *et al.*, 2002). Sin embargo, para que el perro efectivamente pueda proteger a las ovejas de los predadores, estas deben mantenerse de manera acoplada (Coppinger *et al.*, 1988). La forma en la que actúan los PPG puede ser directa, confrontando de manera agresiva a los predadores que se acercan al ganado para ahuyentarlos, o indirecta, interrumpiendo el comportamiento de caza (McGrew y Blakesley, 1982; Coppinger *et al.*, 1988; van Bommel y Johnson, 2014).

El uso de perros protectores de ganado como herramienta no letal de mitigación de conflictos es relativamente reciente en Sudamérica y más aún en Argentina (Rigg, 2001). Desde el año 2013, un grupo interdisciplinario perteneciente a la Estación Experimental Agropecuaria INTA Bariloche desarrolla una experiencia de control de predadores con PPG en el Campo Experimental en Pilcaniyeu (Fernández Arhex *et al.*, 2015). En sus comienzos utilizaron perros de las razas Montañés del Pirineo y Maremmano Abruzzese para proteger ganado ovino en grandes extensiones de la Patagonia y, a partir del año 2014, formaron un criadero de PPG (Villar *et al.*, 2014). En el SO Bonaerense los primeros usos de PPG se dieron en la Chacra Experimental Patagones (CEP) donde se incorporó un perro protector de la raza Kuvasz en el año 2006, cuando esta herramienta era aún

poco conocida en la región, y los resultados fueron óptimos, según la percepción del encargado de ese momento (Rodríguez, G., com. pers.).

Durante los últimos años, en Argentina aumentó considerablemente el número de productores que adoptaron esta medida para mitigar el conflicto entre los carnívoros y el ganado ovino (Fernández Arhex *et al.*, 2015). Sin embargo, a pesar de que los resultados en algunos casos parecen ser los esperados, las diferencias en cuanto a los diferentes ambientes en los que se utilizan los PPG, los predadores presentes, el tamaño y el manejo del ganado de cada establecimiento ganadero, ha llevado en muchos casos a dudar sobre la eficiencia y utilidad de los PPG.

Para evaluar de manera más acertada la efectividad de los PPG es necesario conocer la opinión y experiencia que los usuarios aportan de manera subjetiva (van Bommel y Johnson, 2012). Por esta razón este capítulo se propone describir y analizar el proceso de incorporación y aceptación de los PPG en el SO Bonaerense.

## OBJETIVO

- Relevar el uso histórico y actual de los perros protectores de ganado y su aceptación por parte de productores locales y caracterizar la implementación de esta medida en los partidos de Villarino y Patagones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

Las encuestas se realizaron en establecimientos agroganaderos de los partidos de Villarino y de Patagones, ubicados al sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Estos establecimientos están ubicados dentro de la ecorregión del Espinal (ver detalles en el Capítulo 1).

### OBTENCIÓN DE DATOS

Se identificaron todos los productores de ganado ovino que usan o han usado perros protectores como herramienta no letal para el control de predación, a través de contactos con personal de INTA, criaderos privados de PPG y productores agroganaderos. Se realizaron encuestas semiestructuradas en forma presencial o telefónica, cuando no fue posible el encuentro. Las encuestas (Anexo II) estuvieron conformadas por cinco partes, la primera recopiló los datos del productor y la siguiente las características del establecimiento ganadero. La tercera y cuarta parte apuntó a obtener información sobre el origen y la fecha de adquisición del PPG y el funcionamiento adecuado del mismo durante su llegada al establecimiento. Finalmente, se indagó sobre la satisfacción del dueño/encargado respecto al funcionamiento del PPG desde su llegada hasta la actualidad, se separó al primer año de los años posteriores debido a que muchos de los inconvenientes se dan durante las primeras etapas de desarrollo del PPG (van Bommel y Johnson, 2014).

### ANÁLISIS DE DATOS

Para evaluar la variación a lo largo del tiempo del uso de PPG como herramienta no letal en el SO bonaerense, se analizó visualmente en una línea del tiempo la adquisición de PPG y la creación de criaderos. También se georreferenciaron las localizaciones de cada perro protector en ambos partidos (Patagones y Villarino). En la tabla 2.1 se encuentran los datos registrados y el tipo de variable obtenida en cada caso.

Tabla 2.1: Resumen de los temas de la encuesta y que tipo de variables se obtuvo en cada caso.

TEMA	VARIABLE	DATOS REGISTRADOS	TIPO
DATOS DEL PRODUCTOR	NOMBRE PRODUCTOR	NOMBRE Y APELLIDO	
	CONTACTO	TELEFONO Y/O EMAIL	
CARACTERISTICAS DEL ESTABLECIMIENTO GANADERO	NOMBRE ESTANCIA	NOMBRE	
	UBICACIÓN (CAT., GPS, PARTIDO)	POSICION CATASTRO/GPS/PARTIDO	
	COBERTURA/HABITAT	% MONTE-PASTIZAL-CULTIVO	CATEGORICA PORCENTUAL
	ESPECIES QUE CAUSAN DAÑO	CUALES	CATEGORICA (NOMINAL)
	TAMAÑO DE MAJADA QUE CONTROLA EL PPG	NUMERO DE OVEJAS	CUANTITATIVA
	TAMAÑO PARCELA (PPG+OVEJAS)	HECTAREAS	CUANTITATIVA
	OTROS METODOS DE CONTROL	CUALES	CATEGORICA (NOMINAL)
	USO DE MAS DE 1 PPG	NUMERO DE PERROS	CUANTITATIVA
	REGISTRO DE PREDACION PREVIA / ACTUAL	SI/NO	BINOMIAL
	PPG PREVIO	SI/NO	BINOMIAL
CARACTERISTICAS DEL PPG	NOMBRE PERRO	NOMBRE	CUALITATIVA
	RAZA	NOMBRE	CUALITATIVA
	EDAD ACTUAL	CANTIDAD DE AÑOS	CUANTITATIVA
ANTECEDENTES DEL PPG	AÑO DE LLEGADA	AÑO	CUALITATIVA
	ORIGEN/CRIADERO/PADRES	DATOS SOBRE EL ORIGEN	CUALITATIVA
	IMPRONTA	SI/NO	BINOMIAL
	CASTRACIÓN	SI/NO	BINOMIAL
	MOMENTO DE LA CASTRACION	EDAD DEL PERRO	CUANTITATIVA
SATISFACCIÓN	ESTADO DE CONFORMIDAD 1° AÑO	SI/NO, DESARROLLAR	BINOMIAL/CUALITATIVA
	ESTADO DE CONFORMIDAD DESPUES	SI/NO, DESARROLLAR	BINOMIAL/CUALITATIVA
	PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO PPG	SI/NO, DESARROLLAR	BINOMIAL/CUALITATIVA

## RESULTADOS

Se contactaron 21 productores quienes entre los años 2006 y 2022 usan o han usado perros protectores de ganado, algunos de los mismos contaban con más de un PPG o tuvieron PPG en más de una ocasión (N=34 perros, 5 en el partido de Villarino y 29 en el partido de Patagones).

En Patagones a partir del año 2006 se empezó a hacer uso de esta herramienta, con la llegada de un PPG a la Chacra Experimental Patagones; este, posteriormente, fue reemplazado por dos perros más. Los tres PPG eran de la raza Kuvasz, pero los criaderos de donde provenían no improntaban los perros como protectores de ganado, sino de compañía. En este establecimiento solo se tuvo un PPG por vez, no estuvieron trabajando de manera simultánea.

A partir del año 2016 en Patagones y de 2019 en Villarino, comenzó a incrementarse la cantidad de PPG (Figura 2.1). La distribución de los perros protectores de ganado está concentrada hacia el sur del partido de Patagones y el centro del partido de Villarino (Figura 2.2).

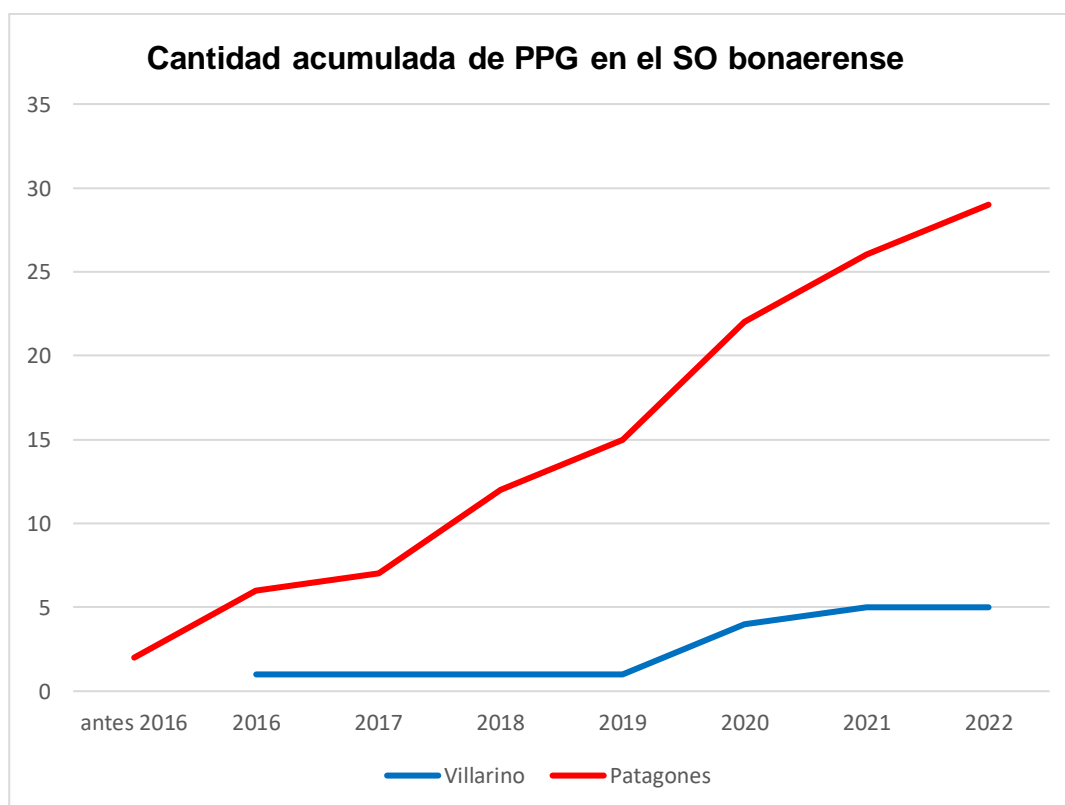


Figura 2.1: Número acumulado de PPG por partido desde antes del año 2016 hasta la actualidad (N=34). La línea en color rojo representa la cantidad de PPG en el partido de Patagones, y la línea de color verde en Villarino.

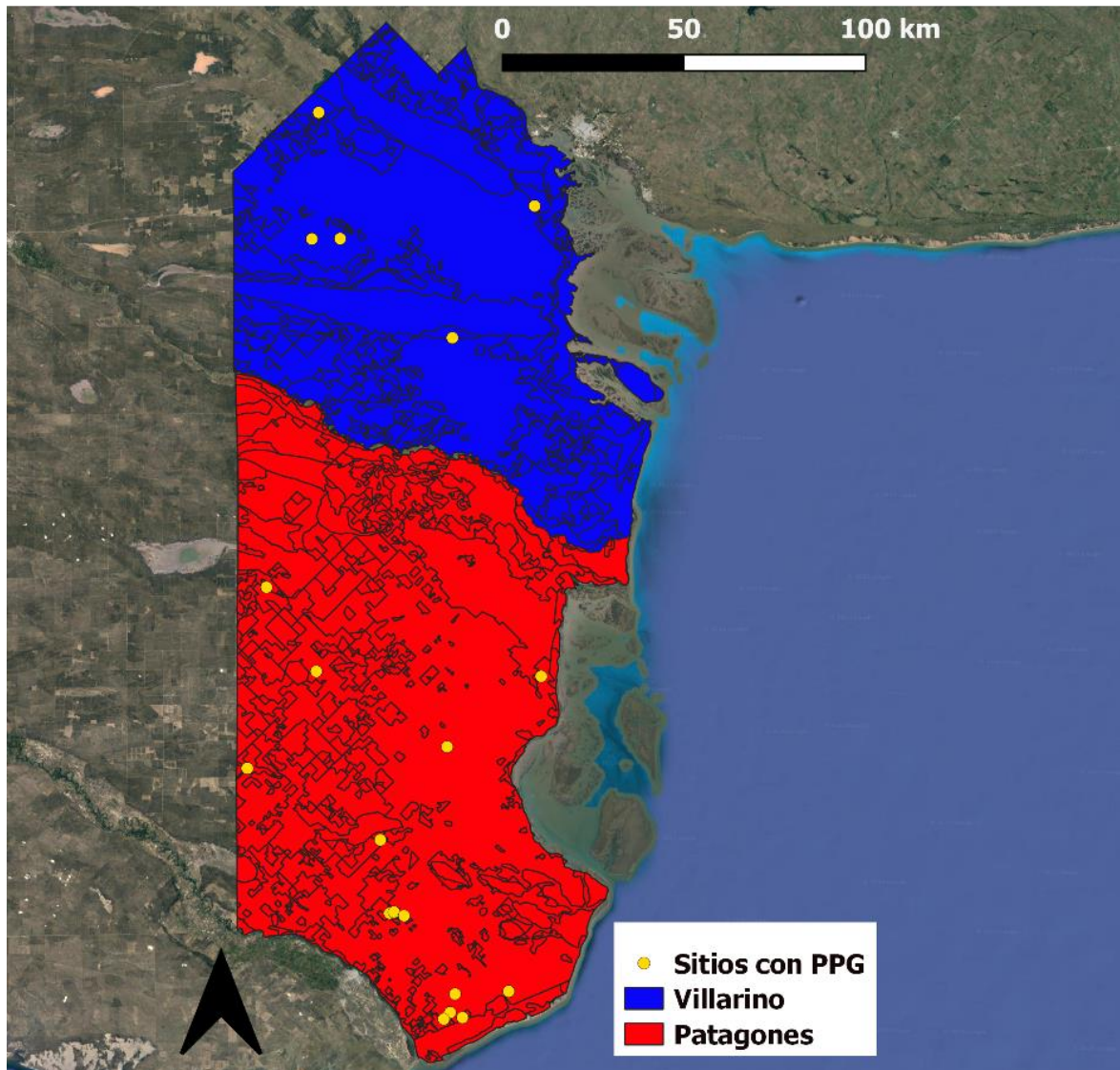


Figura 2.2: Mapa mostrando la ubicación de los perros protectores de ganado en cada uno de los partidos, cada marca de color verde representa un establecimiento que posee uno o más perros protectores.

Desde el año 2016, existe en el partido de Patagones un criadero de perros protectores de ganado a cargo de un productor ganadero (H. Carmody) y alrededor del 60% de los PPG de este partido han sido provistos por este criadero. El resto de los PPG tienen su origen en la zona sur del país, donde existen criaderos en Trevelin (provincia de Chubut) y en Bariloche (Campo Experimental de INTA, en Pilcaniyeu, provincia de Río Negro).

Los PPG del partido de Villarino también tienen diferentes orígenes. Un PPG provino del criadero de INTA (Pilcaniyeu), dos de un criadero ubicado en Capilla del Señor y los últimos dos provinieron productores particulares de Saavedra y Tandil (Provincia de Buenos Aires), a partir de la iniciativa del Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos (GECM-UNS) con INTA Médanos.

Considerando los dos partidos, el 80% de los perros pertenece a la raza Maremmano o Maremmano cruza con Montañés del Pirineo. El 92% de los PPG fueron entregados con el proceso de impronta realizado por el criadero, con al menos tres meses de edad.

Solo en el 15 % de los casos los dueños no estuvieron conformes con la efectividad de los perros (n=3 establecimientos rurales), principalmente se debió a problemas con el PPG durante el período de incorporación del PPG a la majada. En todos los casos hubo que realizar un seguimiento intensivo del PPG, a través de la presencia y monitoreo constante por parte del productor o encargado del PPG, en las primeras etapas para corregir comportamientos indeseados, tanto de PPG que tuvieron un período de impronta en el criadero, como los que fueron improntados por los productores que los adquirieron. Algunos de los problemas más comunes fueron que los PPG, en sus primeros meses de edad, jugaban con los corderos, se acercaban o quedaban en la casa o recorrían grandes distancias, yéndose a campos vecinos donde había otras ovejas; algunos de estos comportamientos se reportaron en simultáneo (Tabla 2.2).

Tabla 2.2: Resumen de los problemas que presentaron los perros protectores de ganado reportados por los productores que implementaron esta herramienta.

<b>PROBLEMAS</b>	<b>N° PPG</b>
ENVENENADO/DESAPARECIDO/HALLADO MUERTO DE MANERA NO NATURAL	8
ALEJAMIENTO DE LA MAJADA A CAMPOS VECINOS (VIVIENDA O A PROTEGER OTRA MAJADA)	5
DOMESTICADO EN LA VIVIENDA	4
NO SE PODER MANIPULARLO	4
HERIDAS EN PATAS	4
JUGAR CON CORDEROS	2

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La eficacia de los PPG para reducir las pérdidas de ganado ha sido documentada en encuestas a productores en otras partes del mundo (van Bommel y Johnson, 2014). En la mayoría de los casos se brinda una visión general de la calificación de satisfacción de los propietarios de PPG más que una medida concreta de la reducción en la depredación. En los partidos de Patagones y Villarino, donde se ha monitoreado la adquisición de perros protectores de ganado como herramienta para mitigar el conflicto por depredación, se observó en los últimos diez años un incremento notorio fundamentalmente en el partido de Patagones. Esta diferencia en el partido de Patagones posiblemente se deba a la iniciativa del uso de esta herramienta desde un ente gubernamental como la Chacra Experimental Patagones, que tiene alcance a numerosos productores, y en ella se realizan jornadas de extensión sobre ganado ovino; y también al establecimiento de un criadero local que facilita la adquisición y difusión del PPG como herramienta de trabajo.

Si bien el análisis de las encuestas indica que hubo diferentes opiniones entre los productores sobre la eficiencia del PPG, un alto porcentaje se mostró satisfecho con su implementación como herramienta de trabajo. Existió un pequeño porcentaje de productores a los que esta herramienta no les resultó útil, pero reconocieron que se debió a problemas de manejo del perro por parte del encargado, tal como se ha visto en otras áreas donde se ha analizado la eficiencia según los productores de los PPG (Marker *et al.*, 2005; van Der Weyde *et al.*, 2019). En Uruguay, se determinó a través de encuestas con una muestra de más de 1000 usuarios de perro protector de ganado, que el 90% de los mismos estaba satisfecho con el uso de esta medida de mitigación (Ganzábal, 2021). A pesar de los buenos resultados, aún hay algunos productores ovinos que se encuentran renuentes a esta nueva herramienta debido a consideraciones respecto a las características del ambiente y en base a ciertos supuestos sobre los PPG. Por ejemplo, algunas ideas son que solo sirven para áreas de trabajo de poca extensión y que, en caso de establecimientos mayores, el perro se alejaría demasiado de su majada dejándola desprotegida; o que el tipo de vegetación predominante local (vegetación característica de monte), también los mantendría alejados de la majada. Algunas de estas ideas deben ser evaluadas con métodos concretos para llevar datos certeros a los productores, estando ya algunas en proceso de investigación (Soria, 2023).

En este trabajo se deja evidencia concreta del incremento del uso de los perros protectores de ganado en el Sudoeste Bonaerense y de la conformidad por la mayoría de los productores que los utilizan como herramienta de mitigación de depredación por carnívoros.



## BIBLIOGRAFÍA

- Baker, P.J., Boitani, L., Harris, S., Saunders, G., y White, P.C. (2008). Terrestrial carnivores and human food production: impact and management. *Mammal Review*, 38: 123–166.
- Coppinger, R.J., Lorenz, J.R., y Coppinger, L. (1983) Introducing livestock guarding dogs to sheep and goat producers. *Eastern Wildlife Damage Control Conf.* 1: 129–32.
- Coppinger, R., Coppinger, L., Langeloh, G., Gettler, L., y Lorenz, J. (1988) A decade of use of livestock guarding dogs. *Proceedings of the Thirteenth Vertebrate Pest Conference*, 13: 209–214
- Coppinger, R. y Coppinger, L. (2001). *Dogs: a new understanding of canine origin, behavior and evolution.* University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Fernández Arhex, V., Easdale, M.H., Castillo, D., Gáspero, P., Lagorio, P., Bidinost, F., Giovannini, N., Villar, L., Garramuño, J.M., Bruno, M., y Villagra, S. (2015). *Manejo Integrado de depredadores en sistemas ganaderos en Patagonia.* Ed. EEA Bariloche. INTA. Argentina.
- Ganzábal, A. Guía práctica para la educación de un buen perro pastor. *Boletín de divulgación* 119, Ed. INIA. Uruguay.
- Gehring, T.M., Vercauteren, K.C., y Landry, J.M. (2010). Livestock protection dogs in the 21st century: Is an ancient tool relevant to modern conservation challenges? *BioScience*, 60(4): 299–308.
- Green, J.S. (1993). *Livestock guarding dogs: protecting sheep from predators (No. 588).* US Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service. USA.
- Hansen, I., Staaland, T., y Ringsø, A. (2002). Patrolling with livestock guard dogs: a potential method to reduce predation on sheep. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 52(1): 43-48.
- Marker, L.L., Dickman, A.J., y Macdonald, D.W. (2005). Perceived effectiveness of livestock-guarding dogs placed on Namibian farms. *Rangeland Ecology & Management*, 58(4): 329-336.
- McGrew, J.C. y Blakesley, C.S. (1982). How Komondor dogs reduce sheep losses to coyotes. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 35(6): 693-696.
- Rigg, R. (2001) *Livestock Guarding Dogs: Their Current Use World Wide.* IUCN/SSC Canid Specialist Group Occasional Paper No 1. Canid Specialist Group, Oxford, Reino Unido.
- Shivik, J.A. (2004). Non-lethal Alternatives for Predation Management. *Sheep y Goat Research Journal*, 19: 64-71.
- Smith, M.E., Linnell, J.D.C., Odden, J., y Swenson, J.E. (2000). Review of methods to reduce livestock depredation: I. Guardian animals. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences*, 50(4): 279–290.

- Soria, A.L. (2023). Perros protectores de majada en el sudoeste bonaerense: relaciones espacio temporales con los rebaños de ovejas que protegen. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Stone, S.A., Breck, S.W., Timberlake, J., Haswell, P.M., Najera, F., Bean, B.S., y Thornhill, D.J. (2017). Adaptive use of nonlethal strategies for minimizing wolf–sheep conflict in Idaho. *Journal of Mammalogy*, 98(1): 33-44.
- van Bommel, L. y Johnson, C.N. (2012). Good dog! Using livestock guardian dogs to protect livestock from predators in Australia's extensive grazing systems. *Wildlife Research*, 39(3): 220–229.
- van Bommel, L. y Johnson, C.N. (2014). Where do livestock guardian dogs go? Movement patterns of free-ranging Maremma sheepdogs. *PLOS ONE*, 9(10), e111444.
- van Der Weyde, L.K., Kokole, M., Modise, C., Mbinda, B., Seele, P., y Klein, R. (2020). Reducing livestock-carnivore conflict on rural farms using local livestock guarding dogs. *Journal of Vertebrate Biology*, 69(3): 20090-1.
- Villar, L., Bidinost, F., Bruno Galarraga, M.M., Cancino, A.K., Castillo, D.G., Cueto, M., y Robles, C.A. (2014). Perros protectores de ganado Una herramienta más en el control de la depredación. Ed. EEA Bariloche. INTA. Argentina.

## ANEXO II

Cuestionario realizado a usuarios de PPG



PROYECTO MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA EL CONFLICTO  
CARNÍVOROS Y GANADO OVINO

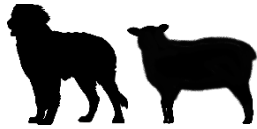


### MAPEO PERROS PROTECTORES SO BONAERENSE

NOMBRE PRODUCTOR	
CONTACTO	
NOMBRE ESTANCIA	
<u>UBICACIÓN (CAT., GPS, PARTIDO)</u>	
<u>TAMAÑO ESTABLECIMIENTO</u>	
<u>COBERTURA/HABITAT</u> (monte-pastizal-cultivo)	

NOMBRE PERRO		
<u>RAZA</u>	<u>EDAD</u>	<u>AÑO LLEGADA</u>
<u>ORIGEN/CRIADERO/PADRES</u>		
<u>IMPRONTA</u> (productor/criadero)		
<u>CASTRACIÓN</u>	CASTRACIÓN POSTERIOR	
SI NO		
PPG PREVIAMENTE		
<u>ESTADO DE CONFORMIDAD 1° AÑO</u>		
<u>ESTADO DE CONFORMIDAD DESPUES</u>		

PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO PPG (juego con corderos, escape, etc.)		
REGISTRO PREDACION PREVIO/ACTUAL		
ESPECIES CONFLICTIVAS		
<u>TAMAÑO DE MAJADA QUE CONTROLA</u> <u>PPG</u>		
<u>TAMAÑO PARCELA PPG+OVEJAS</u>		
OTROS METODOS DE CONTROL		
<u>USO DE MAS DE 1 PPG</u>		



## CAPÍTULO III

---

### **Ecología espacial de un perro protector de ganado y ganado ovino en un agroecosistema del Espinal del sudoeste bonaerense**

## INTRODUCCIÓN

El *home range* (HR) o área de acción es el área usada por un animal para realizar sus actividades diarias como obtener alimento, aparearse y realizar el cuidado de sus crías (Burt, 1943) o, según un enfoque más moderno, está definido por los patrones de uso del espacio a lo largo de un período (Börger *et al.*, 2006). Este concepto nos permite evaluar el comportamiento de dos especies que comparten el espacio, ya sea en forma estática por la superposición de los HR sin considerar su uso en simultáneo, o dinámica por la proximidad en el espacio y tiempo (Macdonald *et al.*, 1980).

En el caso de los perros protectores, los recursos esenciales para sobrevivir como alimento y agua son proporcionados por sus dueños, además en general suelen estar castrados por lo que no se reproducen, por estos motivos la naturaleza de su territorialidad solo estaría asociada a factores sociales, como el recurso que desean proteger (van Bommel y Johnson, 2014). Para que los perros protectores de ganado consideren como un recurso valioso a la majada es crucial una adecuada impronta, debido a que representa el momento en el que se forma el vínculo estrecho entre el perro protector y la especie que protegerá (Coppinger y Coppinger, 2001).

Determinar el espacio compartido entre dos especies o entre individuos de una misma especie, puede ser útil para entender diversos comportamientos. La proximidad espacial se ha utilizado en diversos estudios con animales silvestres que van desde el análisis de riesgo de transmisión de patógenos y organización espacial hasta relaciones presa-predador. Particularmente, para analizar de manera indirecta la efectividad del perro protector, puede resultar muy útil evaluar el uso del espacio por parte del perro protector en relación a la majada que protege, debido a que compartir el espacio con las ovejas es un componente fundamental del comportamiento de guardia (Young *et al.*, 2019). La proximidad del PPG a las ovejas puede facilitar que los predadores sean detectados en áreas cercanas a las ovejas y, de esta manera, realizar una defensa directa y efectiva. Es posible que durante el proceso de marcado o patrullaje del área la majada quede expuesta a otros predadores que aprovechan la oportunidad, debido a que estas acciones implican un alejamiento del perro protector de las ovejas. La atención que el perro protector le pueda proporcionar a la majada es la clave del éxito para todos los PPG (Breitenmoser *et al.*, 2005). van Bommel *et al* (2015) determinó que el comportamiento de defensa del PPG ante un predador depende de la distancia a la que este último se encuentre dentro del *home range* del PPG. Si el predador se encuentra posicionado en los límites del *home range* del perro protector, este tratará de ahuyentarlo con vocalizaciones sin importar donde se encuentren las ovejas; pero si el predador está en una posición más cercana al centro del *home range* el PPG se acercará hasta donde esté para realizar un

comportamiento de persecución directa al predador. En el trabajo mencionado previamente, los perros protectores actuaban de diferente manera debido a que había más de un PPG por majada, comportándose de forma particular cada uno de ellos frente a las incursiones de los depredadores. El PPG debe imponer una separación espacial entre los depredadores y el ganado para evitar la perturbación y el estrés que le causa al ganado el acercamiento frecuente de los depredadores.

La evaluación de la efectividad de los perros protectores de ganado requiere no solo obtener un registro de las pérdidas sino también realizar registros objetivos del comportamiento del perro en relación a la majada de ganado que protege (Baker *et al.*, 2008; Stone *et al.*, 2017). Un perro protector adulto no debería perturbar a la majada con su comportamiento y debería actuar como un miembro más de la majada a diferencia de los perros de arreo, debiendo ser separado de la majada cuando ocurre un comportamiento disruptivo (Landry, 1999).

Uno de los principales desafíos que presenta la ganadería ovina en la región del sudoeste bonaerense es la necesidad de modificar el paisaje (extraer el estrato arbustivo y arbóreo) para lograr un pastoreo adecuado de las ovejas. Esta situación genera un paisaje en mosaico donde los sitios de pastoreo, en muchos casos, se encuentran rodeados o muy cercanos a áreas con cobertura de monte. La cobertura de monte suele ser relacionada a la presencia de depredadores de las ovejas como zorros pampeanos y pumas, quienes son considerados como una amenaza para la actividad ganadera ovina. Debido a esta distribución del paisaje se genera incertidumbre por parte de los productores locales sobre el funcionamiento de los perros protectores en establecimientos productivos de esta región. En este capítulo se propone interpretar el comportamiento del perro protector de ganado en este sistema productivo y ecológico en particular, para que esta información pueda ser usada a futuro como base para el desarrollo de programas de incentivos gubernamentales locales y fomentar el uso de esta medida de mitigación no letal.

## OBJETIVO

- Establecer la relación del uso espacial y temporal entre el PPG y las ovejas en el contexto del establecimiento ganadero al que pertenecen (Chacra Experimental Patagones), tomando este sitio como caso de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

La evaluación del PPG en relación a la majada de ovejas se desarrolló en la Chacra Experimental Patagones, un campo experimental perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires, ubicado en la región sur del Espinal bonaerense. Este campo tiene un área de 1202 ha. y está ubicado en el kilómetro 942 de la ruta 3 Sur a 15 kilómetros de la ciudad de Carmen de Patagones (ver detalles en el Cap. 1).

Las actividades que allí se desarrollan incluyen producción de ganado vacuno y ovino, ensayos relacionados al manejo del monte (por ejemplo; los efectos del fuego sobre la comunidad vegetal), ensayos de rendimiento de cultivos e introducción de forrajeras y también existe un laboratorio de genética porcina y producción de reproductores.

La cobertura de este establecimiento está compuesta por monte y pastizal en iguales proporciones y pastizal con arbustos en menor medida. Un menor porcentaje de su extensión se destina a cultivo y el resto está ocupado por la vivienda, galpones y el laboratorio de genética porcina. El campo está dividido en cuadros o potreros limitados por alambrados que impiden que el ganado se movilice libremente entre los mismos.

### OBTENCIÓN DE DATOS

Se colocaron collares con receptores de sistemas de posicionamiento global (GPS) CatLog2® a un PPG y a una oveja del establecimiento (Figura 3.1). Los dispositivos GPS contenían una memoria para el almacenamiento de los datos y una batería recargable. Fueron programados para tomar una posición cada cinco minutos durante las 24 horas del día. Los dispositivos se revisaron cada 30 días para recargar la batería y descargar las posiciones almacenadas; en caso de que fallara la toma de una posición, se programó el receptor para que vuelva a intentarlo a los cinco minutos. Los receptores registraron fecha, hora, velocidad y temperatura del ambiente al momento de la adquisición de cada dato.

El PPG seleccionado fue un macho adulto que pertenecía a la CEP, siendo el único perro protector implementado en ese momento en este establecimiento, su comportamiento se monitoreó en forma visual desde la llegada al establecimiento (agosto del año 2017) y su desempeño ha sido considerado, por los encargados, como eficiente. El perro es de la raza



Maremano (o Maremmano-Abruzzese), su origen es del criadero de INTA Pilcaniyeu (Bariloche, Río Negro) y fue entregado castrado. En el momento en que se desarrolló el ensayo tenía cuatro años de edad y protegía una majada de 316 ovejas madres (hembras adultas en etapa reproductiva). La oveja seleccionada fue una hembra adulta en estado de preñez, pero no primeriza, asumiendo que esta oveja representa el comportamiento de la majada (Gipson *et al.*, 2012; Mosley *et al.*, 2020).



Figura 3.1: Colocación del dispositivo GPS a la oveja y al perro protector de ganado en la Chacra Experimental Patagones.

La majada de ovejas fue trasladada a lo largo del año a distintos cuadros o potreros del establecimiento para realizar el pastoreo y durante el período de parición se practicó el encierre nocturno de la majada; se colocó también el comedero de autoconsumo del PPG y siempre hubo acceso al agua dentro del cuadro. En general, el comedero se colocó en el extremo opuesto al sitio donde se encuentra el agua, para forzar así al PPG a recorrer la totalidad del cuadro o potrero. Todas las hembras fueron fertilizadas tanto de manera artificial como natural, colocándolas a campo en presencia de carneros; por lo que el período de parición tuvo una duración de 45 días, presentando dos picos correspondientes a las inseminaciones artificiales y naturales. Luego de la inseminación se realizaron ecografías para determinar el porcentaje de preñez y estimar la cantidad de nacimientos. Se considera que durante el período de parición (desde el nacimiento y por un período de diez días posteriores al mismo) las ovejas presentan una mayor vulnerabilidad y riesgo de predación por carnívoros (Bellati y Von Thungen, 1990) y debido al seguimiento que se realiza de los neonatos, la majada fue encerrada todas las noches durante este periodo. Además, las madres con los corderos recién nacidos pasaron por un periodo de 30 días en un recinto abierto (potrero) cercano a la vivienda.

Se registraron las interacciones ocasionales entre el perro protector y los predadores por medio de observación directa o medio audiovisual, además para evaluar la efectividad del PPG, se utilizó el registro de pérdidas de ovinos y sus causas realizado por el personal de la CEP.

## ANÁLISIS DE DATOS

Las posiciones tomadas por los collares GPS fueron seleccionadas descartando los errores. En el caso de la oveja, aquellas localizadas por fuera de los límites demarcados por los alambrados y con velocidades de desplazamiento mayores a tres km/h (Squires y Wilson, 1971); y, para las posiciones de ambos individuos, se descartaron también los puntos que presentaban errores (menor al 0,2%) de posición como, por ejemplo, localizaciones muy alejadas en un periodo de tiempo breve, que implicaban una velocidad muy alta.

Con las posiciones determinadas por el dispositivo GPS del PPG y la oveja, se estimaron los *home range* (HR) utilizando el paquete *adehabitatHR* (Calenge, 2006) implementado en el lenguaje R versión 4.2 (R Development Core Team 2021).

Se estimaron los HR a través del Método kernel (Worton, 1995) y del Mínimo Polígono Convexo, MPC (Hayne, 1949). El método kernel estima la probabilidad de encontrar a un animal en un punto del espacio, su resultado es una estimación del área y de la utilización que hace de la misma (van Winkle, 1975). Este método produce una distribución de utilización que es una función de distribución de dos variables, que representa la probabilidad de encontrar un individuo en una determinada área, definida como su HR, y la intensidad de uso en cualquier punto del espacio. Estas métricas son menos sensibles a los valores extremos (Börger *et al.*, 2006).

El MPC es uno de los métodos más utilizados para estimar áreas de acción y se trata de un cálculo geométrico que no requiere de un procedimiento estadístico. Se calcula diagramando un polígono convexo uniendo todas las posiciones más externas y sus ángulos no exceden los 180°. Se nombra como mínimo polígono convexo porque es el área mínima que contiene todos los puntos (Worton, 1987).

A partir de estos datos obtenidos previamente se evaluó el desempeño del PPG relacionando su uso del espacio en relación al de una oveja perteneciente a la majada, comparando el HR de ambos dentro y fuera del período de parición. Se tuvo en cuenta el período de parición debido a que es una etapa crítica para las ovejas y sus corderos durante la cual presentan una mayor vulnerabilidad y mayor riesgo de predación por los carnívoros (Olaechea *et al.*, 1981).

Para analizar las interacciones estáticas (las relaciones espaciales entre ambas especies teniendo en cuenta un período en el tiempo, pero no de manera simultánea) dentro y fuera del período de parición para un mismo individuo y entre distintos individuos para un mismo periodo, se estimaron los HR a través del método kernel al 95%. El tamaño del HR calculado al 95% es recomendado por muchos autores (Burt 1943; White y Garrott, 1990) para determinar solapamientos y comparaciones de tamaños de HR, tanto entre individuos como entre especies dado que representa las áreas de uso permanente y se asume que el 5% restante podría estar representando las excursiones ocasionales en las áreas más externas de su HR.

De forma similar, siguiendo a diversos autores que han realizado sus trabajos con carnívoros (White y Garrott, 1990; Cavalini y Lovari, 1994; Broomhall *et al.*, 2003) se utilizó el nivel del 30% para determinar el área central de uso más intenso y que, en algunos casos, podrá representar el área de mayor exclusividad.

El grado de solapamiento de los HR de un mismo individuo, pero en diferentes períodos, nos da un indicio de la fidelidad de este a un área determinada. Por lo que se realizaron comparaciones entre los diferentes períodos de parición y fuera de la misma, para cada individuo. Además, para evaluar el grado de solapamiento entre los HR se calculó el coeficiente de Bhattacharyya que va desde uno para el solapamiento completo hasta cero cuando no existe solapamiento entre dos distribuciones (Bhattacharyya, 1946).

El concepto de hábitat tiene diferentes interpretaciones, en general se refiere al lugar en el que se encuentran disponibles los recursos y condiciones que garantizan la subsistencia de una especie (Montenegro y Acosta, 2008). Esta definición implica diferentes categorías cuando consideramos distintas especies, pero una definición más funcional nos permite analizar una comunidad en conjunto.

Para la siguiente clasificación se considera al hábitat como sinónimo de asociación vegetal, comunidad o ambiente particular definido por parámetros físicos o biológicos (Hall *et al.*, 1997; Di Bitetti, 2012).

Para determinar qué tipo de hábitat está presente dentro del HR del perro y de la oveja, reflejando un posible uso del mismo, se estableció una comparación entre el HR calculado con el método kernel al 95% con un mapa de cobertura realizado en QGIS® con conocimientos de campo del área de estudio y el uso de imágenes satelitales. A partir de esta superposición se estableció el porcentaje de cada hábitat dentro del HR tanto del PPG como de la oveja. Se determinaron cinco categorías de hábitat, considerando para cada área cual era la cobertura predominante de vegetación y no vegetación como las estructuras antrópicas. Las cinco categorías fueron:

**CULTIVO:** Están representadas todas las áreas donde se desarrolla la rotación de cultivos; se incluyen pasturas perennes de agropiro (*Thinopyrum ponticum*) con vicia (*Vicia villosa*) y verdeos invernales como cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y triticales, que complementan la cadena forrajera del establecimiento ganadero.

**MONTE:** Incluye todas las áreas de monte nativo, hayan sufrido o no algún tipo de modificación en años previos, como haber estado sometido a incendios. La vegetación leñosa predominante incluye chañar (*Geoffroea decorticans*), piquillín (*Condalia microphylla*), algarrobo (*Neltuma flexuosa*) y jarilla (*Larrea divaricata*).

**PASTIZAL:** Estas áreas incluyen parcelas que se encuentran bajo enclaustramiento o pastoreo ligero, en ellas predominan pastos como *Stipa clarazii* y *Poa ligularis* y parcelas donde el pastoreo moderado ha sido continuo y estas especies han sido reemplazadas por otras gramíneas perennes, principalmente *Stipa tenuis* y *Piptochaetium napostaense* (Giorgetti, 2000).

**PASTIZAL CON ARBUSTOS:** Las áreas contenidas en esta categoría incluyeron todos los cuadros que presentan pastizal, pero con renovales o arbustos de leñosas como *Geoffroea decorticans*, *Brachyclados lycioides*, *Condalia microphylla*, *Chuquiraga erinacea*, *Larrea divaricata* y *Schinus fasciculatus* (Griseb.) y arbustos perennes de hoja caduca, por ejemplo, *Lycium chilense*, *Prosopidastrum globosum* y *Prosopis alpataco*.

**ESTRUCTURAS ANTRÓPICAS:** En este caso se consideraron todas las áreas donde hubiera una gran actividad por parte de empleados del establecimiento ganadero. Los sitios considerados fueron: las viviendas, corrales de parición y esquila aledaños a la vivienda, galpones y, en el caso de la CEP, el laboratorio de genética porcina que funciona en este lugar.

Para todos los análisis de solapamiento entre HR y para la determinación de los hábitats dentro de los mismos, se utilizó el software QGIS® versión 3.10 (QGIS Development Team 2018).

## RESULTADOS

### *Monitoreo espacial y temporal del PPG y ganado ovino*

En la CEP al comparar los porcentajes de parición, es decir la cantidad de corderos nacidos que sobreviven entre los períodos de los años 2015-2016 con 2018-2020-2021 se desprende que hay una diferencia de alrededor de un 7% respecto a las pérdidas. Esto indica que hubo una disminución de 19,25% a 13,7% (Álvarez, M. INTA com. pers.). El año 2017 fue excluido de la comparación ya que fue el año de llegada del PPG al establecimiento y, al ser aún cachorro y estar en período de adaptación, no desarrollaba completamente sus funciones de protector. También fue excluido el año 2019, debido que hubo dificultades en la toma de los datos. Si bien no se observaron predaciones directas de zorros sobre corderos, se registraron varias interacciones (al menos tres) entre el PPG ahuyentando y persiguiendo a zorros no marcados, pero no atacando directamente; una de estas interacciones fue registrada en un video por un empleado de la CEP. En el video se observa durante 4 minutos que el PPG ladra y persigue a un zorro, alejándolo de las ovejas sin realizar un ataque directo a pesar de tenerlo a su alcance.

### *Utilización general del espacio*

Durante el año 2021, se obtuvieron 89802 posiciones del PPG y 48108 de la oveja, durante el período de parición y fuera del mismo (Tabla 3.1). El período de parición comenzó el 31 de agosto del 2021 y se extendió hasta el 5 de noviembre del mismo año (para los análisis de consideraron 10 días más desde el nacimiento del último cordero, por lo que el período de parición va desde el 31 de agosto al 15 de noviembre del año 2021). El dispositivo GPS del PPG estuvo colocado desde el 23 de septiembre de 2021 hasta el 6 de marzo del año 2022 (seis meses), fue colocado nuevamente, pero el collar que portaba el dispositivo GPS se perdió, por lo que no fue posible recolectar datos posteriores a esa fecha. El GPS de la oveja estuvo activo desde el 22 de septiembre de 2021 hasta el 16 de diciembre del mismo año (cuatro meses).

Tabla 3.1: Meses de seguimiento del perro protector de ganado y la oveja, relacionado con la cantidad de puntos mensuales y totales. El color amarillo representa los meses correspondientes a la parición de las ovejas.

AÑO	MESES	PPG	OVEJA
2021	SEP	4740	4801
	OCT	16986	17997
	NOV	16108	16227
	DIC	16207	9083
2022	ENE	17272	0
	FEB	15661	0
	MAR	2828	0
TOTAL		89802	48108

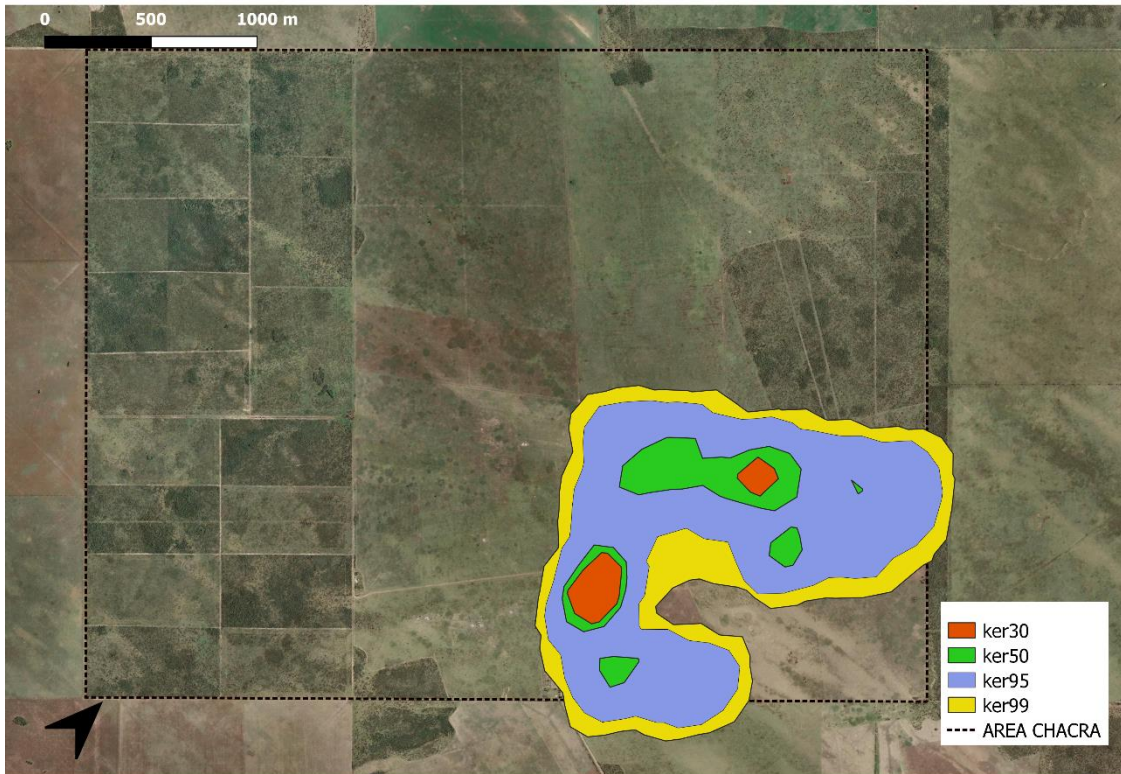
Los tamaños de los HR para el perro y la oveja dentro y fuera del período de parición (Tabla 3.2; figuras 3.1A y B y 3.2A y B) presentaron valores en general mucho más grandes cuando fueron calculados a través del método MPC que con kernel, sobre todo al considerar los porcentajes del 95 y 99. Al comparar los dos períodos en relación a la parición (Tabla 3.2) con distintos niveles de utilización para la oveja, las variaciones fueron muy pequeñas con ambos estimadores (rango=0,01 a 0,26 km<sup>2</sup>) y levemente más grandes para el PPG (rango= 0,01 a 1,29 km<sup>2</sup>). El HR al 99% cuyo valor fue el más conservativo entre métodos de análisis, para la oveja varió entre 2,12 y 2,38 km<sup>2</sup> y, en el caso del perro, entre 1,84 y 4,07 km<sup>2</sup>.

En el caso de la oveja, dentro y fuera del periodo de parición tampoco se observaron variaciones considerables del HR; aunque el área tuvo una tendencia a ser menor durante el período de no parición, excepto cuando se consideraron todos los puntos (ker 99%). Para el PPG, si bien las variaciones del tamaño del HR no fueron muy significativas, hubo un aumento fuera del período de parición siendo los más considerables los HR al 95 y al 99%.

Tabla 3.2: Resultados de los *home range* del perro y la oveja dentro y fuera del período de parición a través del método kernel y MPC, expresados en kilómetros cuadrados.

%	OVEJA				PPG			
	Parición		NO Parición		Parición		NO Parición	
	KERNEL	MPC	KERNEL	MPC	KERNEL	MPC	KERNEL	MPC
30	0,08	0,58	0,05	0,42	0,04	0,58	0,03	0,39
50	0,31	0,70	0,19	0,51	0,10	0,72	0,18	0,60
95	1,60	2,08	1,59	1,94	1,39	1,87	1,68	2,59
99	2,12	2,37	2,21	2,38	1,84	2,78	2,28	4,07
100		2,56		2,82		6,16		6,72





B

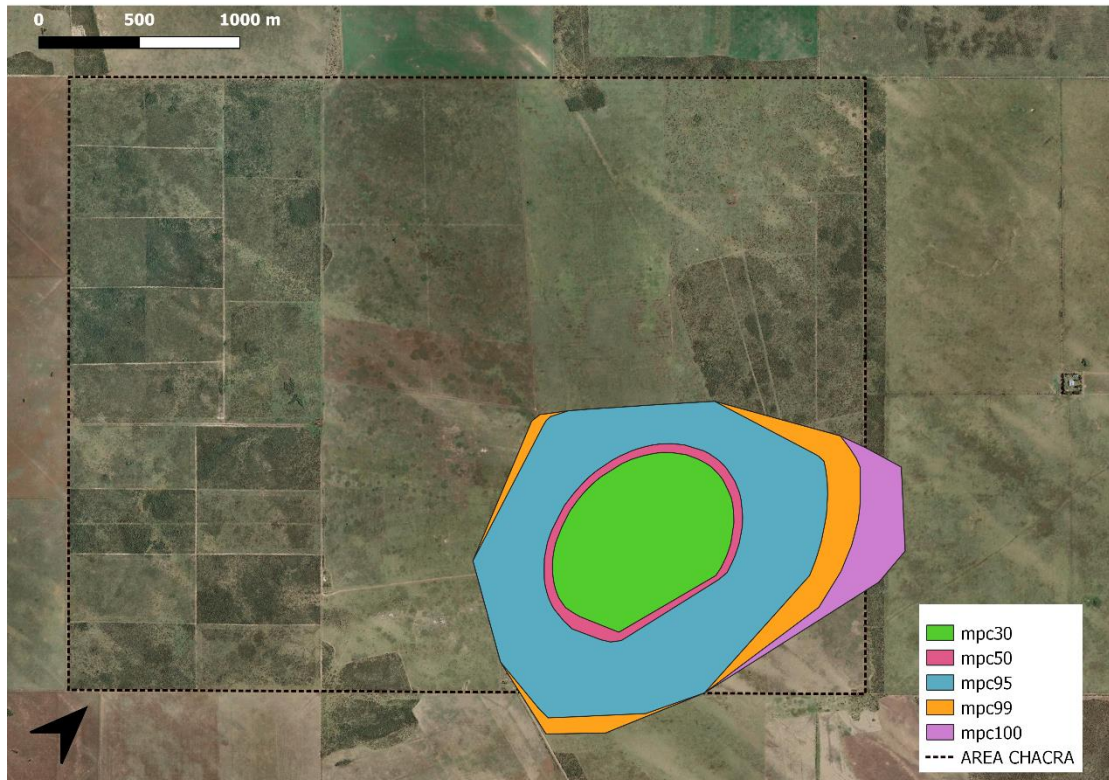
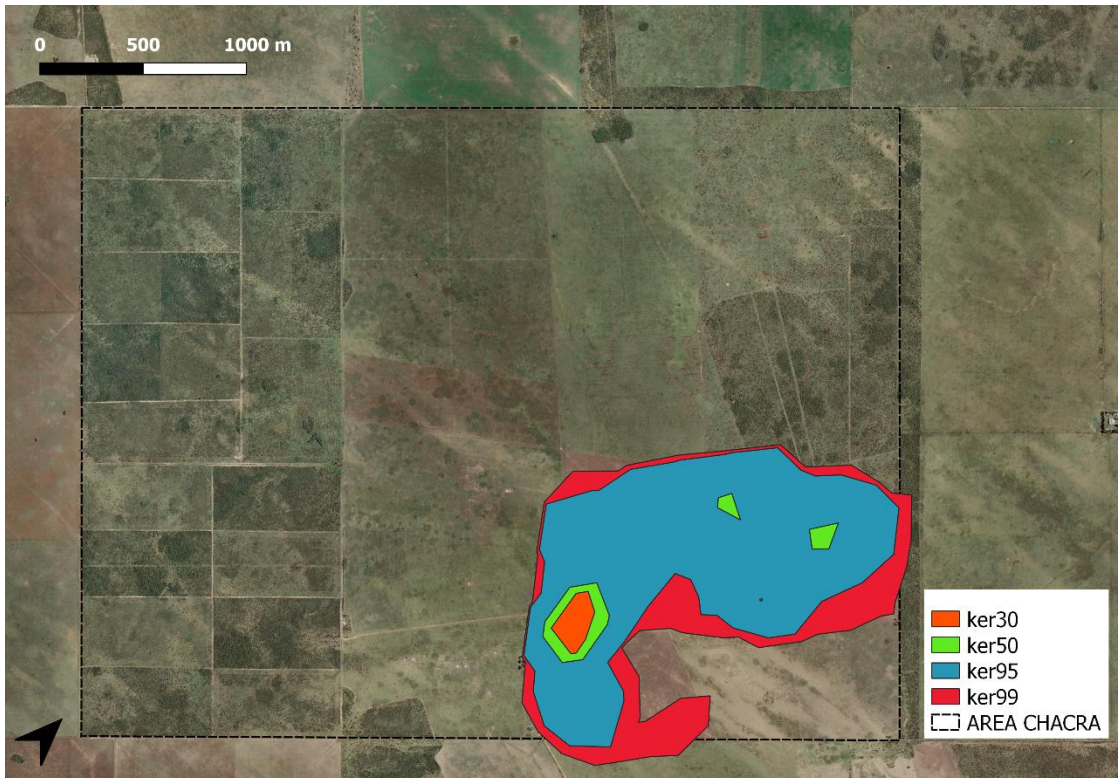


Figura 3.1: En la imagen A) se encuentra representado el HR de la oveja durante el período de parición calculado con el método kernel (30, 50, 95 y 99%) y en B) el HR de la oveja durante la parición calculado con MPC (30, 50, 95, 99 y 100%). El recuadro de color negro con línea punteada representa el área de la Chacra Experimental Patagones.



A



B

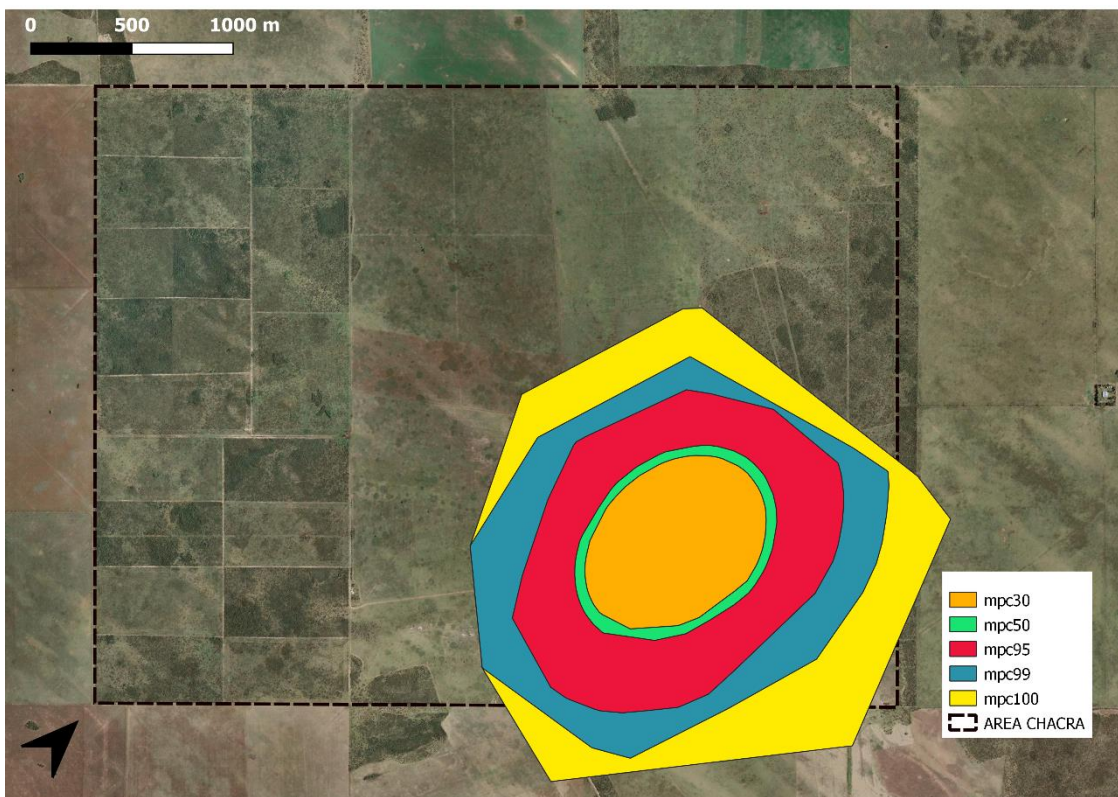


Figura 3.2: En la imagen A) se encuentra representado el HR del PPG durante el período de parición calculado con el método kernel (30, 50, 95 y 99%) y en B) el HR del PPG durante la parición calculado con MPC (30, 50, 95, 99 y 100%). El recuadro de color negro con línea punteada representa el área de la Chacra Experimental Patagones.



### Home range mensuales

Al comparar los tamaños de HR en el método kernel a distintos porcentajes se observa que en el caso de la oveja (Tabla 3.3, Figura 3.3) se mantiene un patrón muy similar en todos los meses, excepto en septiembre, que es un mes con menos datos y en el que comienza el período de la parición. Durante este período la oveja pasa las noches en el corral y el día en las zonas aledañas a la vivienda. En el caso del PPG, hay variaciones importantes entre los meses que se corresponden al observar los HR al 95 y al 99%, siendo en febrero la disminución más importante (Figura 3.3).

Tabla 3.3: Los *home range* mensuales para el perro y la oveja calculados a través del método kernel

KERNEL (km <sup>2</sup> )	%	2021								2022		
		SEP		OCT		NOV		DIC		ENE	FEB	MAR
		OVEJA	PPG	OVEJA	PPG	OVEJA	PPG	OVEJA	PPG	PPG	PPG	PPG
30	0,03	0,01	0,10	0,07	0,05	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,14	
50	0,08	0,08	0,26	0,22	0,19	0,11	0,18	0,21	0,17	0,08	0,31	
95	0,35	1,03	1,30	1,31	1,26	1,25	1,42	1,73	1,63	0,34	1,42	
99	0,49	1,81	1,84	2,05	1,67	1,97	2,12	2,65	2,52	0,51	2,04	

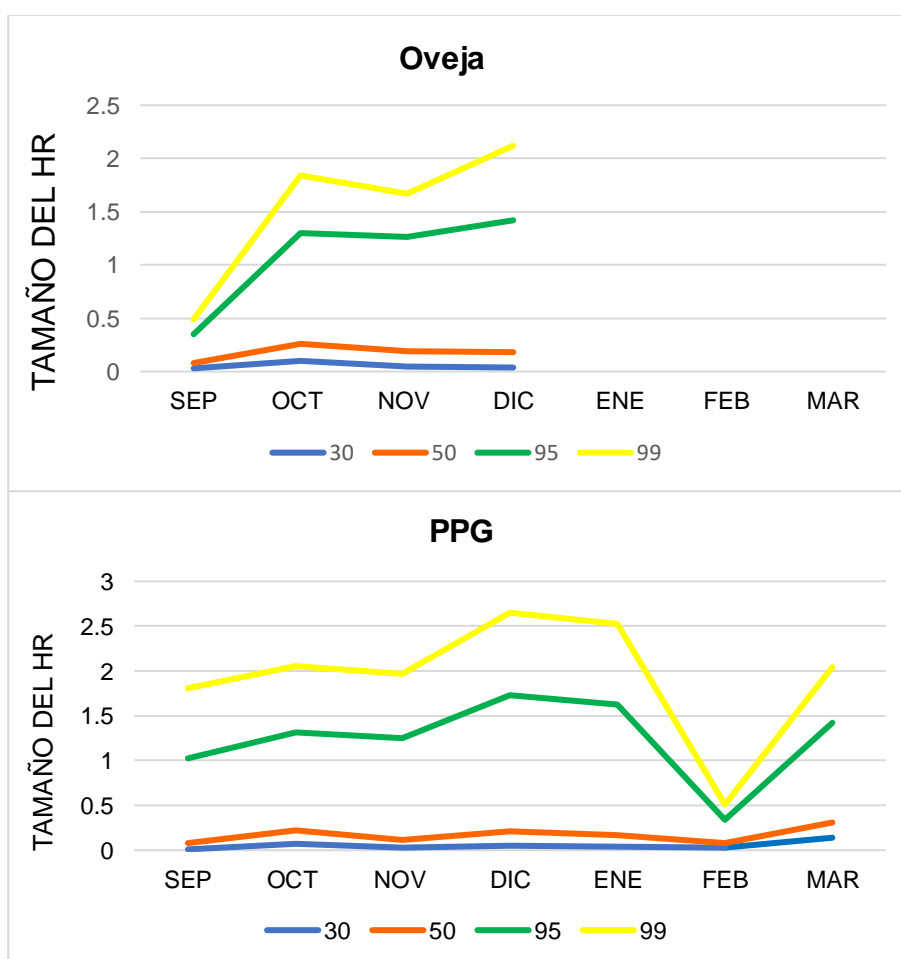


Figura 3.3: En los gráficos se encuentran representados los tamaños de los HR a los niveles 30, 50, 95 y 99% calculado con el método kernel, por mes. En el gráfico superior están los HR mensuales de la oveja y en el inferior del perro protector de ganado.

### *Solapamiento entre individuos*

Debido a que los solapamientos entre individuos no son simétricos, se presentan en las tablas 3.4 y 3.5 los solapamientos entre el PPG y la oveja dentro y fuera de la parición. La asimetría en los solapamientos refiere a que el porcentaje del HR que ocupa un individuo sobre el otro, no siempre es igual al que ocupa este último sobre el primero. En la tabla 3.4, por ejemplo, se puede observar que el HR del perro durante la parición está ocupado en un 62,5% por el HR del perro fuera de este período. En la tabla 3.5, por el contrario, se puede observar que 51,5% del HR del perro fuera del período de parición es ocupado por el HR del perro durante la parición. En la figura 3.4 se pueden observar estos solapamientos.

El coeficiente de Bhattacharyya para el solapamiento de los HR del perro protector durante y fuera del período de parición fue de 0,58; mientras que para el solapamiento de la oveja entre ambos períodos fue de 0,60.

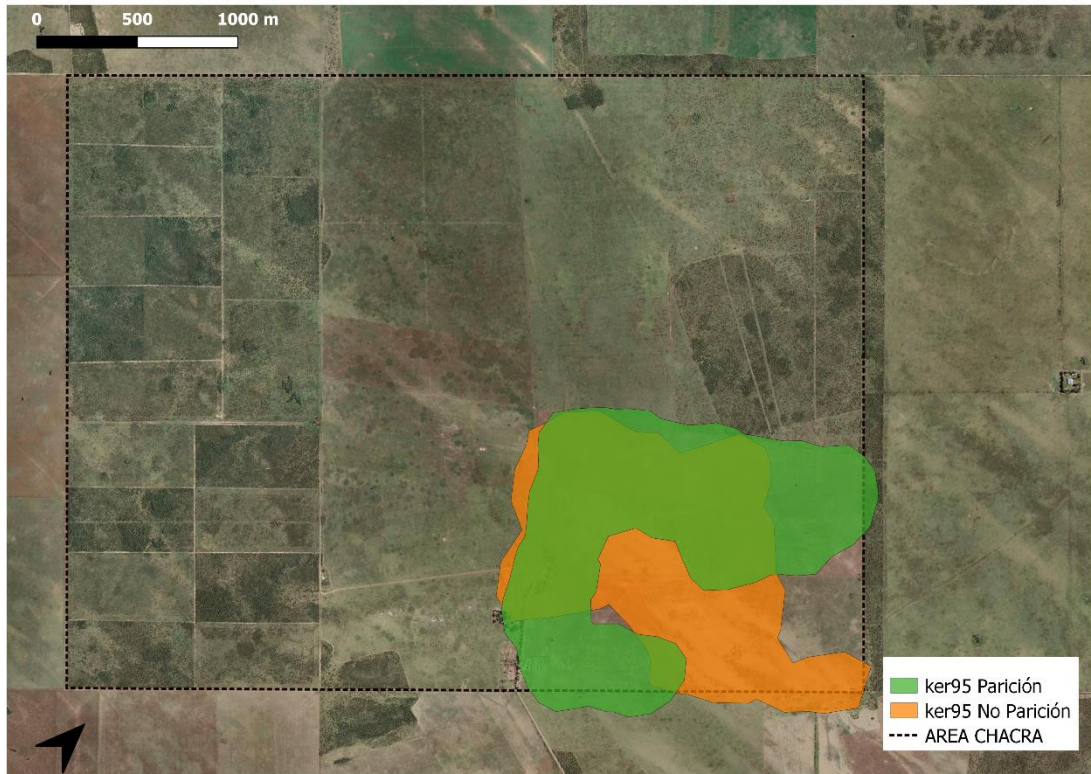
Tabla 3.4: Porcentaje de solapamiento de los HR del perro protector de ganado y la oveja en el período de parición vs fuera del período de parición.

%		NO PARICION	
		PPG	OVEJA
EN PARICION	PPG	62,5	
	OVEJA		58,8

Tabla 3.5: Porcentaje de solapamiento de los HR del perro protector de ganado y la oveja fuera del período de parición vs en el período de parición.

%		EN PARICION	
		PPG	OVEJA
NO PARICION	PPG	51,5	
	OVEJA		59,1

A



B

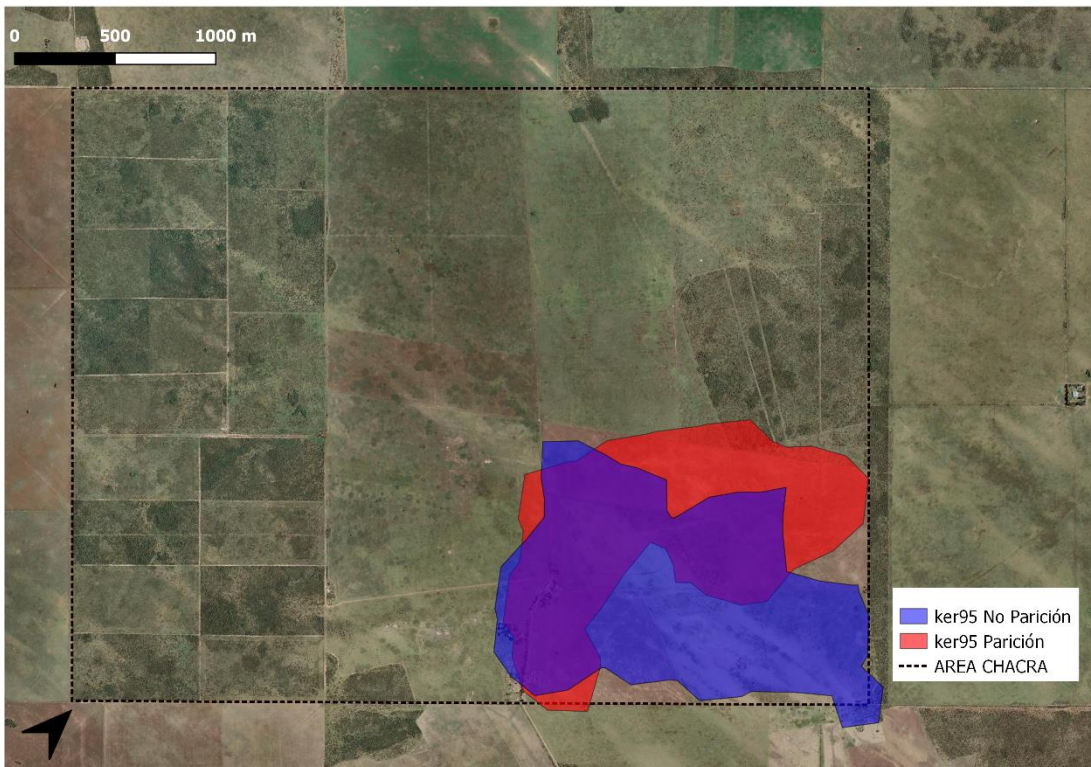


Figura 3.4: A) La imagen muestra el solapamiento de los *home range* de la oveja dentro (color verde) y fuera de la parición (color naranja). En B) se encuentran los *home range* del PPG solapados, en color rojo durante la parición y en color azul fuera de la misma. El recuadro de color negro con línea punteada representa el área de la Chacra Experimental Patagones.



Al calcular el porcentaje de solapamiento entre la oveja y el perro para ambos períodos, se observa que un 78,1% y un 79,3% del HR de la oveja estaba solapado por el HR del perro dentro y fuera del período de parición, respectivamente. El coeficiente de Bhattacharyya para el solapamiento de los HR del PPG y la oveja durante el período de parición fue de 0,86, mientras que fuera de la parición fue de 0,76. En el caso del PPG, el 89,9% de su HR está ocupado por la oveja durante el período de parición, y en un 75% fuera del mismo (Figura 3.5).



Figura 3.5: Solapamientos del PPG con la oveja dentro (A) y fuera del período de parición (B). El recuadro de color negro con línea punteada representa el área de la Chacra Experimental Patagones.

### Hábitats utilizados por la oveja y el perro protector de ganado

El mapa de cobertura resultante presentó un 39,9% de monte, 36% de pastizal, 13,8 de pastizal con arbustos, 9,3% de cultivo y 1% de estructuras antrópicas (Figura 3.6).

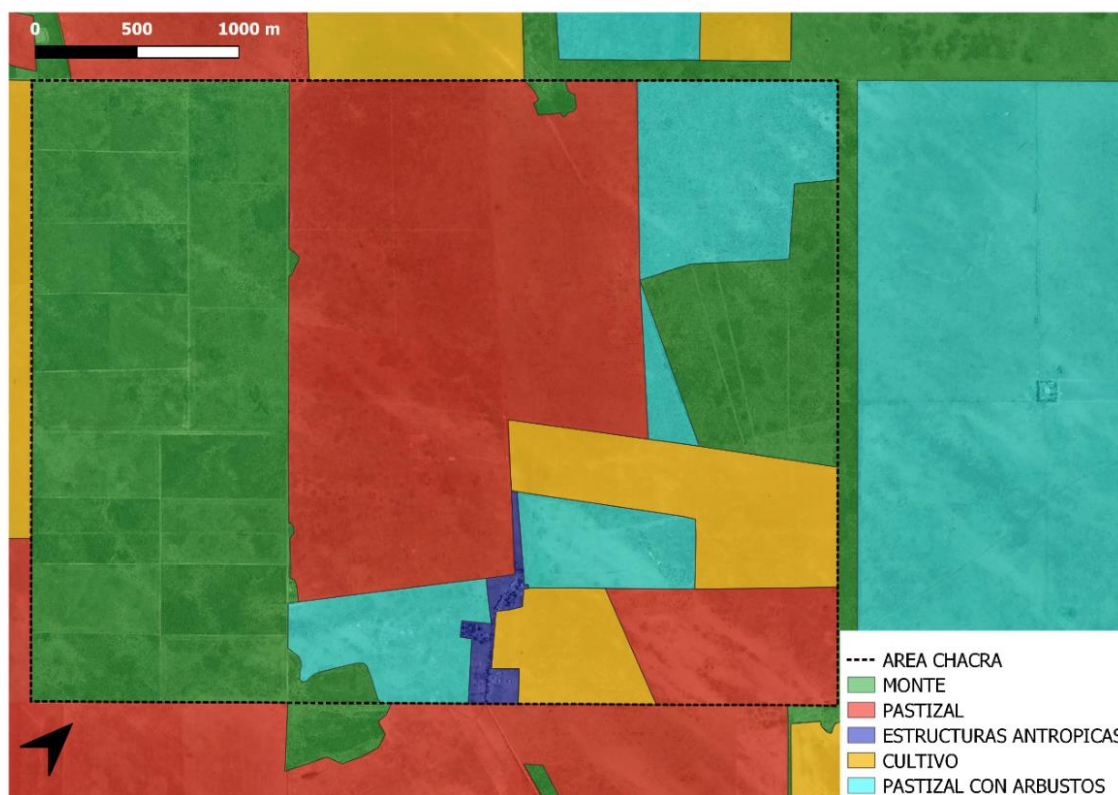


Figura 3.6: Mapa con la cobertura total del área. El recuadro de color negro con línea punteada representa el área de la Chacra Experimental Patagones.

El porcentaje de cobertura de cada hábitat para la oveja y el perro se puede observar en la tabla 3.6. Las ovejas se encuentran en cuadros mayormente “limpios”, sin cobertura de monte, con un alto porcentaje de cultivo o vegetación típica de pastizal; el porcentaje de pastizal y pastizal con arbustos aumenta fuera del periodo de parición en detrimento del área de cultivo. El PPG muestra valores de uso de hábitat muy similares a los de la oveja.

Tabla 3.6: Porcentaje de cobertura en los HR al 95% de la oveja y el perro, durante el período de parición (OVEJA\_P y PPG\_P) y fuera del período de parición (OVEJA\_NP y PPG\_NP).

% COBERTURA	CULTIVO	ESTRUC. ANTROPICA	MONTE	PASTIZAL	PASTIZAL CON ARBUSTOS
OVEJA_P	63,7	5,3	2,5	10,3	18,2
PPG_P	57,2	6,5	3,9	7,8	24,6
OVEJA_NP	37,3	3,1	1,5	34,8	23,2
PPG_NP	34,7	5,8	1,6	35,2	22,8

Los valores entre el periodo de parición y fuera del mismo cambian considerablemente para ambas especies mientras que dentro del mismo periodo son muy similares.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La relación entre los perros protectores de ganado y las ovejas ha sido estudiada por diversos autores (Webber *et al.*, 2015; Young *et al.*, 2019) observándose variaciones con respecto a la raza del perro, al manejo de las ovejas y al tipo de ambiente. El caso de estudio presentado en este capítulo permite aportar datos novedosos sobre la relación PPG -majada en un sistema ganadero extensivo como es el que se aplica en el sudoeste bonaerense.

Al comparar los porcentajes de parición en la CEP, se observó desde la llegada del PPG una disminución en las pérdidas, esta variación es suficiente para considerar la implementación del PPG como eficiente por los usuarios del establecimiento, especialmente si se traslada esta disminución de pérdidas a los costos en la producción.

Por los resultados observados y como se esperaba, el *home range* de la oveja presentó un tamaño que está altamente asociado al tamaño de los cuadros o potreros entre los que se trasladó durante el período de seguimiento. Esto incluyó las áreas de corrales que están incorporadas en las estructuras antrópicas y en las que se practicó el encierre nocturno de todas las ovejas durante la parición. Si bien el análisis realizado no se centró en el uso que hacen las ovejas del potrero, por las pequeñas variaciones mensuales observadas en el tamaño del HR del individuo monitoreado, parecería que hay un uso homogéneo de las áreas limitadas donde se le permite pastorear. Al considerar el comportamiento de una oveja como un *proxy* del comportamiento de la majada, se asume que hay un uso homogéneo del espacio. Este comportamiento se ha visto que es típico de los grupos que son heterogéneos respecto a las edades de las ovejas (Di Virgilio y Morales, 2016), como en el caso de la majada en la que se realizó este estudio, y debería ser confirmado a través de un monitoreo con más animales pertenecientes a la majada, con radiotransmisores en simultáneo. Además, es importante considerar que, en estos sistemas, en general, los cuadros son relativamente pequeños (50 hectáreas aproximadamente), lo que facilita que las ovejas los utilicen en su totalidad y el manejo que se realiza implica una rotación entre diferentes cuadros.

El *home range* del perro protector presentó tamaños similares a los de la oveja en ambos períodos (parición y no parición), a pesar de ser un carnívoro y tener la posibilidad física de poder atravesar los alambrados y desplazarse a otras áreas. A diferencia de un carnívoro silvestre, el perro no debe realizar la búsqueda activa de alimento ni agua ya que tiene disponible un comedero de autoconsumo en los cuadros en donde se encuentran las

ovejas que protege; pero quizás podría perseguir predadores por fuera del cuadro donde se encuentra la majada o realizar excursiones, como se ha visto en otros carnívoros (Geffen *et al.*, 1992; Johansson *et al.*, 2016; Youngmann *et al.*, 2022).

El alto porcentaje de solapamiento entre los *home range* del perro y la oveja indicó que la permanencia del PPG con la majada es muy alta, tanto durante la parición de las ovejas como luego de finalizar la misma. Algunos reportes de productores locales indican que los PPG que protegen sus majadas suelen recorrer grandes distancias y alejarse de las mismas, llegando incluso a visitar campos aledaños donde también hay presencia de otras ovejas. La raza Maremmano (a la que pertenece el PPG monitoreado con collar GPS) ha sido comparada a través de encuestas a usuarios de esta herramienta con otras razas de perros que son utilizados como guardianes de ganado, como Komondor, Kuvasz, Akbash y perros mestizos, y demostró ser la raza que más permanece con la majada que protege (Green, 1993). También, por medio de las posiciones obtenidas a través de dispositivos GPS, se ha visto que en otros sistemas productivos los PPG de la raza Maremmano permanecen muy fieles a la majada, aunque Allen *et al.* (2016) observaron, en una gran majada monitoreada por ocho PPG (machos y hembras), una variación individual donde algunos maremannos se alejaban más que otros de la majada, pero siempre en forma anecdótica y no como una constante en su comportamiento. Este tipo de comportamiento se da frecuentemente cuando hay más de un PPG por majada, situación en la cual desempeñan funciones complementarias en la defensa del territorio, monitoreo y protección (van Bommel y Johnson, 2012).

Debido a la alta superposición entre los HR de ambas especies, se puede observar que realizaron un uso similar del espacio. Los porcentajes de uso de cada hábitat son incluso muy similares dentro de cada período, respondiendo a los sitios en los que se encontraban las ovejas durante los mismos. Las ovejas no realizan una selección del espacio que utilizan, su alimentación depende de los sitios a los que tiene acceso. Esta disponibilidad depende del manejo que se realiza en cada cuadro según el criterio de cada productor, y depende fundamentalmente de la disponibilidad de alimento para el ganado ovino. En este campo, se realiza una rotación del ganado entre los cuadros con pastura disponible, cercanos a la vivienda, observándose una sincronización de los movimientos de la majada y el PPG cuando hay una actividad de los productores de conducción hacia los corrales (por ejemplo, durante la esquila del ganado) y también de liderazgo del PPG ante la presencia de alguna amenaza, como puede ser un observador ajeno al lugar. Se describieron comportamientos similares y se determinó que la presencia del PPG condujo a la formación de grupos de ovejas más grandes e individuos más cercanos entre sí,

seleccionando en forma conjunta (perro-ovejas) áreas de hábitats con cobertura más limitada, lo que también favorecería la respuesta ante la amenaza de los predadores (Yusti-Muñoz y Simonetti, 2021).

Respecto a la defensa activa que ejerce el PPG contra predadores, se observó que su comportamiento corresponde al de otros PPG de esta misma raza, a saber, interponerse entre la amenaza y la majada, desafiando de manera activa a un potencial ataque (van Bommel y Johnson, 2015). Se registró en más de una ocasión la confrontación del perro protector con zorros, manteniendo distancia e interponiéndose entre él y las ovejas durante un largo tiempo, pero no el acecho. La permanencia del PPG con la majada da indicios de que, al menos una parte central de su HR es tratada como un territorio y responde activamente a la invasión de este territorio de manera similar a los cánidos salvajes (Mech y Boitani, 2003; Parker, 2010). Relacionado con este comportamiento de exclusión activa de predadores, pero no de establecimiento de territorialidad en la totalidad de su HR (Allen *et al.*, 2016), está el hecho de que las pérdidas por predación por puma (menos del 0,05% anual) fueron sobre otras categorías de ganado ovino (borregos, carneros, capones) que no estaban con las ovejas madres, con quienes el PPG permanece la mayor parte del tiempo. El tipo de manejo de ganado que se realiza lleva a que, en algunas épocas del año, los ovinos de diferentes categorías pastoreen en distintos cuadros, alejados de la majada de ovejas que protege el PPG, y es en estos casos cuando se ha observado predación.

Al ser este un trabajo en el que se estudia en detalle el uso de un PPG como caso de estudio, estos resultados son coincidentes con los observados en otros ambientes distintos con otras razas de ovejas e, incluso, con otro tipo de ganado, como cabras, con diferentes tipos de manejo de la producción y la majada. El PPG de la raza Maremmano analizado presenta evidencia de una fuerte fidelidad a las ovejas que protege, con escasas excursiones por fuera del área de su propia majada; además las ovejas mostraron usar la totalidad del espacio en el que se encontraban, lo cual podría estar facilitado por la presencia del perro.



## BIBLIOGRAFIA

- Allen, L.R., Stewart-Moore, N., Byrne, D., y Allen, B.L. (2016). Guardian dogs protect sheep by guarding sheep, not by establishing territories and excluding predators. *Animal Production Science*, 57(6): 1118-1127.
- Baker, P.J., Boitani, L., Harris, S., Saunders, G., y White, P.C. (2008). Terrestrial carnivores and human food production: impact and management. *Mammal Review*, 38: 123–166.
- Bellati, J. y Von Thungen, J. (1990). Lamb predation in Patagonia ranches. En: *Proceedings 14th Vertebrate Pest Conference*. Eds. Davis, L.R. y Marsh R.E. 163-268. University of California, California, USA.
- Bhattacharyya, A. (1946). On a measure of divergence between two multinomial populations. *Sankhyā: the indian journal of statistics*, 401-406.
- Börger, L., Franconi, N., Ferretti, F., Meschi, F., Michele, G.D., Gantz, A., y Coulson, T. (2006). An Integrated Approach to Identify Spatiotemporal and Individual-Level Determinants of Animal Home Range Size. *The American Naturalist*, 168(4): 471–485.
- Breitenmoser, U., Angst, C., Landry, J.M., Breitenmoser-Würsten, C., Linnell, J.D.C., y Weber, J.M. (2005). Non-lethal techniques for reducing depredation. En *People and Wildlife, Conflict or Co-existence?* Ed. Woodroffe, R., Thirgood, S. y Rabinowitz, A. pp.9-49. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Broomhall, L.S., Mills, M.G.L., y Du Toit, J.T. (2003). Home range and habitat use by cheetahs (*Acinonyx jubatus*) in the Kruger National Park. *Journal of Zoology*, 261(2): 119-128.
- Burt, W.H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3): 346-352.
- Calenge, C. (2006) The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling*, 197: 516-519.
- Cavallini, P. y Lovari, S. (1994). Home range, habitat selection and activity of the red fox in a Mediterranean coastal ecotone. *Acta Theriologica*, 39(3): 279-287.
- Coppinger, R. y Coppinger, L. (2001). *Dogs: a new understanding of canine origin, behavior and evolution*. University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Di Bitetti, M.S. (2012). ¿Qué es el hábitat? Ambigüedad en el uso de jerga técnica. *Ecología austral*, 22(2): 137-143.
- Di Virgilio, A. y Morales, J.M. (2016). Towards evenly distributed grazing patterns: Including social context in sheep management strategies. *Peer J*, (4) e2152.
- Geffen, E., Hefner, R., Macdonald, D.W., y Ucko, M. (1992). Habitat selection and home range in the Blanford's fox, *Vulpes cana*: compatibility with the resource dispersion hypothesis. *Oecologia*, 91: 75-81.
- Giorgetti, H.D., Manuel, Z., Montenegro, O.A., Rodríguez, G.D., y Busso, C.A. (2000). Phenology of some herbaceous and woody species in central, semiarid Argentina. *Phyton-Revista Internacional de Botanica Experimental*, 69: 91-108.

- Gipson, T.A., Sahl, T., Villaquiran, M., Hart, S.P., Joseph, J., Merkel, R.C., y Goetsch, A.L. (2012). Use of global positioning system collars to monitor spatial-temporal movements of co-grazing goats and sheep and their common guardian dog. *Journal of Applied Animal Research*, 40(4): 354-369.
- Green, J.S. (1993). Livestock guarding dogs: protecting sheep from predators (No. 588). US Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service. USA.
- Hall, L.S., Krausman, P.R., y Morris, M.L. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25:173-182.
- Hayne, D.W. (1949). Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy*, 30(1): 1-18.
- Johansson, Ö., Rauset, G.R., Samelius, G., McCarthy, T., Andrén, H., Tumursukh, L., y Mishra, C. (2016). Land sharing is essential for snow leopard conservation. *Biological Conservation*, 203: 1-7.
- Landry, J.M., Olsson, P., Siegenthaler, A., Jackson, P., y Farrell, A. (1999). The use of guard dogs in the Swiss Alps: a first analysis. KORA, Coordinated Research Projects for the Protection and Management of Carnivores in Switzerland.
- Macdonald, D.W., Ball, F.G., y Hough, N.G. (1980). The Evaluation of Home Range Size and Configuration Using Radio Tracking Data. En *A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*. Ed. Amlaner, C.J. y Macdonald, D.W. pp.405-424. Pergamon Press, Oxford, Reino Unido.
- Mech, L.D. y Boitani, L. (2003). *Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation*. Eds. Mech, L.D. y Boitani, L. "Wolf Social Ecology". University of Chicago Press. Chicago & London. USA.
- Montenegro, J. y Acosta, A. (2008). Programa innovador para evaluar uso y preferencia de hábitat. *Universitas Scientiarum*, 13(2): 208-217.
- Mosley, J.C., Roeder, B.L., Frost, R.A., Wells, S.L., McNew, L.B., y Clark, P.E. (2020). Mitigating human conflicts with livestock guardian dogs in extensive sheep grazing systems. *Rangeland Ecology & Management*, 73(5): 724-732.
- Olaechea, F.V., Bellatl, J.P., Suarez, M.C., Pueyo, J.M., y Robles, C.A. (1981). Mortalidad perinatal de corderos en el oeste de la Provincia de Río Negro. *Revista de Medicina Veterinaria*, 62:128-134.
- Parker, M.N. (2010). Territoriality and scent marking behavior of African wild dogs in northern Botswana (Tesis doctoral). University of Montana.
- QGIS Development Team. (2018). QGIS Geographic Information System. QGIS version 3.10.0-A Coruña. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- R Development Core Team. 2021. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Squires, V.R. y Wilson, A.D. (1971). Distance between food and water supply and its effect on drinking frequency, and food and water intake of Merino and Border leicester sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 22(2): 283-290.

- Stone, S.A., Breck, S.W., Timberlake, J., Haswell, P.M., Najera, F., Bean, B.S., y Thornhill, D.J. (2017). Adaptive use of nonlethal strategies for minimizing wolf–sheep conflict in Idaho. *Journal of Mammalogy*, 98(1): 33-44.
- van Bommel, L. y Johnson, C.N. (2012). Good dog! Using livestock guardian dogs to protect livestock from predators in Australia's extensive grazing systems. *Wildlife Research*, 39(3): 220–229.
- van Bommel, L. y Johnson, C.N. (2014). Where do livestock guardian dogs go? Movement patterns of free-ranging Maremma sheepdogs. *PLOS ONE*, 9(10), e111444.
- van Bommel, L. y Johnson, C.N. (2015). How guardian dogs protect livestock from predators: Territorial enforcement by Maremma sheepdogs. *Wildlife Research*, 41(8): 662–672.
- van Winkle, W. (1975). Comparison of several probabilistic home-range models. *The Journal of Wildlife Management*, 118-123.
- Webber, B.L., Weber, K.T., Clark, P.E., Moffet, C.A., Ames, D.P., Taylor, J.B., ... y Kie, J.G. (2015). Movements of domestic sheep in the presence of livestock guardian dogs. *Sheep and Goat Research Journal*, 30:18-23.
- White, G.C. y Garrot, R.A. (1990). *Analysis of wildlife radiotracking data*. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Worton, B.J. (1987). A review of models of home range for animal movement. *Ecological Modelling*, 38: 277-298.
- Worton, B.J. (1995). Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel-based home range estimators. *The Journal of Wildlife Management*, 59: 794-800.
- Young, J.K., Draper, J.P., y Kinka, D. (2019). Spatial associations of livestock guardian dogs and domestic sheep. *Human-Wildlife Interactions*, 13(1): 6.
- Youngmann, J.L., Hinton, J.W., Bakner, N.W., Chamberlain, M.J., y D'Angelo, G.J. (2022). Recursive use of home ranges and seasonal shifts in foraging behavior by a generalist carnivore. *Ecology and Evolution*, 12(11): e9540.
- Yusti-Muñoz, A.P. y Simonetti, J.A. (2021). Domestic Sheep Behavior and Habitat Selection in Presence of Livestock Guardian Dogs. *Rangeland Ecology & Management*, 79: 28-35.



## **CAPÍTULO IV**

---

### **Ecología del zorro pampeano en un sistema productivo ovino con perro protector**

## INTRODUCCION

Para comprender la ecología del zorro pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) en un contexto de producción ganadera ovina, es fundamental obtener más información sobre la influencia de la ecología espacial del perro protector de ganado (PPG), como medida de mitigación no letal, y el ganado ovino sobre la dinámica espacial de los zorros. Los resultados pueden ser relevantes a fin de aportar información para adaptar la gestión y manejo de ganado y los métodos de conservación de los zorros y, en particular, poder conocer la ecología espacial de esta especie en las proximidades de rebaños de ovejas protegidos por un PPG.

Las principales amenazas antrópicas para la supervivencia de los carnívoros son la pérdida y fragmentación de hábitats y la caza como represalia por predación de ganado (Crooks *et al.*, 2011). En nuestro país, el avance de la frontera agroganadera provoca gran parte de la pérdida de hábitat para las especies silvestres (Brown *et al.*, 2006). Esto no solo afecta a los carnívoros y sus presas (Treves y Karanth, 2003) sino a todo el ecosistema, modificándose las cadenas tróficas y los servicios ecosistémicos que suelen ser poco tangibles hasta que se los pierde, por ejemplo, el efecto de liberación de mesocarnívoros o supresión de carroñeros (Prugh y Sivy, 2020).

La región del sudoeste bonaerense posee una fuerte actividad ganadera que se ha incrementado en las últimas décadas, llevando a la modificación de los hábitats y la ocupación de estos espacios por parte del ganado doméstico, generando una disminución tanto en la diversidad vegetal como animal (Winschel, 2018; Abad y Saber, 2022). Estudios realizados ponen en evidencia la existencia de conflictos de intereses entre la conservación de los carnívoros silvestres y la producción pecuaria (De Lucca, 2013; Caruso *et al.*, 2017; Guerisoli *et al.*, 2021). Los pumas (*Puma concolor*) y los zorros (*Lycalopex gymnocercus*) son, para los productores, los principales causantes de las pérdidas; sobre todo de ganado ovino (Caruso *et al.*, 2017). Especialmente el efecto del puma sobre la ganadería ovina es su principal preocupación, debido a que representa los mayores costos y es una predación muy evidente (Lucherini *et al.*, 2018; Guerisoli *et al.*, 2021). Sin embargo, los zorros pampeanos también pueden representar una amenaza importante para el ganado ovino y, aunque es menos evidente ya que predan principalmente sobre corderos (Bellati y Von Thungen, 1990), es suficientemente importante como para propiciar su caza por prevención o represalia (Caruso *et al.*, 2017).

El zorro pampeano es una especie muy común en el área del Espinal (Caruso *et al.*, 2017), presenta una plasticidad que le permite adaptarse a los ambientes antrópicos y se considera común en los pastizales modificados por estas actividades (Lucherini *et al.*,

2004; Farias y Kittlein, 2008). El aumento de las actividades ganaderas y del pastoreo en pastizales naturales aumentan la exposición y la facilidad de acceso a las ovejas para los carnívoros en general (Thirgood *et al.*, 2005; Margulies y Karanth, 2018).

La ecología de los zorros pampeanos en Argentina ha sido estudiada por diversos autores (Crespo, 1971; Lucherini y Luengos Vidal, 2008; Birochio, 2008; Di Bitetti *et al.*, 2009; entre otros), aunque se han focalizado mayormente en estudios relacionados a la dieta y los aspectos sanitarios de la población. Algunos estudios sobre la organización espacial y la actividad del zorro pampeano en áreas protegidas del SO de la provincia de Buenos Aires y también en áreas de gran actividad agroganadera, demuestran su flexibilidad ante las presiones antrópicas (Araujo, 2004; Farias y Kittlein, 2008; Luengos Vidal, 2009; Luengos Vidal *et al.*, 2012; Martínez, 2016). Santo Domingo *et al.* (2021) analizaron la influencia de la caza sobre el patrón de actividad y el uso del hábitat de la especie en un ambiente con ganadería ovina y caza ilegal, notando que los hábitats modificados y la disponibilidad de presas silvestres y domésticas, independientemente de la persecución, podrían llevarla hacia trampas ecológicas.

Para tratar de entender no solo la eficacia de un método de mitigación de daños por predadores, sino también cumplir con los requisitos óptimos para su inferencia científica, es recomendable proponerse alcanzar los estándares más altos para producir información confiable, aunque estándares menores para el diseño experimental igualmente pueden producir información muy útil (Treves *et al.*, 2019). Es por ello que, a pesar de las limitaciones económicas de no contar con transmisores GPS para los zorros, este trabajo se propone, por medio de un método como los collares VHF junto con dispositivos GPS para el perro protector de ganado, obtener información sobre la respuesta individual de los zorros a la presencia de un PPG en un ambiente de producción ovina.

## OBJETIVOS

Analizar el patrón espacial de los zorros pampeanos en un establecimiento del sur del Espinal bonaerense donde se desarrolla, principalmente, la ganadería ovina con presencia de un perro protector de ganado.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el uso del espacio de los zorros en relación al periodo de parición de las ovejas y fuera del mismo.
- Relacionar patrones del uso del espacio de los zorros, el PPG y las ovejas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se desarrolló en la Chacra Experimental Patagones (CEP), campo experimental perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires, ubicado en la región sur del Espinal bonaerense (para más detalles ver capítulo 1). Este campo tiene un área de 1202 hectáreas y está ubicado en el kilómetro 942 de la ruta nacional 3 Sur, a 15 kilómetros de la ciudad de Carmen de Patagones.

En este establecimiento se desarrollan diferentes actividades relacionadas a la ganadería ovina y vacuna, ensayos relacionados a manejo del monte, estudios de rendimiento de cultivos e introducción de forrajeras y también existe un laboratorio de genética porcina y producción de reproductores.

La cobertura vegetal está compuesta por un 39,9% de monte, 36% de pastizal y 13,8% de pastizal con arbusto. El restante 9,3% de las tierras es utilizada para cultivo y un 1% está ocupado por infraestructura antrópica (vivienda, galpones, etc.). El campo está dividido en cuadros o potreros delimitados por alambrados que impiden que los animales domésticos se movilen libremente entre los mismos, no así al PPG o los animales silvestres (ver capítulo 3).

### OBTENCIÓN DE DATOS

#### *Procedimiento de captura y marcado de zorros pampeanos*

Para la captura de los individuos de *L. gymnocercus*, se realizaron sesiones de trampeo en distintos sectores de la CEP entre los años 2018 y 2021. Los zorros fueron capturados usando trampas jaulas (40x40x120 cm, de construcción casera), cepos a la pata

modificados (Victor Soft Catch® 1 ½) y lazos al cuello con sistema de freno (Luengos Vidal *et al.*, 2003). Durante la colocación y revisión de trampas se utilizó el protocolo desarrollado por Luengos Vidal *et al.* (2014) para trabajos a campo con la especie, aprobado por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Experimentación del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del Sur (CICUAE – UNS; Protocolo 120/2017), vigente durante el período de desarrollo de esta tesis. Además, se obtuvo la aprobación de la Dirección de Flora y Fauna de la Prov. de Buenos Aires (Expediente No 22500-45325/17, con renovación anual y extensión en 2020). Los individuos capturados fueron sexados, pesados y se tomaron datos morfométricos lineales. Cada animal capturado fue marcado con una caravana auricular con un número y una combinación de colores individual, y liberado en el sitio de captura luego de su completa recuperación. La captura, manipulación y marcado de los animales siguió los lineamientos dados por la Sociedad Argentina para el Estudio de Mamíferos (Giannoni *et al.*, 2005) y la *American Society of Mammalogist* (Sikes y Gannon, 2011). A una muestra de individuos adultos con buen estado de salud, se les colocó un collar con un transmisor de frecuencia VHF (*Very High Frequency*) modelo HLPM 3140 de Wildlife Materials® (Figura 4.1A y B). Cada collar con el transmisor pesaba entre 140 a 160 gramos y en ningún caso superó el 3% del peso del individuo al que se le colocó (Adkins y Stott, 1998).

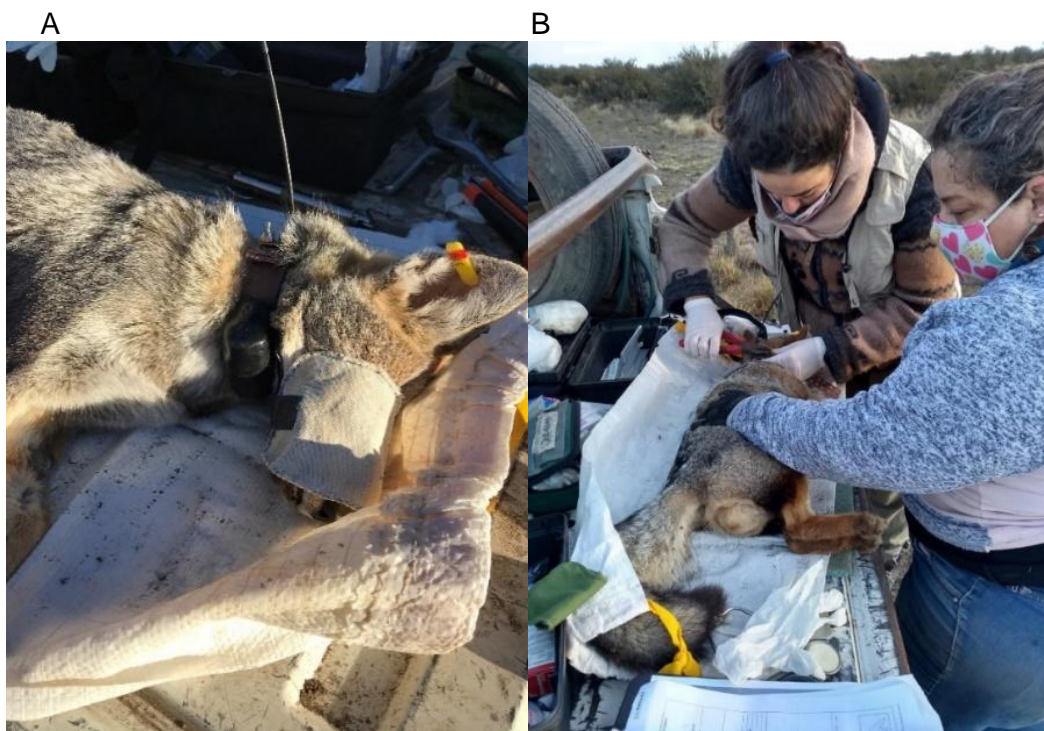


Figura 4.1: A) Zorro adulto con el collar VHF colocado y las caravanas auriculares de color amarillo y rojo. B) Proceso de inmovilización química y de colocación del collar VHF. Durante todo el procedimiento se monitorearon los parámetros vitales del zorro.



## *Radiotelemetría*

Las posiciones de los zorros fueron obtenidas mediante un seguimiento a pie o en vehículo según lo permitieran las condiciones en el campo. El procedimiento consistió en salidas en diferentes horas del día (24 horas) para ubicar a cada individuo por medio de una triangulación que se realizaba con los registros suficientes para tener una posición confiable. Por medio de una antena manual Yagi de tres elementos y receptoras portátiles (AVM® LA 12-Q y TRX-16S Wildlife Materials®) se registró, en cada lugar donde se encontraba el observador, la posición geográfica (utilizando un dispositivo GPS) y el azimut (por medio de brújula en relación al norte magnético) de dónde provenía la señal más fuerte y clara. Con el objetivo de obtener posiciones independientes, se consideró una separación mínima de seis horas para registrar al mismo individuo, optimizando de esta manera el esfuerzo a lo largo de las 24 horas del día.

## ANÁLISIS DE DATOS

### *Estimación del home range (HR)*

Con los datos obtenidos en el campo se determinaron las posiciones de los individuos a partir de triangulaciones realizadas con el paquete SIGLOC (Berg, 2015), implementado en el lenguaje R versión 4.2 (R Development Core Team 2021). Este paquete permitió establecer cada posición con un error asociado y filtrar aquellas posiciones que arrojaban una triangulación con un error inusualmente alto.

Las estimaciones del HR de cada individuo se realizaron con el paquete AdehabitatHR (Calenge, 2006) implementado en el lenguaje R (R Development Core Team 2021 versión 4.2). Los HR fueron estimados utilizando el método kernel (ker, Worton, 1989) y el método del Mínimo Polígono Convexo (MPC, Hayne, 1949) (ver detalles en capítulo 2).

Para los análisis se consideró el periodo de parición que contempla 45 días aproximadamente para toda la majada (ver capítulo 3). Los meses correspondientes a los periodos de parición de las ovejas fueron septiembre, octubre y noviembre y solo fueron tenidas en cuenta las posiciones de los zorros obtenidas durante las pariciones de los años 2019 y 2021, que son los periodos con los que se contó con datos suficientes.

### *Solapamientos entre HR*

Como se menciona en el capítulo 3 de esta tesis, los *home range* se consideran áreas de uso permanente y entonces, siguiendo la definición de Burt (1943), deberían excluir las excursiones ocasionales realizadas por los individuos. Por esta razón, los diferentes solapamientos analizados en este capítulo se estudiaron considerando los HR obtenidos

con el método kernel 95% y utilizando el software QGIS® versión 3.10.0 (QGIS Development Team 2018).

El solapamiento del HR de cada individuo comparado en diferentes períodos nos da un indicio de la fidelidad de este a un área determinada (Prange *et al.*, 2004). Por esta razón, se realizaron comparaciones entre los HR de un mismo individuo durante los períodos de parición y fuera del mismo. Para aportar información sobre la estructura social se establecieron los solapamientos entre los HR de individuos de igual sexo y entre ambos sexos (Kamler *et al.*, 2019) y, también, se analizó el solapamiento de los HR de los zorros con el HR del PPG y de la oveja, como indicador de las interacciones estáticas entre las dos especies (Prange *et al.*, 2004). Además, para evaluar el grado de solapamiento entre los HR tanto de un mismo individuo en diferentes períodos como entre individuos, se calculó el coeficiente de Bhattacharyya que va desde uno para el solapamiento completo hasta cero cuando no existe solapamiento entre dos distribuciones (Bhattacharyya, 1946).

Debido al alto solapamiento entre los HR del PPG y la oveja (ver capítulo 3) y que todos los años, durante la parición, la majada permanece junto al PPG en los mismos cuadros y corrales, se utilizaron los datos del PPG y de las ovejas obtenidos durante la parición del año 2021, para extrapolarlos y compararlos con los HR de los zorros cuyo seguimiento ocurrió en los años previos.

#### *Distancias entre los centros de los HR*

Se complementaron los datos de solapamiento de los HR, calculando las distancias entre los centros aritméticos de los HR estimados a través del método kernel al 30%. Se consideraron las áreas al 30% teniendo en cuenta que son áreas de mucho uso y que un alto solapamiento entre individuos no necesariamente implica que utilicen las mismas áreas con igual intensidad (Prange *et al.*, 2004, Luengos Vidal, 2009).

#### *Área total de muestreo y hábitat dentro de los HR de cada individuo*

El área total de muestreo se calculó utilizando la unión de los polígonos obtenidos a partir del MPC al 99% para los siete zorros. A partir de este polígono se agregó un área *buffer* a su alrededor, determinada como la mitad del promedio de la máxima distancia entre posiciones de cada individuo (Luengos Vidal, 2009).

Dentro del área total de muestreo se establecieron cinco categorías de cobertura o hábitat predominante: cultivo, monte, pastizal con arbustos, pastizal y estructuras antrópicas (ver descripción en capítulo 3).

La proporción de cada hábitat utilizado por cada uno de los individuos, se calculó superponiendo el HR obtenido con el método kernel al 95% con el mapa temático por ambientes en el software QGIS® versión 3.10.0 (QGIS Development Team 2018). Dado que se contó con el mapa de disponibilidad de ambientes del área ocupada por los zorros marcados, se estimó un Índice de selección. La selección de los hábitats fue obtenida a través del Índice D de Jacobs (Jacobs, 1974), el cual nos indica la magnitud de la selección o evasión por parte del zorro hacia cada categoría de hábitat. Estos valores van desde -1, para máxima evasión, hasta 1, para máxima selección, siendo 0 una relación al azar con respecto al recurso. En este caso utilizamos 0,5 como valor de corte para determinar la selección por un ambiente (*i.e.*, entre -0,5 y 0,5 la selección es neutra).

## RESULTADOS

### *Esfuerzo de muestreo y capturas*

Se realizaron 12 campañas de captura con un esfuerzo promedio de 289,6 noches/trampa, donde el esfuerzo de muestreo se consideró como el número de noches de captura por la cantidad de trampas colocadas, incluyendo ceptos, lazos y jaulas (esfuerzo total= 3476 noches/trampa) y se capturó un total de 16 zorros, la totalidad de los individuos fue capturado por el método de ceptos. La tasa de captura fue de 0,46 zorros/100 noches trampa. Tres de los zorros capturados fueron crías y no contaban con el tamaño y peso adecuados para colocarles un collar y un cuarto individuo fue liberado debido a que fue capturado en simultáneo con otro y solo restaba un collar por colocar. El resto de los individuos capturados (12) fueron equipados con collares VHF (Tabla 4.1). No hubo ningún caso de recaptura de individuos.

Tabla 4.1: Resumen de los zorros capturados y sus características, si se les colocó collar VHF, los meses que fueron monitoreados y la última información obtenida de cada uno (♀=hembra; ♂=macho).

ZORRO	FECHA DE CAPTURA	SEXO	LIBERACIÓN O COLLAR VHF	SEGUIMIENTO (meses)	ÚLTIMA INFORMACIÓN
1	10/2/2018	-	LIBERADO-CRÍA	-	
2	21/2/2018	♀	LIBERADO-CRÍA	-	
3	21/2/2018	-	LIBERADO-CRÍA	-	
4	1/5/2018	♀	COLLAR VHF	12	BATERÍA AGOTADA
5	21/8/2018	♀	COLLAR VHF	2	HALLADA SIN VIDA
6	18/10/2018	♂	COLLAR VHF	13	BATERÍA AGOTADA
7	10/11/2018	♂	COLLAR VHF	16	BATERÍA AGOTADA
8	10/2/2019	♀	COLLAR VHF	10	HALLADA SIN VIDA
9	10/3/2019	♂	COLLAR VHF	5	NO VOLVIÓ A SER DETECTADO (FALLA DEL COLLAR)
10	23/7/2019	♂	COLLAR VHF	1 Ó 2 DÍAS	NO VOLVIÓ A SER DETECTADO
11	27/7/2019	♂	COLLAR VHF	1 Ó 2 DÍAS	NO VOLVIÓ A SER DETECTADO
12	24/7/2021	♂	COLLAR VHF	8	SEGUIDO HASTA EL FINAL DEL MUESTREO
13	27/7/2021	♂	COLLAR VHF	1 SEMANA	NO VOLVIÓ A SER DETECTADO
14	30/7/2021	♂	COLLAR VHF	7	SEGUIDO HASTA EL FINAL DEL MUESTREO
15	1/8/2021	♂	COLLAR VHF	1 Ó 2 DÍAS	NO VOLVIÓ A SER DETECTADO
16	1/8/2021	♀	LIBERADO	-	

### Tamaño de los home range

De los 12 individuos marcados con radiocollares, los datos de cinco de ellos no se utilizaron para realizar los análisis ya que se los pudo seguir solamente por dos meses o menos. Se monitorearon siete individuos (dos hembras y cinco machos) por un período de entre cinco y 15 meses (mediana: ocho meses), obteniéndose 576 posiciones totales (rango= 46-118) entre los años 2018 a 2021 (Tabla 4.2). Solo para los períodos de parición de los años 2019 y 2021 se contó con datos suficientes para poder realizar un análisis comparativo de los HR con los datos fuera de este período (Figura 4.2).

Tabla 4.2: Resumen de los meses de seguimiento dentro y fuera del período de parición y del total de posiciones obtenidas por zorro (♀=hembra; ♂=macho).

NOMBRE		EVA	KIWI	PINCHE	PUMBA	TIMON	HOUDINI	GULUBU
EDAD		ADULTO	ADULTO	JUVENIL	JUVENIL	ADULTO	ADULTO	JUVENIL
SEXO		♀	♀	♂	♂	♂	♂	♂
MESES DE SEGUIMIENTO	EN PARICIÓN	-	2	-	5	3	3	3
	NO PARICIÓN	8	8	5	8	12	5	4
TOTAL PUNTOS		71	65	46	110	118	85	84

El promedio de las áreas ocupadas por los HR, calculados con el método MPC al 100%, fue de 5,91 km<sup>2</sup> (rango= 3,94-8,64) y de 9,83 km<sup>2</sup> (rango= 4,30-14,4) para método kernel al 99%. El tamaño promedio para las hembras (n=2) fue de 10,01 km<sup>2</sup> (ker 99%) y de 5,35 km<sup>2</sup> (MPC 100%); y para los machos (n=5) resultó de 9,76 km<sup>2</sup> (ker 99%) y 6,14 km<sup>2</sup> (MPC 100%) (Tabla 4.3).

Tabla 4.3: Home range de los zorros monitoreados en los períodos 2018/2020 y 2021/2022 expresado en km<sup>2</sup>.

Km <sup>2</sup>	%	2018/2020					2021/2022		
		EVA	KIWI	PINCHE	PUMBA	TIMON	HOUDINI	GULUBU	
KERNEL	30		0,58	0,80	0,30	0,49	0,78	0,94	
	50	1,87	1,18	1,69	0,67	0,98	1,54	1,93	
	95	8,54	4,91	7,52	2,82	5,10	6,36	9,71	
	99	12,83	7,19	11,03	4,30	9,16	9,88	14,42	
MPC	30	0,55	0,48	0,61	0,19	0,28	0,65	0,54	
	50	1,34	0,68	1,09	0,43	0,71	1,01	1,21	
	95	3,94	2,18	1,93	2,37	1,52	2,85	5,15	
	99	5,78	3,32	3,38	1,77	4,57	4,48	7,33	
	100	6,76	3,95	4,04	3,94	8,19	5,82	8,69	

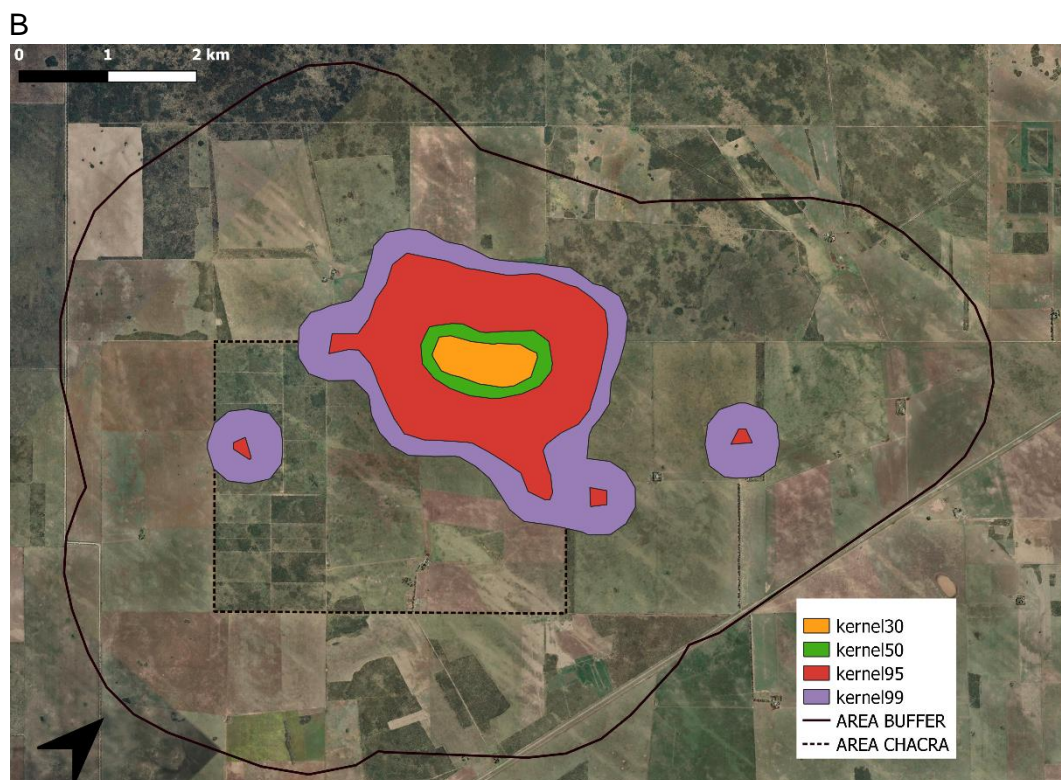
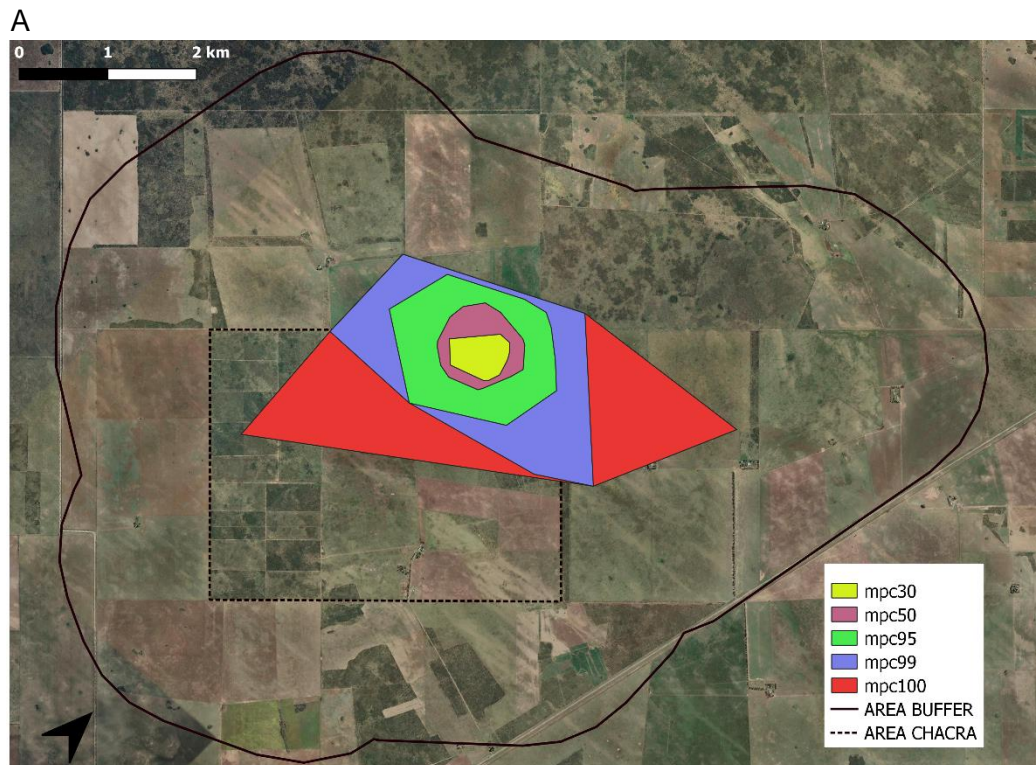


Figura 4.2: *Home range* de Timón, A) Método MCP (30, 50, 95, 99 y 100%) B) Método kernel (30, 50, 95 y 99%). El perímetro negro continuo representa el área total considerada y el recuadro negro punteado representa los límites de la chacra (CEP).



Durante la parición de las ovejas solo se contó con posiciones para cinco de los siete individuos cuyos HR (ker 95%) fue de 6,22 km<sup>2</sup> con un rango entre 2,56 y 8,08 (Tabla 4.4). Por fuera del período de parición se contó con datos de los siete individuos, con un tamaño de HR promedio de 9,25 km<sup>2</sup> (rango= 3,02-1,08) (Tabla 4.5), siendo los promedios muy similares a los del período de parición. El aumento del tamaño del HR del 95% al 99% fue en promedio 32,3% (rango= 27,8-40,1) sin diferencias entre ambos periodos. Tampoco se observaron diferencias entre ambos periodos al comparar lo que varió el HR considerando el kernel al 50% (variación promedio de 7,4%) y el kernel al 30% (variación promedio de 8,25%).

Tabla 4.4: *Home range* de todos los individuos (n=5) durante el período de parición expresado en km<sup>2</sup>.

Km <sup>2</sup>	%	2018/2020			2021/2022		PROMEDIO
		KIWI	PUMBA	TIMON	HOUDINI	GULUBU	
KERNEL	30	0,86	0,35	0,44	0,88	0,86	0,68
	50	1,84	0,68	0,93	1,76	1,78	1,40
	95	8,07	2,59	5,36	7,08	8,09	6,24
	99	11,48	3,59	7,99	10,34	11,38	8,96

Tabla 4.5: *Home range* de todos los individuos (n=7) fuera del período de parición expresado en km<sup>2</sup>.

Km <sup>2</sup>	%	2018/2020				2021/2022			PROMEDIO
		EVA	KIWI	PINCHE	PUMBA	TIMON	HOUDINI	GULUBU	
KERNEL	30	0,83	0,51	0,80	0,29	0,48	0,73	1,13	0,68
	50	1,70	1,06	1,69	0,68	0,96	1,38	2,23	1,39
	95	8,10	4,37	7,52	3,02	4,24	5,60	10,80	6,24
	99	12,21	6,46	11,02	4,72	7,18	7,93	15,56	9,30

### *Comparación de las tendencias en el tamaño de los HR en relación al período de parición*

Al comparar los HR se observó un comportamiento similar a nivel individual tanto para el ker 30% como para el 50 % en todos los individuos. Respecto a los *home range* calculados ker 95% y ker 99%, la hembra y dos machos fuera de la época de parición tuvieron un menor tamaño de su HR; para el caso del ker 95% aumentó entre un 21% y un 46% y en el caso del ker 99% entre un 10% a un 43,8% (Figura 4.3A, 4.3B y 4.3C). En el caso de dos machos (Gulubú y Pumba, Figura 4.3D y 4.3E), ocurrió un aumento de su HR en el período de parición. Considerando los cinco individuos, la hembra (Figura 4.3A) fue la que presentó mayores cambios duplicando en ambos períodos el tamaño de su *home range*.

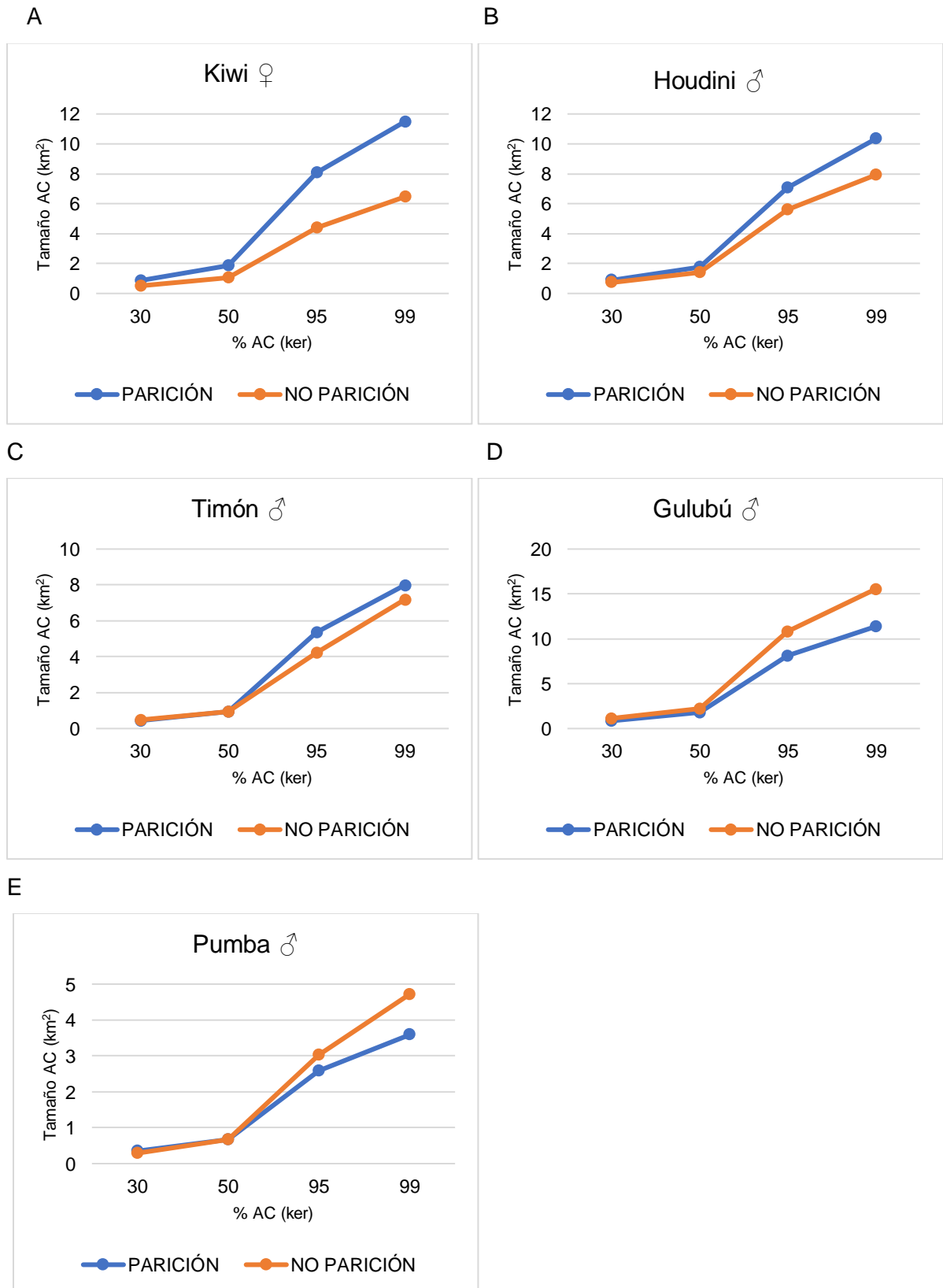


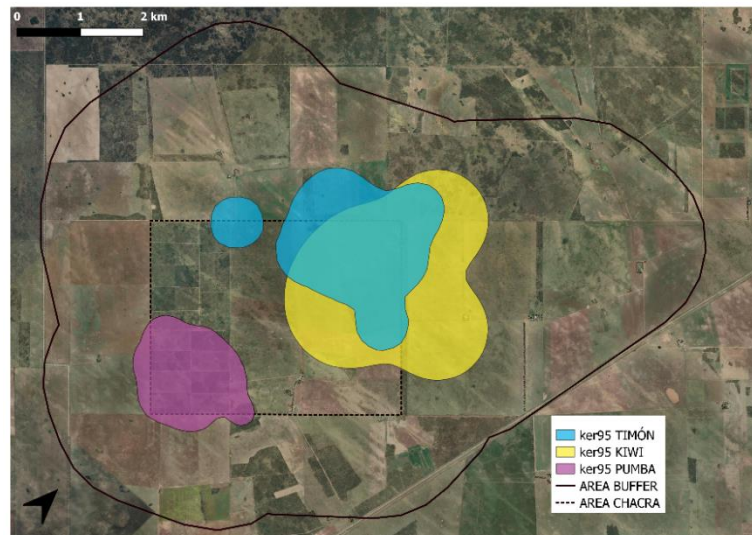
Figura 4.3: Comparación de los HR dentro y fuera del periodo de parición para los todos zorros (n=5) calculados con el método kernel (99%, 95%, 50% y 30%).



### Solapamiento entre los HR de los zorros en parición y fuera de parición

Para evaluar el solapamiento entre individuos se consideraron los dos períodos de parición de manera independiente. Para el primer período de seguimiento de los años 2018 a 2020 se consideró la parición del año 2019; donde, de los tres individuos para los que se contaba con datos, solo dos (un macho, Timón y una hembra, Kiwi) se solaparon con un porcentaje alto para ambos (45,7 % y 68,8 %; Coeficiente de Bhattacharyya: 0,59) (Figura 4.4 A). En el caso del tercer individuo, el borde de su HR se encontró a 1313 metros del macho más cercano y 915 metros de la hembra más cercana. Para el segundo período (2021-2022), la parición considerada fue la parición para el año 2021, y los dos machos monitoreados se solaparon en una proporción muy baja (6,26 % y 5,48%; Coeficiente de Bhattacharyya: 0,02; Figura 4.4 B).

A



B

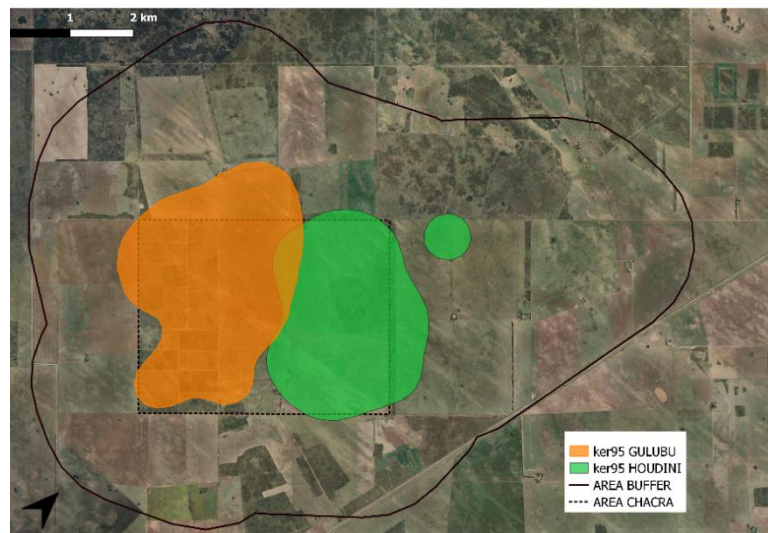


Figura 4.4: A) Solapamiento entre zorros (n=3) para el período de parición 2019. B) Solapamiento entre dos machos, para el período de parición 2021. El perímetro negro continuo representa el área total considerada y el recuadro negro punteado representa los límites de la chacra (CEP).

Al analizar el solapamiento entre individuos fuera del período de parición para los años 2018/2020 (Figura 4.5 A) hubo datos para cinco individuos (dos hembras y tres machos), de los cuales uno no se solapó con ningún otro individuo y para el resto los solapamientos variaron entre un 18,2 y un 86,9 % (promedio: 42,9%). Estas variaciones se mantuvieron al comparar las medias por sexo (machos 41,9 % y hembras 47,9%), las hembras mostraron valores más intermedios que los machos (33,6%; Coeficiente de Bhattacharyya: 0,33y 62,2%; Coeficiente de Bhattacharyya: 0,23, Figuras 4.5 B y C). Los individuos del periodo 2021/2022, al igual que durante el periodo de parición, mantuvieron un solapamiento muy bajo (3,2 y 1,6 %, Coeficiente de Bhattacharyya: 0,01; Figura 4.5 D).

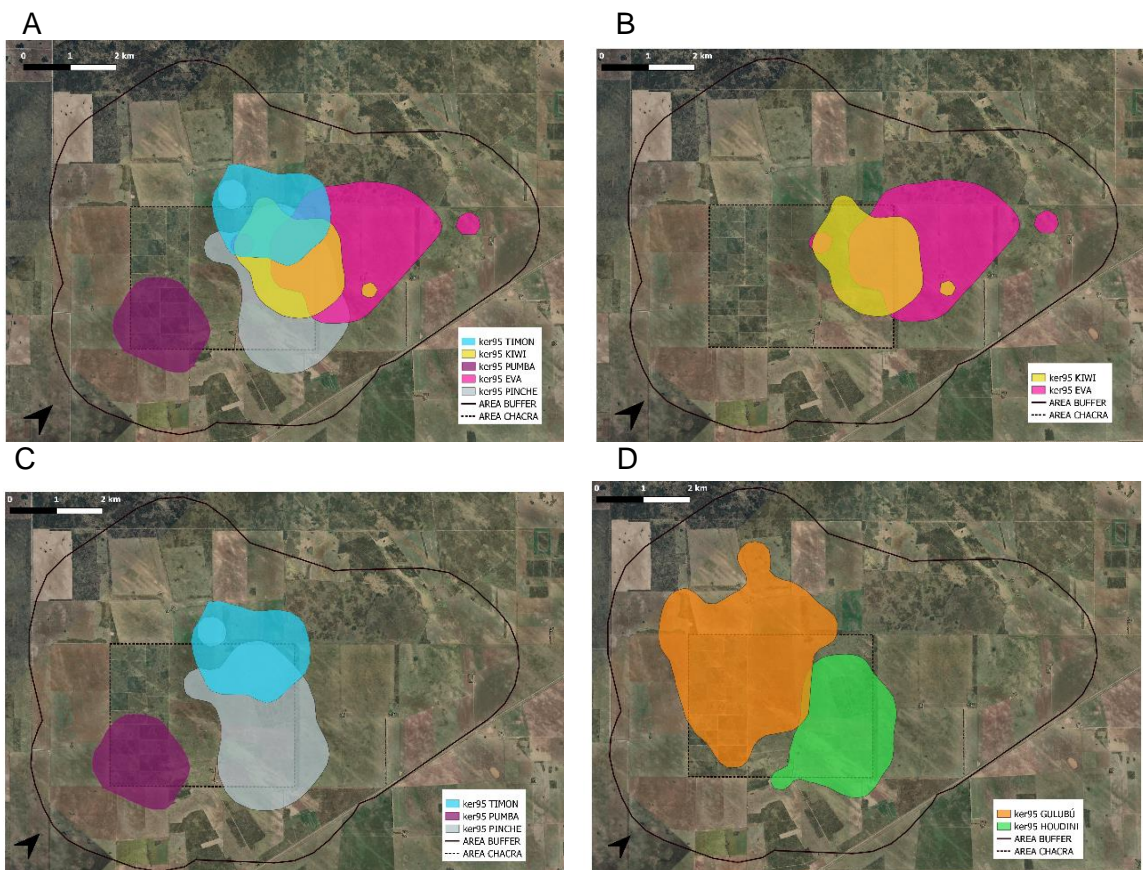


Figura 4.5: A) Solapamiento entre zorros (n=5) para el período 2018/2020 fuera de la parición. B) Solapamiento entre 2 hembras para el período 2018/2020 fuera de la parición. C) Solapamiento entre 3 machos para el período 2018/2020 fuera de la parición. D) Solapamiento entre 2 machos para el período 2021/2022 fuera de la parición. El perímetro negro continuo representa el área total considerada y el recuadro negro punteado representa los límites de la chacra (CEP).

Al comparar los dos individuos que presentaron mayor solapamiento y en ambos períodos (dentro y fuera de la parición), se observa que durante la parición el porcentaje de solapamiento fue mayor para la hembra, ocupando un 68,9% del HR del macho (Figura 4.6



A y Tabla 4.6) mientras que fuera de la parición el solapamiento disminuyó, mayormente porque el HR de la hembra disminuye de tamaño (Fig. 4.5 B y Tabla 4.6). El Coeficiente de Bhattacharyya para el solapamiento de los HR entre macho y hembra durante el período de parición fue de 0,59, mientras que fuera de la parición fue de 0,31; lo que indica que el solapamiento entre los individuos fue mayor durante la parición que fuera de la misma.

Tabla 4.6: Solapamiento de un macho y una hembra durante el período de parición (P) y fuera del mismo (NP), representado en porcentaje.

	KIWI NP	TIMON NP	KIWI P	TIMON P
KIWI NP	100	42,8		
TIMON NP	41,6	100		
KIWI P			100	68,9
TIMON P			45,7	100

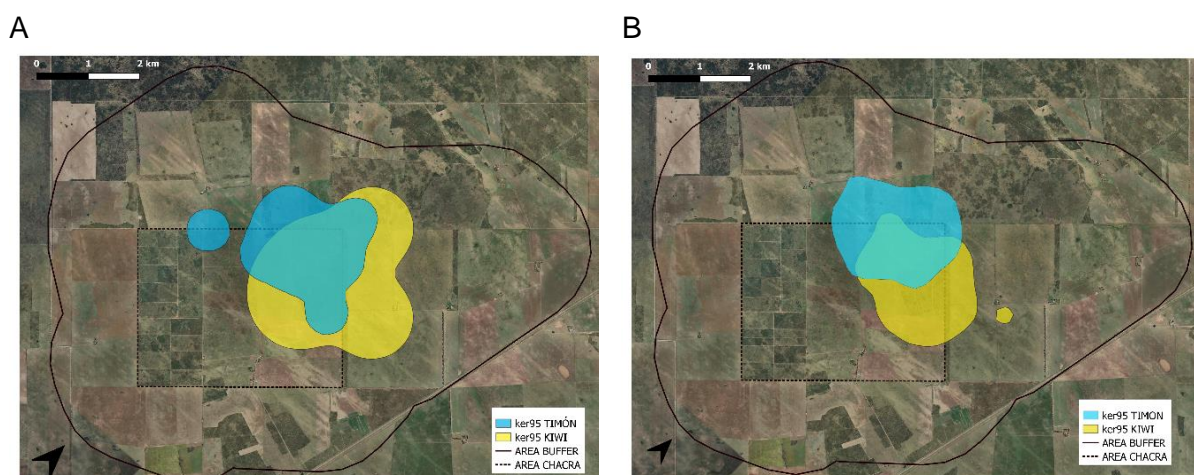


Figura 4.6: A) HR de un macho y una hembra durante el período de parición. B) HR de un macho y una hembra fuera del período de parición. El perímetro negro continuo representa el área total considerada y el recuadro negro punteado representa los límites de la chacra (CEP).

### *Dinámica espacial entre perro protector de ganado, oveja y zorro*

Al comparar el solapamiento de los HR de los zorros con los del perro y la oveja, fuera del período de parición, solamente cuatro de los siete zorros comparten territorio (Tabla 4.7). Dentro de este período, considerando el HR del perro y la oveja, hay dos individuos que los ocupan casi totalmente (más del 90 % tanto para el perro como para la oveja). A pesar de esto, el área del HR del perro que solapa con los dos zorros, representan una fracción pequeña de su propio HR: entre el 20% y el 30% (Figura 4.7). Para los restantes zorros (n=5) que se solapan con el perro y la oveja, los valores son en ambos sentidos nulos o muy bajos, entre 0% y 20,9%. También se puede observar en la tabla 4.8 que los coeficientes de Bhattacharyya para los individuos que presentan mayor solapamiento con

el PPG y la oveja son de valores intermedios, mientras que para los demás zorros son nulos o cero.

Tabla 4.7: Solapamiento entre los HR de los zorros (n=7) con el HR del PPG y de la oveja fuera del período de parición (expresado en porcentaje).

%	PPG	OVEJA	EVA	KIWI	PINCHE	PUMBA	TIMON	GULUBU	HOUDINI
PPG	-	75,0	0	11	90	0	0	2	98
OVEJA	79,3	-	0	20,9	91,9	0	0	3,9	96,9
EVA	0	0	-	-	-	-	-	-	-
KIWI	4,3	7,6	-	-	-	-	-	-	-
PINCHE	20,2	19,4	-	-	-	-	-	-	-
PUMBA	0	0	-	-	-	-	-	-	-
TIMON	0	0	-	-	-	-	-	-	-
GULUBU	0,3	0,6	-	-	-	-	-	-	-
HOUDINI	29,5	27,5	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4.8: Coeficientes de Bhattacharyya para el solapamiento entre los HR de los zorros (n=7) con el HR del PPG y de la oveja fuera del período de parición.

	PPG	OVEJA	EVA	KIWI	PINCHE	PUMBA	TIMON	GULUBU	HOUDINI
PPG		0,76	0	0,03	0,43	0	0	0,003	0,49
OVEJA	0,76		0	0,06	0,42	0	0	0,01	0,49

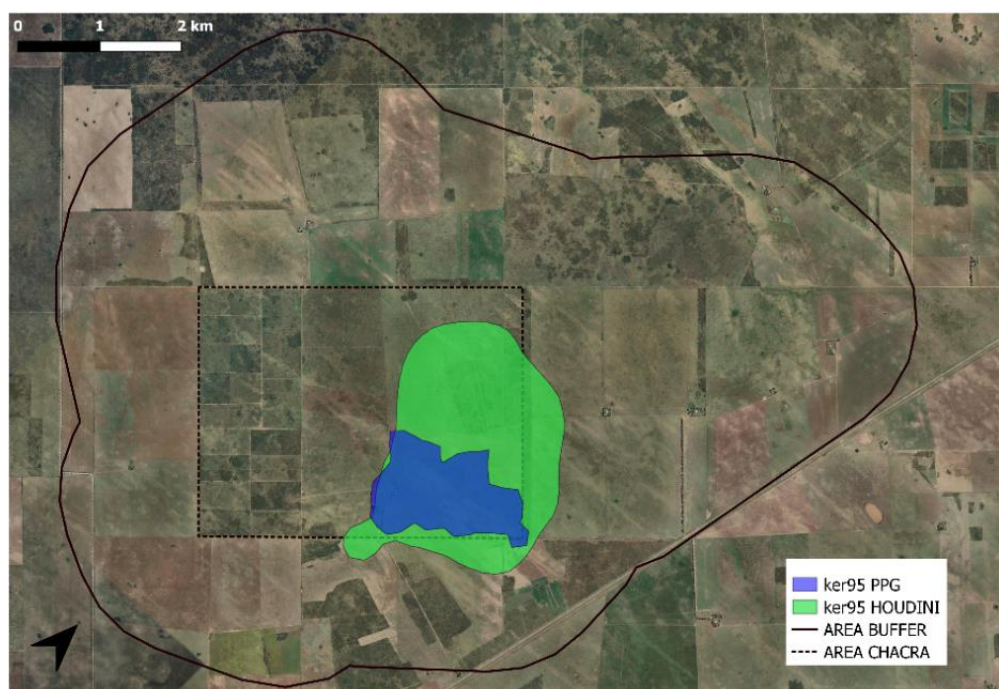


Figura 4.7: Solapamiento entre un zorro pampeano macho y el perro protector, fuera del período de parición. El perímetro negro continuo representa el área total considerada y el recuadro negro punteado representa los límites de la chacra (CEP).

En el período de parición, solo tres zorros comparten algún porcentaje de solapamiento de sus HR con los HR del perro y la oveja. (Tabla 4.9). Durante este período, de los tres individuos que se solapan, un macho (Houdini) mantiene porcentajes similares de solapamiento, si se comparan con los valores por fuera del período de parición (Figura 4.8).

La única hembra que presenta solapamiento con el perro y la oveja (Kiwi), aumentó su área representando casi el 50% del HR del perro (fuera de parición solo fue de un 11%). En el sentido inverso, el perro pasó de ocupar un 4% fuera del período de parición a un 9,6% del HR de Kiwi. Timón pasó de no presentar ningún solapamiento en el período de no parición a solaparse en forma similar a Kiwi, ocupando el 10% del HR del perro; pero este solo el 2,7% del suyo. En la tabla 4.10 se encuentran representados los coeficientes de Bhattacharyya donde se observa que el mayor solapamiento se da entre un zorro macho (Houdini) y el PPG y la oveja, siendo en ambos casos de 0,41; el coeficiente entre Kiwi y el PPG y la oveja es de 0,15 indicando un menor solapamiento. Los valores nulos de los coeficientes muestran que no hubo ningún solapamiento entre estos individuos con el PPG y la oveja.

Tabla 4.9: Valores de solapamiento de los HR de los zorros (n=5) con el HR del perro protector y de la oveja durante el período de parición (expresado en porcentaje).

%	PPG	OVEJA	KIWI	PUMBA	TIMON	GULUBU	HOUDINI
PPG	-	90,0	56,2	0	10,5	0	94,9
OVEJA	78,1	-	52,5	0	7,2	0	78,1
KIWI	9,7	10,4	-	-	-	-	-
PUMBA	0	0	-	-	-	-	-
TIMON	2,7	2,1	-	-	-	-	-
GULUBU	0	0	-	-	-	-	-
HOUDINI	18,6	21,2	-	-	-	-	-

Tabla 4.10: Coeficientes de Bhattacharyya para el solapamiento de los HR de los zorros (n=5) con el HR del perro protector y de la oveja durante el período de parición (expresado en porcentaje).

	PPG	OVEJA	KIWI	PUMBA	TIMON	GULUBU	HOUDINI
PPG		0,86	0,15	0	0,02	0	0,41
OVEJA	0,86		0,15	0	0,01	0	0,41

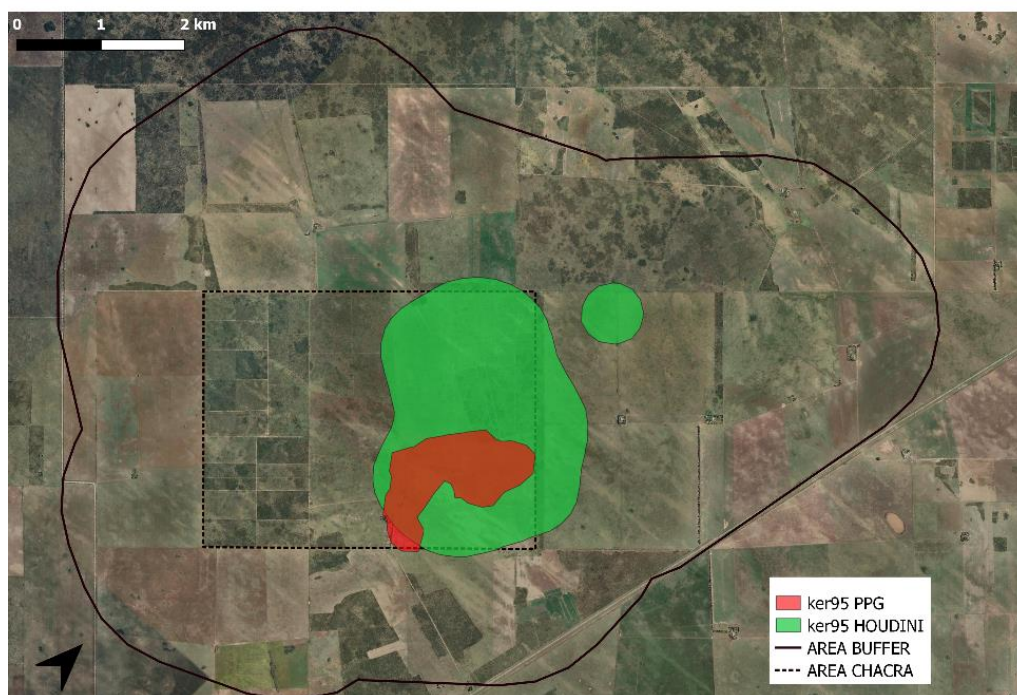


Figura 4.8: Solapamiento de los HR entre un macho y el perro protector durante el período de parición El perímetro negro continuo representa el área total considerada y el recuadro negro punteado representa los límites de la chacra (CEP).

Al comparar los centros aritméticos de los HR (ker 30%) de los cinco zorros, con datos en ambos periodos, con los centros de los HR del perro y la oveja, dos individuos alejaron sus centros durante la parición (66 y 135,8 metros) y los restantes individuos acercaron los centros de los HR (235,6; 247,6 y 539,6 metros; tabla 4.11). Las variaciones en las distancias en todos los casos fueron muy bajas, representando entre 2% y un 36% de las distancias totales entre los centros de los HR. Respecto a la distancia entre el HR (ker 30%) de la oveja y el perro, esta fue menor fuera del período de parición que durante el mismo.

Tabla 4.11: Distancias entre los centros de los HR (ker 30%) entre todos los zorros con el PPG y la oveja en ambos períodos.

DISTANCIA (m)	EN PARICION		FUERA PARICION	
	PPG	OVEJA	PPG	OVEJA
KIWI	1719,6	1526,3	1483,9	1377,7
TIMON	2294,5	2128,9	2360,5	2204,1
PUMBA	1850,1	2072,3	1602,8	1630,2
HOUDINI	1489,6	1277,2	950,1	878,9
GULUBU	2160,2	2168,1	2296	2163,4
OVEJA	239,8		157,4	
EVA			3212,6	3115,8
PINCHE			955,8	946,7



### *Tipos de hábitat dentro de los HR*

El área calculada a partir del solapamiento de los HR (ker 95%) de todos los zorros, a la que se le agregó un buffer de 1506,1 metros, resultó de 59,5 km<sup>2</sup>. En la Figura 4.9 se observa el mapa resultante con todos los hábitats presentes: monte, pastizal, pastizal con arbustos, estructuras antrópicas y cultivo (Anexo III, Tabla).

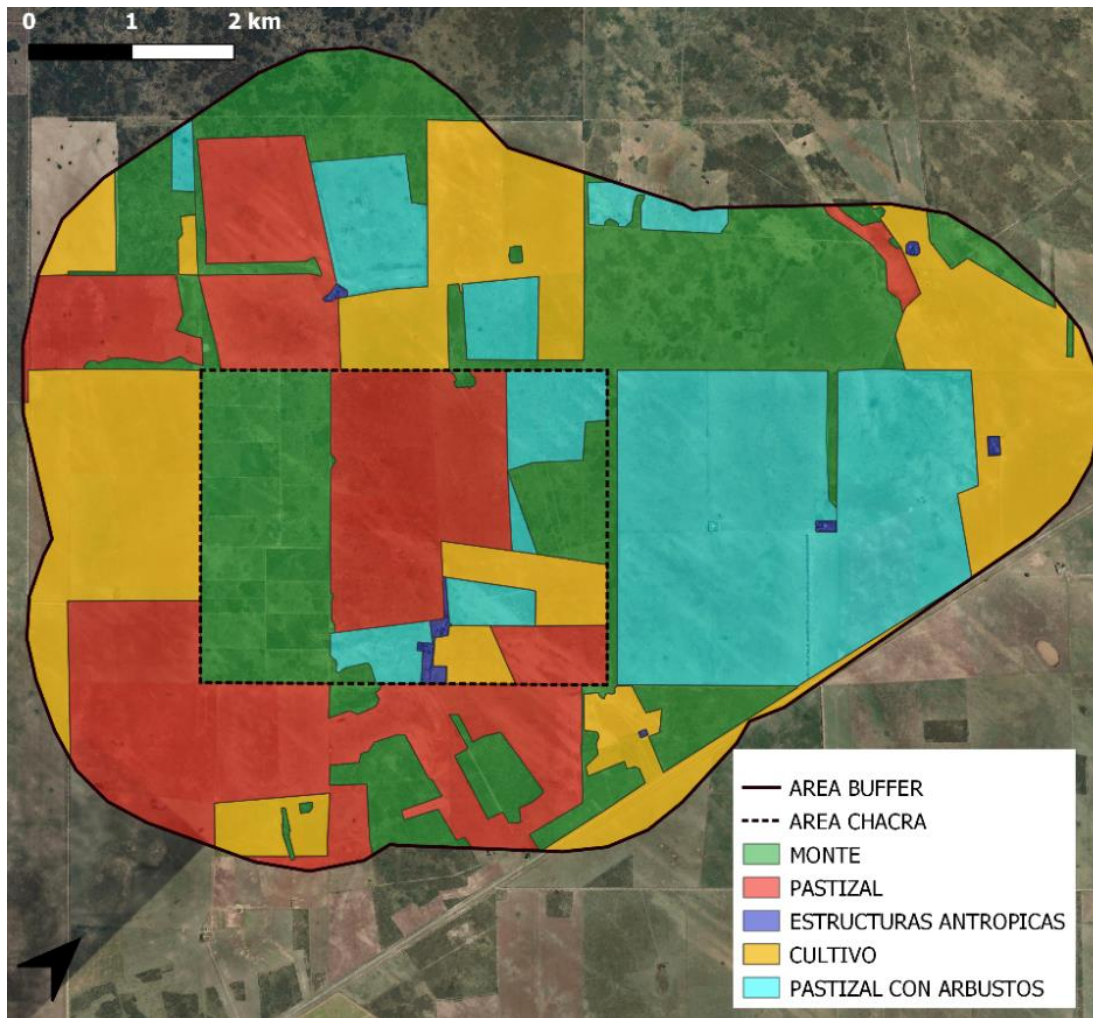


Figura 4.9: Mapa temático de hábitat con el área de estudio delimitado por una línea continua negra. El perímetro negro continuo representa el área total considerada y el recuadro negro punteado representa los límites de la chacra (CEP).

Todos los zorros incluyeron en su HR al 95% los hábitats de monte, pastizal con arbustos y pastizal en similares proporciones, seguidos por cultivo y, en mucho menor medida, por las estructuras antrópicas. Este patrón concuerda con la disponibilidad de los hábitats en el área muestreada (Figura 4.10).

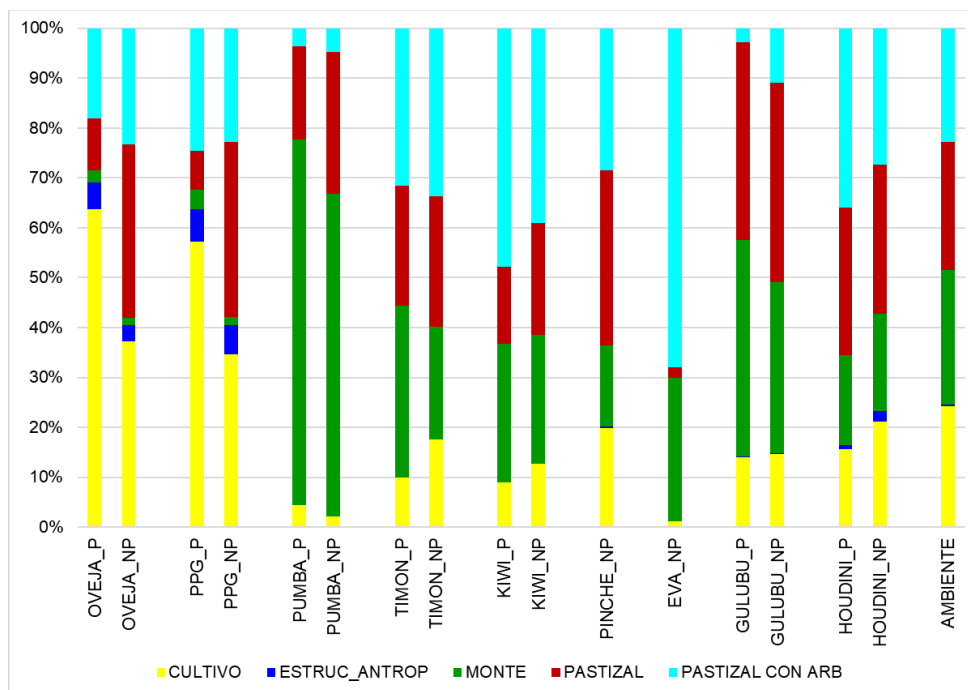


Figura 4.10: Porcentaje de los diferentes tipos de hábitat que ocupan los HR (ker95%) de los zorros (n=7), el perro y la oveja dentro y fuera del período de parición. La última barra muestra el porcentaje de todos los hábitats disponibles en el área considerada.

Los valores del índice de Jacobs para este nivel de HR (ker 95%), indican que las áreas con estructuras antrópicas asociadas son evitadas o resultan de una selección al azar por todos los zorros, excepto por Houdini, quien realiza una selección positiva por este tipo de hábitat, pero fuera del período de parición. En cambio, este tipo de hábitat es seleccionado por el perro dentro de ambos períodos (Tabla 4.12). El PPG presenta una selección positiva hacia el cultivo durante la parición y un índice cercano a -1 en ambos períodos para el hábitat monte, debido a que este tipo de vegetación está alejada de los sitios donde se mantiene a las ovejas y el PPG normalmente (Tabla 4.12).

Tabla 4.12: Índice de Jacobs para la cobertura dentro de los HR (ker 95%) de todos los zorros y el perro tanto dentro del período de parición como fuera del mismo.

INDICE DE JACOBS (D)	CULTIVO	ESTRUC_ANTROP	MONTE	PASTIZAL	PASTIZAL CON ARB
PPG_P	0,61	0,91	-0,80	-0,61	0,05
PPG_NP	0,25	0,90	-0,92	0,22	0,00
PUMBA_P	-0,75	-1	0,76	-0,20	-0,77
PUMBA_NP	-0,87	-1	0,66	0,07	-0,71
TIMON_P	-0,49	-1	0,17	-0,04	0,22
TIMON_NP	-0,20	-1	-0,12	0,01	0,26
KIWI_P	-0,53	-1	0,02	-0,30	0,51
KIWI_NP	-0,37	-1	-0,03	-0,09	0,37
PINCHE_NP	-0,13	0,14	-0,32	0,22	0,15
EVA_NP	-0,93	-1	0,04	-0,88	0,75
GULUBU_P	-0,32	-0,47	0,35	0,31	-0,82
GULUBU_NP	-0,30	-0,25	0,17	0,32	-0,41
HOUDINI_P	-0,26	0,37	-0,25	0,10	0,31
HOUDINI_NP	-0,09	0,72	-0,21	0,11	0,12



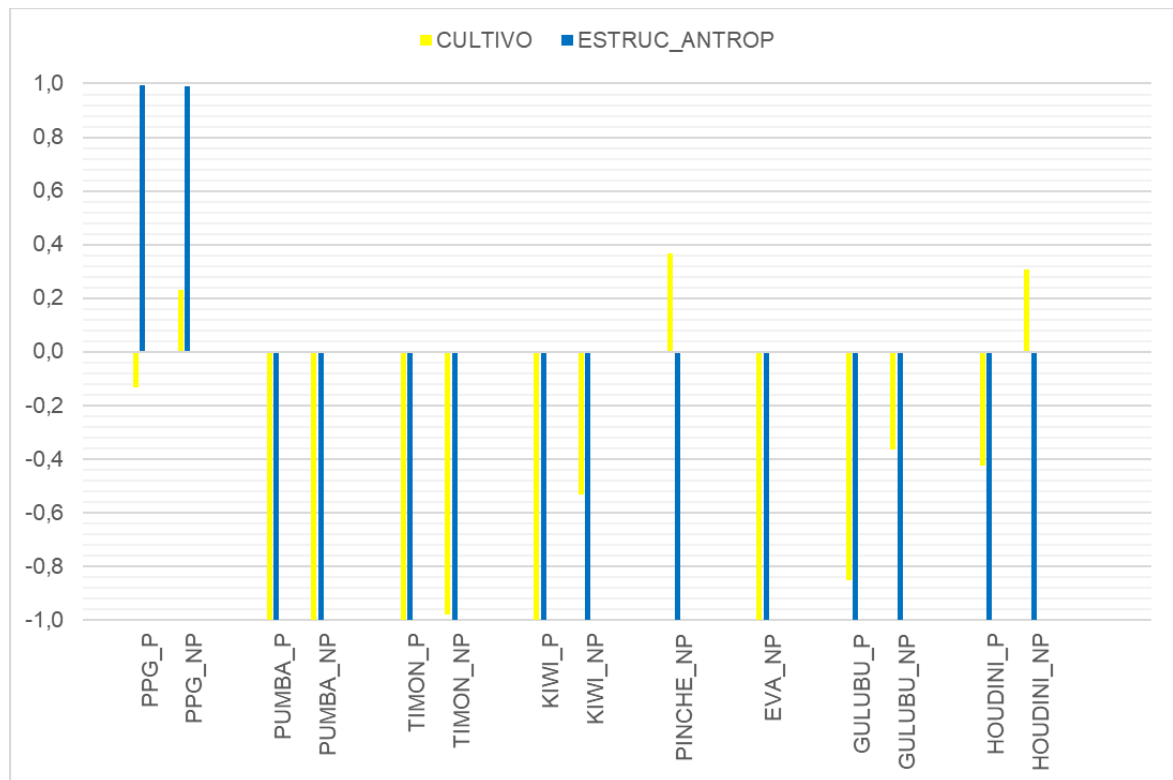


Figura 4.11: Índice de selección hacia los hábitats de cultivo (amarillo) y estructuras antrópicas (azul) para todos los zorros y el perro durante los períodos de parición y fuera de la misma, calculados utilizando los HR estimados con el método kernel al 30%.

Respecto a los tipos de hábitats monte, pastizal y pastizal con arbustos la respuesta de los zorros es más variada (Figura 4.12). Sin embargo, se observa que se mantienen las tendencias para cada zorro al comparar entre los períodos de parición y no parición. El perro presenta valores de Índice de Jacobs que indican evasión hacia el monte y el pastizal (Figura 4.12 y Tabla 4.13). En particular, los zorros cuyos HR poseen algún grado de solapamiento con la oveja y el perro durante la parición, mostraron una selección hacia ambientes como pastizal con arbustos, en el caso de Timón; o monte, en el caso de Houdini. Kiwi no presentó ninguna selección positiva hacia los hábitats monte, pastizal o pastizal con arbustos durante la parición. Los tres individuos, a pesar del solapamiento de sus HR con el PPG y la oveja, evitan las estructuras antrópicas durante la parición, y dos de ellos (Timón y Kiwi), también lo hacen con el cultivo.

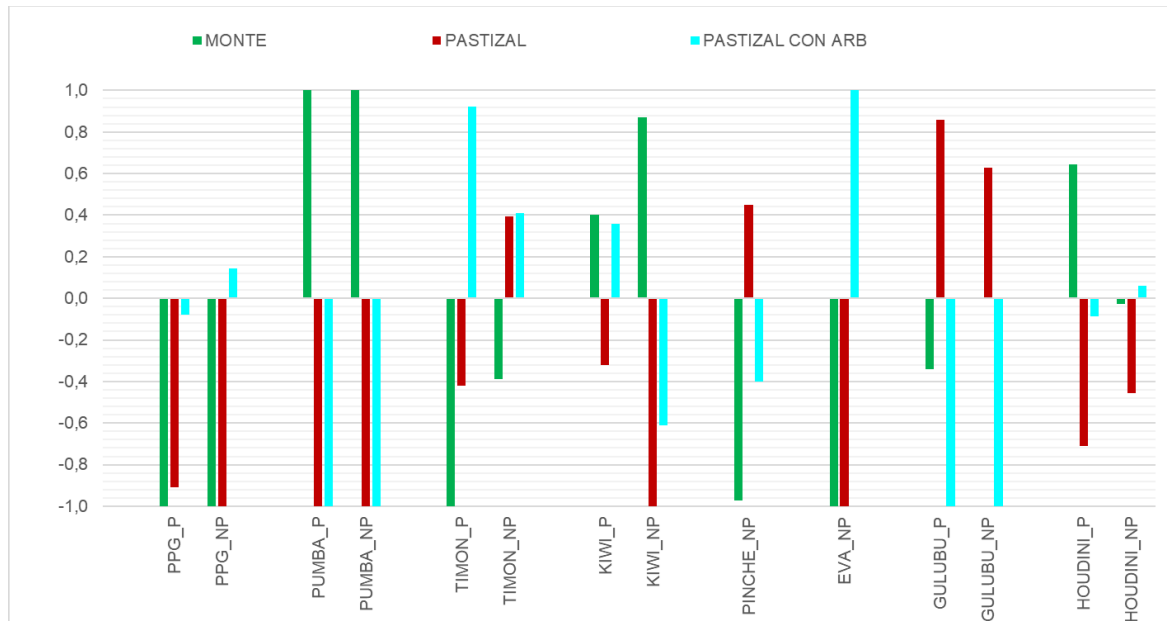


Figura 4.12: Índice de Jacobs para todos los zorros y el perro, durante los períodos de parición y fuera de la misma, para los hábitats monte (en color verde), pastizal (en color rojo) y pastizal con arbustos (en color celeste) calculados dentro de los HR (ker 30%).

Tabla 4.13: Índice de Jacobs para la cobertura dentro de los HR (ker 30%) de todos los zorros y el perro tanto dentro del período de parición como fuera del mismo.

INDICE DE JACOBS (D)	CULTIVO	ESTRUC_ANTROP	MONTE	PASTIZAL	PASTIZAL CON ARB
PPG_P	-0,13	1,00	-1	-0,91	-0,08
PPG_NP	0,23	0,99	-1	-1	0,14
PUMBA_P	-1	-1	1	-1	-1
PUMBA_NP	-1	-1	1	-1	-1
TIMON_P	-1	-1	-1	-0,42	0,92
TIMON_NP	-0,98	-1	-0,39	0,39	0,41
KIWI_P	-1	-1	0,40	-0,32	0,36
KIWI_NP	-0,53	-1	0,87	-1	-0,61
PINCHE_NP	0,37	-1	-0,97	0,45	-0,40
EVA_NP	-1	-1	-1	-1	1
GULUBU_P	-0,85	-1	-0,34	0,86	-1
GULUBU_NP	-0,37	-1	0,00	0,63	-1
HOUDINI_P	-0,42	-1	0,64	-0,71	-0,09
HOUDINI_NP	0,31	-1	-0,03	-0,46	0,06

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Las estimaciones de *home range* se utilizan no sólo como conocimiento específico de la historia de vida de una especie o para abonar teorías ecológicas, sino muchas veces para apoyar decisiones de manejo y cambios en las políticas de conservación (Linnell *et al.*, 1999; Bartoń *et al.*, 2019). Por esto es importante establecer valores y métricas confiables que sean comparables entre individuos, especies y sitios de muestreo, lo que no siempre es fácil de lograr debido a las características inherentes de los datos de seguimiento que crean desafíos analíticos únicos (Fieberg y Börger, 2012; Horne *et al.*, 2020).

Los desafíos en las capturas de los zorros en un área con actividad antrópica, sumados a los que implica la telemetría manual VHF, han contribuido a que los datos de este capítulo hayan sido más escasos de lo que originalmente se planteó. Pero, con la información necesaria y completa de la toma de datos y de los análisis, se considera que aportan datos novedosos y útiles que permitirán la valoración de las conclusiones aquí expuestas, así como su reproducción y comparaciones posteriores, como lo indican principios básicos de la ciencia (Laver y Kelly, 2000).

El esfuerzo de captura necesario para capturar un zorro en el área de la CEP fue muy alto (217,25 días trampa/zorro) comparado con otras áreas como el Parque Provincial E. Tornquist (PPET; 58,25 días trampa/zorro), una zona de pastizal serrano protegido (Luengos Vidal *et al.*, 2003), o la zona de Aparicio (APA, Partido de Coronel Dorrego, sur de la Provincia de Buenos Aires), con actividad predominantemente agroganadera, donde fue de 137,5 días trampa/zorro (Castillo *et al.*, 2009). En estos tres sitios las capturas fueron realizadas por el mismo grupo de investigadores y con los mismos sistemas de captura, lo que hace que los resultados sean aún más comparables, y permite utilizar la tasa de captura como *proxy* de la abundancia relativa (Dempsey *et al.*, 2014).

La presión de caza, tanto legal como ilegal, sobre una población de carnívoros, tiene el potencial de afectar su tasa de reproducción, densidad y estructura poblacional (Frank y Woodroffe, 2001). A partir del análisis de las capturas en la CEP, en donde a cuatro de los 12 zorros capturados no se les pudo realizar el seguimiento telemétrico por no hallar la señal del transmisor, puede dar un indicio de que probablemente eran individuos no establecidos en el área. Esto indicaría una alta tasa de recambio, coincidentemente con lo descrito por Luengos Vidal (2009) en APA, donde la presión de caza sobre el zorro era muy importante, o podría ser evidencia de individuos en proceso de dispersión dado que se trataba de individuos entre juveniles y adultos (Doncaster y Macdonald, 1991; Baker *et al.*, 1998; Haekes, 2009). En alguno de estos individuos también pudo haber ocurrido alguna falla en el transmisor que impidió su seguimiento, aunque, dada la intensa

búsqueda que se realizó, lo más probable que no se hallaran en el área de muestreo. Además, las fallas en los collares VHF suelen ser bajas, en un trabajo de revisión de tres décadas en India en diferentes especies, se observó entre un 86 y 100% de efectividad en collares VHF (Habib *et al.*, 2014); también se determinó un 92% de efectividad en estos dispositivos colocados a *Lycalopex gymnocercus* (Luengos Vidal, 2009).

Para un carnívoro de mediano tamaño como el zorro pampeano, se espera un *home range* de aproximadamente 1,2 km<sup>2</sup> en base a consideraciones alométricas (Swihart *et al.*, 1988). Las estimaciones que se han realizado de los HR en la región pampeana (Luengos Vidal, 2009) han obtenido valores más altos, pero con mucha variación (MPC al 95%, promedio 1,6 km<sup>2</sup>, con valores máximos de 4,2 km<sup>2</sup>, PPET) y aún mayores, para áreas muy antropizadas (MPC al 95%, promedio: 2,0 km<sup>2</sup>, con valores máximos de 3,23 km<sup>2</sup>, APA). Maffei *et al.* (2007) en el Chaco boliviano, obtuvieron valores entre 0,73 km<sup>2</sup> y 1,83 km<sup>2</sup>. Los datos obtenidos en esta tesis arrojan valores mucho más altos con el estimador del MPC 95%, donde es de 2,85 km<sup>2</sup> (rango= 1,52-5,15) y aún mayores, con el estimador kernel (6,42 km<sup>2</sup>, rango= 2,82-9,71).

Las variaciones en los tamaños de los HR son típicas de esta especie, que presenta una gran plasticidad en diversos aspectos de su biología (Luengos Vidal *et al.*, 2017) y, en el caso de los zorros de la CEP, podrían estar relacionadas con la variedad de recursos alimenticios. La dieta de los zorros, analizada a través de heces colectadas en la CEP durante la primavera y el verano, presentó una alta cantidad de frutos (Martínez S., datos no publicados). Las plantas que proveen los frutos hallados están dispersas en las áreas de monte y arbustos y fructifican durante la estación de verano, lo cual podría favorecer el desarrollo de grandes HR, por tratarse de un recurso disperso y poco abundante (Swihart *et al.*, 1988). Por otro lado, dada la disponibilidad de un recurso que se encuentra concentrado en un espacio limitado, como podría ser la presencia de corderos durante la parición, se podrían esperar HR más pequeños (Macdonald *et al.*, 1983). Sin embargo, este recurso ocurre en un período muy corto del año (45 días) lo cual, junto con la presencia del PPG, harían que su accesibilidad no fuese suficientemente alta. La escasa variación en los tamaños del HR al compararlos dentro y fuera del periodo de parición, también respaldan estos resultados.

La superposición que se observó entre individuos responde a un hábitat con recursos abundantes pero dispersos, como ocurre en el Espinal. Luengos Vidal (2009) describe solapamientos altos entre los HR de hembras y un macho en PPET, donde los recursos alimenticios eran elevados y la presión de caza baja. En la CEP se podría presentar una situación similar; aunque la baja tasa de zorros monitoreados no permitió tener un

panorama concluyente acerca del solapamiento entre individuos, hubo evidencia por las capturas, observaciones directas y cámaras trampa (ver capítulo 5) de la existencia de otros individuos no marcados dentro de los HR de los zorros monitoreados.

La presencia de los zorros dentro del área que utilizan las ovejas y el perro, no pareció verse afectada por el evento de parición, dado que los solapamientos entre estos grupos no presentaron variaciones. Esto podría estar indicando que los zorros están presentes y no predan sobre los corderos, es decir que utilizan el espacio, pero no el recurso alimenticio. Aunque nuestros datos no nos permiten fehacientemente demostrar esto, la presencia de los zorros dentro de los HR de la oveja y del PPG junto con la disminución de un 7% de las pérdidas de corderos (ver Capítulo 3), también respaldarían estas observaciones. Similares resultados se observaron en la interacción entre dingos (*Canis lupus dingo*) y perros protectores de ganado en Australia (Allen *et al.*, 2016), donde los PPG no permitieron que los dingos atacaran a las ovejas o se acercaran demasiado a ellas, pero sí que realizaran incursiones dentro de su territorio o se alimentaran en las proximidades. En la Patagonia argentina se registró presencia de zorros colorados (*Lycalopex culpaeus*) en las mismas áreas de pastoreo de ovejas acompañadas por PPG, donde la tasa de predación igualmente disminuyó con la implementación de esta herramienta (Garramuño com. pers).

Caruso *et al.* (2016) en los partidos de Villarino y Patagones (provincia de Buenos aires) observaron, en un estudio a escala regional, que el zorro pampeano se encuentra positivamente asociado a ambos extremos de un gradiente de conservación ambiental y negativamente a un gradiente de vegetación arbustiva. A una escala más detallada, como la que permite la telemetría, los resultados evidencian que, en la mayor parte de los casos, los zorros evitarían el uso de las estructuras antrópicas y utilizarían en muy baja proporción el cultivo, en relación a los hábitats naturales. Respecto a los hábitats naturales los zorros, en general, utilizarían estos ambientes proporcionalmente a su disponibilidad dentro del área, con excepción de tres individuos que presentaron una selección alta por el monte o el pastizal con arbustos. Si se consideran las áreas centrales de los *home range* estos patrones se mantienen; aunque existe selección por algún tipo de hábitat natural, no existe un patrón claro. Es posible que el uso de un hábitat por un individuo no dependa exclusivamente del tipo de hábitat (recursos alimenticios y refugio), sino también de otros factores relacionados con la organización social entre los individuos del área (Gittleman, 1989), el tiempo de establecimiento en el área (Doncaster y Macdonald, 1991; Hinton *et al.*, 2015, 2016) y los rasgos comportamentales propios de cada individuo (Carter *et al.*, 2013; Silva y Azevedo, 2013; Hertel *et al.*, 2020).

La composición de los tipos de hábitat en los *home range* tanto al 95% como al 30%, son muy similares para ambos períodos (dentro y fuera de la parición), dando indicios de que los corderos no representarían una fuente de alimento suficientemente importante para inducir una modificación en la selección de hábitats de los zorros. Esto puede deberse a la presencia del perro protector de ganado o a que el ítem alimenticio que representan los corderos es un recurso que está disponible por un corto tiempo (Heithaus, 2001).

En este trabajo se evidenció que los zorros pampeanos en el Espinal, en este caso de estudio, presentaron *home range* grandes, poca territorialidad, alta tasa de recambio y gran adaptabilidad a diferentes tipos de hábitats. El evento de parición no modificaría aspectos relacionados con la ecología espacial del zorro y, por la ausencia de zorros heridos o muertos en el área de estudio, parecería no haber una interacción letal que impidiera la coexistencia entre el PPG y los zorros monitoreados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. y Saber, C. (2022). La sanidad ovina en el sur de la provincia de Buenos Aires. Ed. EEA Hilario Ascasubi. INTA. Argentina.
- Adkins, C.A. y Stott, P. (1998). Home ranges, movements and habitat associations of red foxes *Vulpes vulpes* in suburban Toronto, Ontario, Canada. *Journal of Zoology*, 244(3), 335-346.
- Allen, L.R., Stewart-Moore, N., Byrne, D., y Allen, B.L. (2016). Guardian dogs protect sheep by guarding sheep, not by establishing territories and excluding predators. *Animal Production Science*, 57(6): 1118-1127.
- Araujo, M.S. (2004). Estudio radiotelemétrico del patrón de actividad del zorro gris pampeano *Pseudalopex gymnocercus* en el Parque Provincial E. Tornquist. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Bhattacharyya, A. (1946). On a measure of divergence between two multinomial populations. *Sankhyā: the indian journal of statistics*, 401-406.
- Baker, P. J., Harris, S., Robertson, C. P., Saunders, G., y White, P. C. (2001). Differences in the capture rate of cage-trapped red foxes *Vulpes vulpes* and an evaluation of rabies control measures in Britain. *Journal of Applied Ecology*, 38(4), 823-835.
- Bartoń, K.A., Zwijacz-Kozica, T., Zięba, F., Sergiel, A., y Selva, N. (2019). Bears without borders: Long-distance movement in human dominated landscapes. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00541.
- Bellati, J. y Von Thungen, J. (1990). Lamb predation in Patagonia ranches. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, 14 (. 14): 263-268.
- Berg, S.S. (2015). The Package “sigloc” for the R Software: A Tool for Triangulating Transmitter Locations in Ground-Based Telemetry Studies of Wildlife Populations. *The Bulletin of the Ecological Society of America*, 96(3): 500-507.
- Birochio, D. (2008). Ecología trófica de *Lycalopex gymnocercus* en la región pampeana: un acercamiento inferencial al uso de los recursos (Tesis doctoral). UNS, Bahía Blanca, Argentina.
- Brown, A., Ortiz, U.M., Acerbi, M., y Corcuera, J. (2006). La Situación Ambiental Argentina 2005 Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. Argentina.
- Burt, W.H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3): 346-352.
- Calenge, C. (2006) The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat uses by animals. *Ecological Modelling*, 197:516-519.
- Carter, A. J., Feeney, W. E., Marshall, H. H., Cowlshaw, G., y Heinsohn, R. (2013). Animal personality: what are behavioural ecologists measuring? *Biological Reviews*, 88(2), 465-475.
- Caruso, N., Lucherini, M., Fortin, D., y Casanave, E.B. (2016). Species-specific responses of carnivores to human-induced landscape changes in central Argentina. *PLOS ONE*, 11(3), e0150488.

- Caruso, N., Luengos, E.M., Lucherini, M., Guerisoli, M., Martínez, S., y Casanave, E.B. (2017). Carnívoros en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires: ecología y conflictos con los ganaderos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 43(2), 165-174.
- Castillo, D., Luengos Vidal, E.M., Caruso, N., Rodríguez, M., Merino, M., Lucherini, M., y Casanave, E.B. (2009). Estudio de la comunidad de carnívoros en una zona agrícola-ganadera del SO Bonaerense. En Cazzaniga, N.J. y Arelovich, H.J. Eds.: *Ambientes y recursos naturales del Sudoeste Bonaerense: producción, contaminación y conservación*. Actas de las V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense EdiUNS, Bahía Blanca, Argentina.
- Crespo, J.A. (1971). Ecología del zorro gris *Dusicion gymnocercus antiquus* (Ameghino) en la provincia de La Pampa. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales*. *Ecología*, 5: 147–205.
- Crooks, K.R., Burdett, C.L., Theobald, D.M., Rondinini, C., y Boitani, L. (2011) Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366: 2642-2651.
- De Lucca, E. y Nigro, N. (2013) Conflicto entre el puma (*Puma concolor cabrae*) y el hombre en el sur del distrito del Caldén, Argentina. *Nótulas Faunísticas Segunda serie*, 135:1-17.
- Dempsey, S.J., Gese, E.M., y Kluever, B.M. (2014). Finding a fox: an evaluation of survey methods to estimate abundance of a small desert carnivore. *PLOS ONE*, 9(8), e105873.
- Di Bitetti, M.S., Di Blanco, Y.E., Pereira, J.A., Paviolo, A., y Pérez, I.J. (2009). Time partitioning favors the coexistence of sympatric crab-eating foxes (*Cerdocyon thous*) and pampas foxes (*Lycalopex gymnocercus*). *Journal of Mammalogy*, 90: 479–490.
- Doncaster, C.P. y Macdonald, D.W. (1991). Drifting territoriality in the red fox *Vulpes vulpes*. *The Journal of Animal Ecology*, 423-439.
- Farias, A.A. y Kittlein, M.J. (2008). Small-scale spatial variability in the diet of pampas foxes (*Pseudalopex gymnocercus*) and human-induced changes in prey base. *Ecological Research*, 23: 543-550.
- Fieberg, J. y Börger, L. (2012). Could you please phrase "home range" as a question? *Journal of Mammalogy*, 93(4): 890-902.
- Frank, L.G. y Woodroffe, R. (2001). Behaviour of carnivores in exploited and controlled populations. En: *Canid Conservation Biology Series* Eds. Gittleman J. L., Funk S.M., MacDonald D.W. y Wayne R.K. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Giannoni, S., Mera Sierra, R., Brengio, S., y Jiménez Baigorria, L. (2005). Guía para el uso de animales en investigaciones de campo y en cautiverio. Comisión de Ética de la SAREM.
- Gittleman, J.L. (1989). Carnivore group living: comparative trends. *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*, 183-207.



- Guerisoli M., Luengos Vidal E., Caruso N., Giordano A., y Lucherini M. (2021). Puma-livestock conflicts in the Americas: A review of the evidence. *Mammal Review*, 51: 228-246.
- Habib, B., Shrotriya, S., Sivakumar, K., Sinha, P.R., y Mathur, V.B. (2014). Three decades of wildlife radio telemetry in India: a review. *Animal Biotelemetry*, 2:1-10.
- Hawkes, C. (2009). Linking movement behaviour, dispersal and population processes: is individual variation a key? *Journal of Animal Ecology*, 78(5), 894-906.
- Hayne, D.W. (1949). Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy*, 30(1): 1-18.
- Heithaus, M.R. (2001). Habitat selection by predators and prey in communities with asymmetrical intraguild predation. *Oikos*, 92(3): 542-554.
- Hertel, A.G., Niemelä, P.T., Dingemans, N.J., y Mueller, T. (2020). A guide for studying among-individual behavioral variation from movement data in the wild. *Movement Ecology*, 8(1): 1-18.
- Hinton, J.W., van Manen, F.T., y Chamberlain, M.J. (2015). Space use and habitat selection by resident and transient coyotes (*Canis latrans*). *PLOS ONE*, 10(7), e0132203.
- Hinton, J.W., Proctor, C., Kelly, M.J., van Manen, F.T., Vaughan, M.R., y Chamberlain, M.J. (2016). Space use and habitat selection by resident and transient red wolves (*Canis rufus*). *PLOS ONE*, 11(12), e0167603.
- Horne, J.S., Fieberg, J., Börger, L., Rachlow, J.L., Calabrese, J.M., y Fleming, C.H. (2020). Animal home ranges: concepts, uses, and estimation. *Population Ecology in Practice*, 315-332.
- Jacobs, J. 1974. Quantitative measurement of food selection: A modification of foraging ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*, 14:413-417.
- Kamler, J.F., Stenkewitz, U., Gharajehdaghpour, T., y Macdonald, D.W. (2019). Social organization, home ranges, and extraterritorial forays of black-backed jackals. *The Journal of Wildlife Management*, 83(8): 1800-1808.
- Laver, P.N. y Kelly, M.J. (2008). A critical review of home range studies. *The Journal of Wildlife Management*, 72(1): 290-298.
- Linnell, J.D.C., Odden, J., Smith, M.E., Aanes, R., y Swenson, J.E. (1999). Large Carnivores That Kill Livestock: Do "Problem Individuals" Really Exist? *Wildlife Society Bulletin*, 27: 698-705.
- Lucherini, M., Pessino, M., y Farias, A.A. (2004). Pampas fox (*Pseudalopex gymnocercus*). In: *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan*. Eds. Sillero-Zubiri, C., Hoffmann, M. y Macdonald, D. WIUCN/SSC Canid Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, Reino Unido.
- Lucherini, M. y Luengos Vidal, E.M. (2008). *Lycalopex Gymnocercus* (Carnivora: Canidae). *Mammalian Species*, 820(1): 1-9.
- Lucherini, M., Guerisoli, M.M., y Luengos Vidal, E.M. (2018). Surplus killing by pumas *Puma concolor*: rumours and facts. *Mammal Review*, 48(4): 277-283.

- Luengos Vidal, E.M., Lucherini, M., y Casanave, E.B. (2003). An evaluation of three restraining devices for capturing pampas foxes. *Canid News*, 6: 1-9.
- Luengos Vidal, E.M. (2009). Organización social y espacial de *Pseudalopex gymnocercus* en los pastizales pampeanos (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Luengos Vidal, E.M., Sillero-Zubiri, C., Marino, J., Casanave, E., y Lucherini, M. (2012). Spatial organization of the Pampas fox in a grassland relict of central Argentina: a flexible system. *Journal of Zoology*, 287: 133–141.
- Luengos Vidal, E.M., Castillo, D.F., Baglioni, J., Manfredi, C., Lucherini, M., y Casanave, E.B. (2014). Chemical immobilisation of free-ranging Pampas foxes (*Pseudalopex gymnocercus*): Assessment of ketamine–xylazine and tiletamine–zolazepam combinations. *Research in Veterinary Science*, 96(2): 371-376.
- Luengos Vidal, E., Caruso, N., Martínez, S., Casanave, E.B., y Lucherini, M. (2017). Adaptarse o morir: estrategias individuales y poblacionales claves para la supervivencia en ambientes antropizados del zorro pampeano. Simposio Estrategias cognitivas y poblacionales que varias especies de cánidos utilizan para adaptarse a los ambientes humanos: perspectivas y conflictos. XXX JAM SAREM. Bahía Blanca. Buenos Aires, Argentina.
- Macdonald, D.W. (1983). The ecology of carnivore social behaviour. *Nature*, 301:379–384.
- Maffei, L., Paredes, R., Segundo, A., y Noss, A. (2007). Home range and activity of two sympatric fox species in the Bolivian Dry Chaco. *Canid News*, 10(4): 1-7.
- Margulies, J.D. y Karanth, K.U. (2018). The production of human-wildlife conflict: A political animal geography of encounter. *Geoforum*, 95, 153-164.
- Martínez, S.D. (2016). Características y uso de las cuevas del zorro pampeano (*Pseudalopex Gymnocercus*) en un área agrícola ganadera del sur de la provincia de buenos Aires. (Tesis de licenciatura) Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Prange, S., Gehrt, S.D., y Wiggers, E.P. (2004). Influences of anthropogenic resources on raccoon (*Procyon lotor*) movements and spatial distribution. *Journal of Mammalogy*, 85(3): 483-490.
- Prugh, L.R. y Sivy, K.J. (2020). Enemies with benefits: integrating positive and negative interactions among terrestrial carnivores. *Ecology Letters*, 23(5): 902-918.
- QGIS Development Team. (2018). QGIS Geographic Information System. QGIS version 3.10.0-A Coruña. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- R Development Core Team. 2021. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Santo Domingo, A.D., Caruso, N.C., Guerisoli, M.M, Lucherini, M., y Luengos Vidal E.M. (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.

- Sikes, R.S. y Gannon, W.L. (2011). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, 92(1): 235-253.
- Silva, V.S. y Azevedo, C.S. (2013). Evaluating personality traits of captive maned wolves, *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815) (Mammalia: Canidae), for conservation purposes. *Lundiana: International Journal of Biodiversity*, 11(1): 35-41.
- Swihart, R.K., Slade, N.A., y Bergstrom, B.J. (1988). Relating body size to the rate of home range use in mammals. *Ecology*, 69(2): 393-399.
- Thirgood, S. y Woodroffe, R. (2005). The impact of human-wildlife conflict on human. En: *People and wildlife, conflict or co-existence?* Eds. Woodroffe R.S. y Thirgood, Rabinowitz A. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Treves, A. y Karanth, K.U. (2003). Human-Carnivore Conflict and Perspectives on Carnivore Management Worldwide. *Conservation. Biology*, 17:1491-1499.
- Treves, A., Kropfel, M., Ohrens, O., y van Eeden, L.M. (2019). Predator control needs a standard of unbiased randomized experiments with cross-over design. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 462.
- Winschel, C. (2018). Avance de la frontera agrícola sobre el monte nativo en Villarino y Patagones, provincia de Buenos Aires, 1975-2018. Informe Técnico N° 60. Ed. EEA Hilario Ascasubi. INTA. Argentina.
- Worton, B.J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70(1): 164-168.

### ANEXO III

Tabla: Categorización de cada hábitat en el área total, representado en km<sup>2</sup> y en porcentaje.

HÁBITAT	km <sup>2</sup>	% DE ÁREA TOTAL
MONTE	16,1	27,0
PASTIZAL	15,2	25,6
ESTRUCTURAS ANTROPICAS	0,2	0,3
CULTIVO	14,4	24,2
PASTIZAL CON ARBUSTOS	13,6	22,8
TOTAL	59,5	100

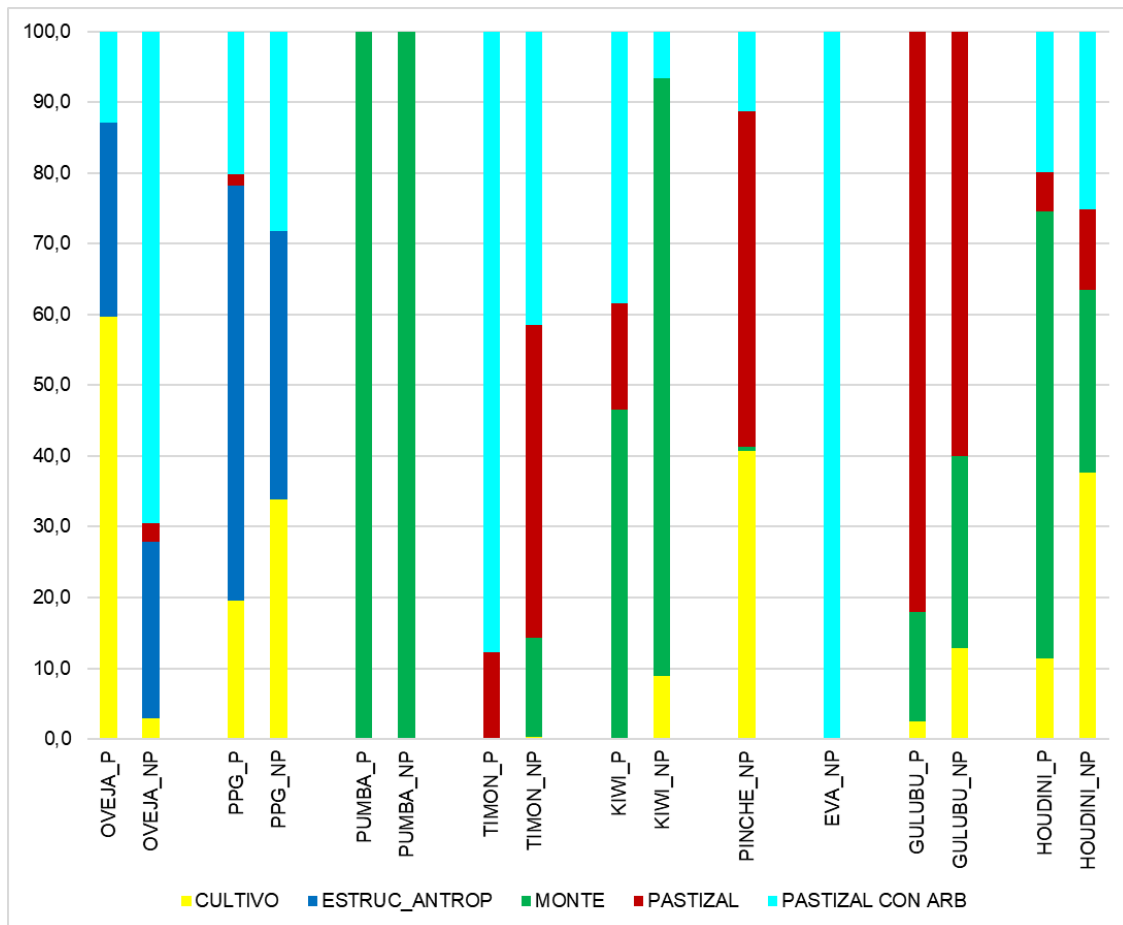


Figura: Cobertura de los distintos tipos de hábitats dentro de los HR calculados con el método kernel (30%), para todos los zorros, el perro y la oveja dentro y fuera del período de parición.



## CAPÍTULO V

---

### **Efecto del perro protector de ganado en el patrón temporal de actividad y el uso de hábitat del zorro**

## INTRODUCCIÓN

El concepto general de hábitat se refiere al lugar en el que se encuentran disponibles los recursos y condiciones que garantizan la subsistencia de cualquier ser vivo (Montenegro y Acosta, 2008). El hábitat es, a menudo, definido por categorías que corresponden a los requerimientos de la especie y, la heterogeneidad espacial de una determinada área, afecta los patrones de movimiento, dispersión y comportamiento predatorios de los organismos (Garshelis, 2000). La comprensión sobre los hábitats que más utiliza una especie o los factores espaciales que influyen en su comportamiento es clave para establecer medidas de manejo para su conservación (Pulliam y Dunning, 1997).

Uno de los cánidos con mayor distribución en nuestro país es el zorro pampeano (Figura 5.1, Lucherini y Luengos Vidal, 2008). Esta especie se encuentra en diferentes tipos de hábitats como pastizales abiertos, arbustales y monte, y se distribuye ampliamente en varios países, incluidos Argentina, Uruguay, Brasil y Paraguay (Lucherini y Luengos Vidal, 2008).

Su extensión territorial se adjudica a su dieta diversa y adaptable, a su comportamiento y a la plasticidad ambiental que presenta (Di Bitetti *et al.*, 2009; Luengos Vidal *et al.*, 2012). Al ser un omnívoro generalista, dentro de su dieta de vertebrados e invertebrados incorpora ítems como pequeños mamíferos, aves, reptiles, anfibios, y también insectos y frutos (Farías, 2000; Birochio, 2008). Los zorros pampeanos también se consideran carroñeros facultativos, lo que significa que ocasionalmente se alimentan de carroña cuando hay disponibilidad (Farías y Kittlein, 2008). Además, se alimentan de ganado doméstico, como corderos y aves de corral, principal razón por la que se generan conflictos con los humanos (Lucherini y Luengos Vidal, 2008).



Figura 5.1: Zorro pampeano capturado por una cámara trampa.

El zorro pampeano presenta una gran adaptabilidad a las modificaciones provocadas por el avance de las actividades ganaderas en los ambientes naturales; de hecho, su tolerancia la hace una especie muy común en estos sitios (Lucherini *et al.*, 2004; Caruso *et al.*, 2016). Como ocurre con los carnívoros generalistas, esta especie no solo tolera el disturbio, sino que podría verse beneficiada por las actividades agropecuarias (Crooks y Soulé, 1999).

Los patrones de actividad son uno de los aspectos mejor estudiados en ecología animal (Halle y Stenseth, 2000) y, según Halle (2000), consisten en “secuencias adaptativas de rutinas diarias que se adaptan a una estructura temporal del entorno formada por la evolución, pero ajustada mediante respuestas flexibles al estado real del medio ambiente”. Esto indicaría que la plasticidad a nivel local de algunas especies podría ser limitada (Monterroso *et al.*, 2013). A pesar de la existencia de datos que respaldan su capacidad para adaptarse a diferentes hábitats, también se cree que existe un límite donde el efecto de la fragmentación de hábitats sumado a la caza como control de predadores puede conducir a extinciones locales para esta especie (Luengos Vidal, 2009; Bustamante *et al.*, 2010).

Como se menciona previamente, los patrones de actividad de una especie brindan información fundamental sobre la ecología comportamental, asociada a la termorregulación, la evitación de depredadores y la adquisición de alimento (Downes, 2001). Un animal desarrolla patrones temporales de actividad para minimizar el riesgo de la manera más eficiente mientras explota su entorno (Kitchen *et al.*, 2000). Por lo tanto, los patrones de actividad temporal de un organismo están influenciados por diversos factores, que pueden incluir la distribución y abundancia de presas, los cambios estacionales, la evitación de actividades antrópicas o la depredación interespecífica, las adaptaciones del animal a la actividad durante el día y la noche y las estrategias de historia de vida (p. ej., organización social y estrategias de caza) (Kavanau, 1971; Kavanau y Ramos, 1975; Daan, 1981; Gittleman, 1986; Hut *et al.*, 2012; Caravaggi *et al.*, 2018).

Es fundamental comprender el entorno en el que habitan las especies, los recursos que necesitan y las complejas interacciones que modelan su comportamiento. Conocer los patrones temporales de actividad es clave para comprender la ecología y el manejo, y para encontrar soluciones en el manejo del conflicto entre humanos y la vida silvestre, que minimicen el impacto de los carnívoros sobre la economía regional sin perjudicar su papel ecológico (Caruso *et al.*, 2017; Lashley *et al.*, 2018).

Por esta razón, en este capítulo se propone brindar información sobre los patrones temporales de actividad y el uso de hábitat del zorro pampeano en un área de ganadería ovina donde se maneja el conflicto con medidas de mitigación no letal, como el perro

protector de ganado (PPG), y comparar estos aspectos ecológicos en un sitio donde no se utiliza el PPG como medida de mitigación.

## OBJETIVOS

- 1- Caracterizar el patrón de uso de hábitat y de actividad diaria del zorro pampeano en un área agroganadera del SO bonaerense.
- 2- Evaluar el efecto de la presencia de un perro protector de ganado sobre dichos patrones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo se realizó en la Chacra Experimental de Patagones (CEP), perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires, y en dos establecimientos agropecuarios (EA) privados. Los tres establecimientos se encuentran en el partido de Patagones, en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires, en la ecorregión del Espinal (Figura 5.2, más detalles del área de estudio en el capítulo 1 de esta tesis).

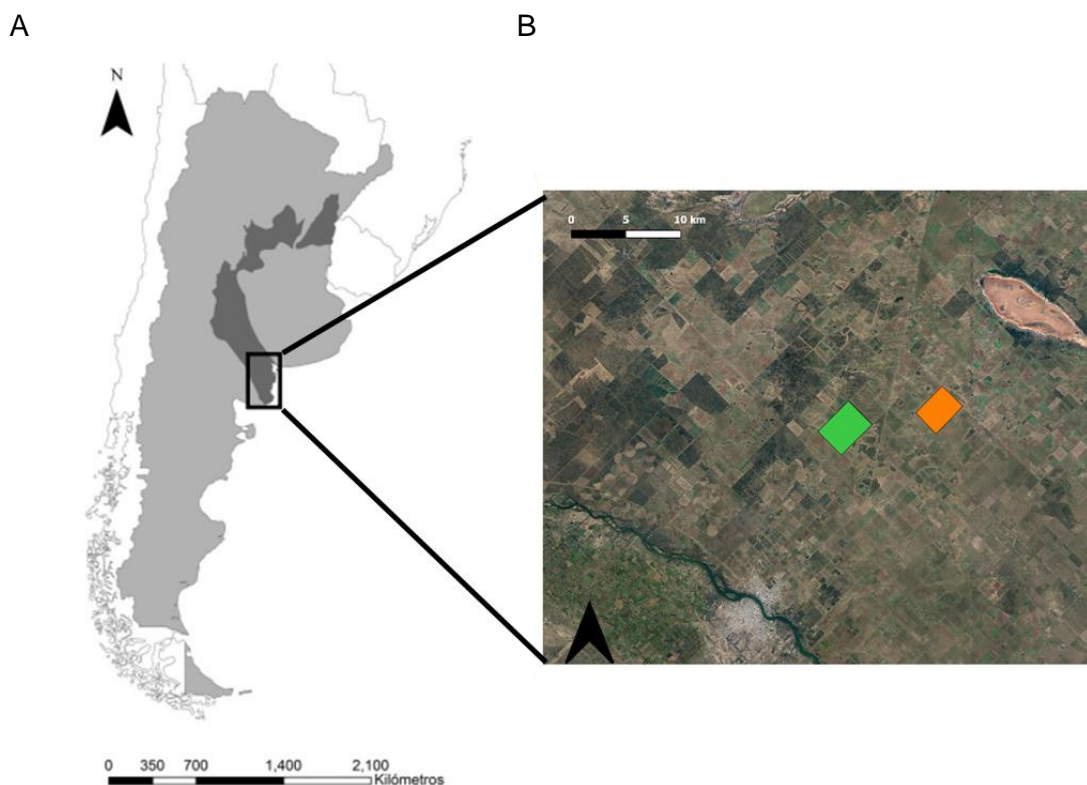


Figura 5.2: A) Mapa de la Argentina con la ecorregión del Espinal en color gris oscuro, en el recuadro negro se encuentra el área de la imagen de la derecha. B) Establecimientos en los que se realizó el muestreo (recuadros verde y naranja).



## OBTENCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

En la CEP se realizó un muestreo con cámaras trampa desde enero de 2018 hasta septiembre de 2022. Para esto, se diagramó digitalmente sobre el área de estudio una grilla con celdas de 1 km<sup>2</sup> para luego, aproximadamente en el centro de cada celda, colocar una cámara trampa siendo en total 20 cámaras trampa (Figura 5.3). Esta área de estudio contó con la presencia de un perro protector de ganado como medida de mitigación para evitar la predación de las ovejas por parte de predadores.

Dos establecimientos con actividad agrícola ganadera, ubicados a 12,5 km de la CEP, formaron parte del segundo sitio de fototrampeo, para el que se estableció una grilla de similares características, donde se colocaron 20 cámaras trampa por un período de 18 meses desde mayo del año 2018 a octubre del año 2019. Este muestreo representa la grilla B (Figura 5.4). Estos establecimientos no contaron con medidas de mitigación no letal como el uso de perro protector de ganado (PPG).



Figura 5.3: Los puntos de color amarillo representan las 20 cámaras de la grilla B, la cuadrícula de color amarillo es la grilla que se utilizó para determinar las celdas de un km<sup>2</sup> en cuyo centro se colocó la cámara.

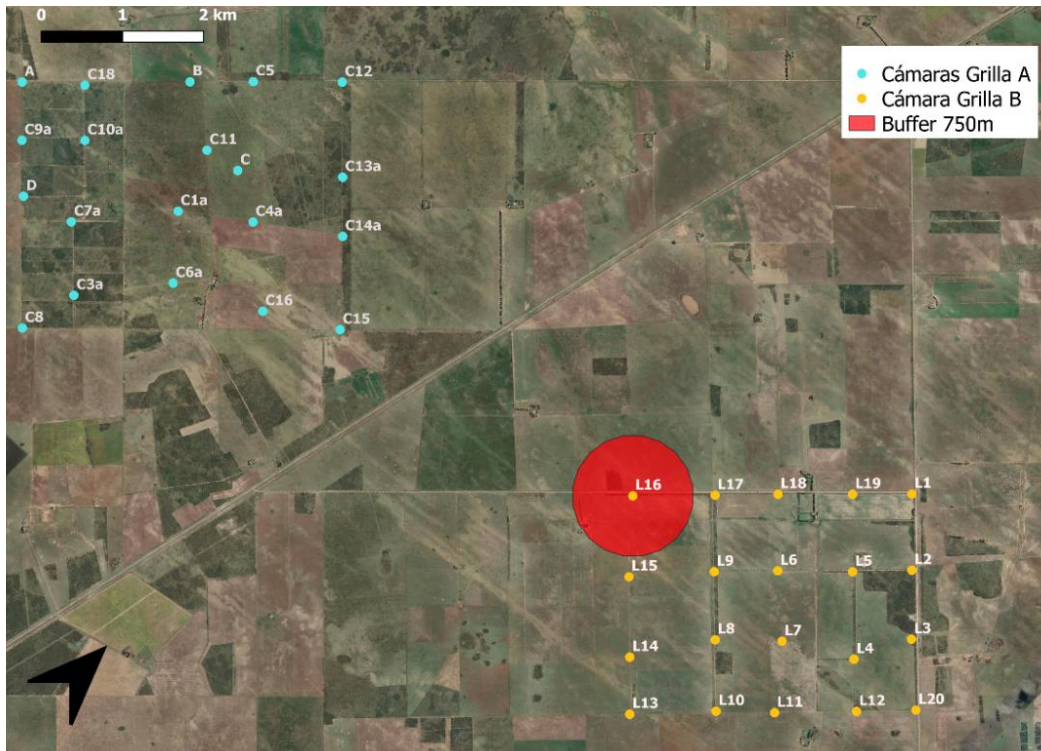


Figura 5.4: En esta imagen satelital, los puntos de color celeste de la imagen representan las 20 cámaras pertenecientes a la grilla A (con PPG), los puntos naranjas las cámaras de la grilla B (sin PPG). El círculo de color rojo es un *buffer* de 750 metros realizado para determinar las proporciones de cobertura de cada hábitat en cada cámara.

Las dos grillas presentan diferencias en algunos aspectos relevantes para el estudio de la ecología del zorro pampeano (Tabla 5.1).

Tabla 5.1: Resumen de las diferencias entre algunos aspectos entre la grilla A y la grilla B.

GRILLA A	GRILLA B
Presencia de PPG como medida de mitigación	Ausencia de PPG
No se practica la caza como medida de mitigación letal	Se practica la caza
Parches grandes y densos de monte (90 - 400 ha.)	Parches pequeños de monte (10 – 80 ha.)
Menor proporción de cultivo (15%)	Mayor proporción de cultivo (46%)
Alejado del pueblo (9,5 km)	Muy cercano al pueblo (0,9 km)
Alejado de caminos vecinales (1,3 km.)	Rodeado de caminos vecinales con mucho tránsito

En ambas grillas las cámaras fueron colocadas sobre alambrados o postes, en caminos internos de los establecimientos y a unos 40 cm del suelo. Cada cámara fue revisada mensualmente para cambiar su tarjeta de memoria y las baterías. Para todas las cámaras se homogeneizaron los parámetros de funcionamiento como el tiempo de latencia, el número de fotos por disparo y la sensibilidad del sensor (Figura 5.5A). Las cámaras se mantuvieron activas durante las 24 horas del día y el intervalo dispuesto entre cada toma de fotos fue de tres minutos. Cada fotografía tuvo asociada en sus metadatos la información de fecha y hora de la toma (Figura 5.5B).

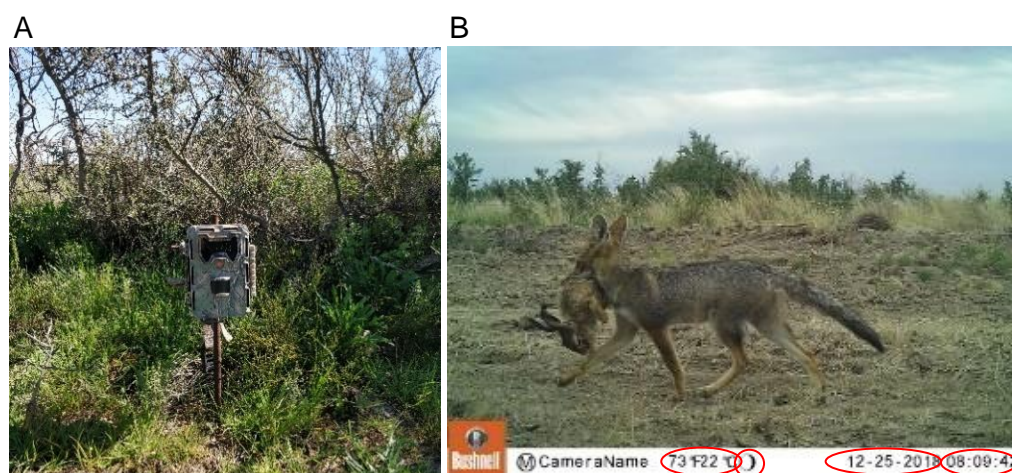


Figura 5.5: A) Un Modelo de cámara trampa utilizada en el muestreo. B) Foto de zorro pampeano obtenida de una cámara trampa, donde en los círculos de color rojo se observa la fecha, hora, temperatura y fase lunar del momento de toma de la foto.

Las fotografías obtenidas de las tarjetas de memoria de las cámaras fueron clasificadas a través de un proceso de “etiquetado”, cada foto se revisó minuciosamente para determinar todas las especies que se presentaban en cada una de ellas y luego se le colocó una etiqueta con el nombre común de cada vertebrado observado. Este proceso se realizó con el programa digiKam® (versión 7.2.0) que presenta la ventaja de ser FOSS (“Free and Open-Source Software”). Finalmente, a través del programa ExifPro® (versión 2.1) se realizó la extracción de los metadatos de todas las fotografías, a partir de los cuales se obtuvieron los datos de la especie fotografiada, la fecha y hora.

Los análisis relacionados al uso de hábitat se realizaron en áreas *buffer* de 750 metros alrededor de la localización de cada cámara trampa (Figura 5.4), en ellas se caracterizó el hábitat disponible a través de imágenes satelitales (Caruso *et al.*, 2016) y con ayuda de datos tomados a campo en el área de estudio. Los diferentes hábitats fueron clasificados en cinco categorías (para más detalles de la clasificación de hábitats ver capítulo 3) y se calculó el porcentaje ocupado por cada hábitat dentro del área *buffer* de cada sitio. Además, con las categorías de hábitat, se calculó para cada sitio, el índice de diversidad de Shannon (H; Shannon y Weaver, 1949). La diagramación de las áreas *buffer* y la



obtención de las variables espaciales antes detalladas se realizaron en el software QGIS® versión 3.10.0 (QGIS Development Team, 2018).

## ANÁLISIS DE DATOS

La independización de los datos fotográficos obtenidos de las cámaras trampa de zorro pampeano, puma (*Puma concolor*), gato montés (*Leopardus geoffroyi*) y el perro protector de ganado, se realizó a través de la separación entre ellos por un período de 60 minutos (O’Connell *et al.*, 2011, Santo Domingo *et al.*, 2021), llamaremos evento independiente a cada fotografía de zorro. Para cada sitio de trampeo se generó un historial de las fotografías obtenidas y se calculó el esfuerzo de captura como la sumatoria de los días efectivos en los que la cámara estuvo activa. En base al esfuerzo de captura y las fotos independientes se calculó la tasa de captura para las especies mencionadas (número de eventos independientes de una especie determinada/días efectivos de actividad de la cámara trampa).

Tanto los análisis de uso de hábitat como los de actividad se realizaron utilizando la totalidad de los datos de la grilla A y los de la grilla B, por separado, con el objetivo de estudiar los patrones generales para la especie en esta área ganadera del SO bonaerense. Además, con el objetivo específico de comparar dichos patrones y estudiar el efecto de la presencia del perro, se decidió comparar los patrones para ambas grillas, pero utilizando solo un subconjunto de los datos de la grilla A correspondiente a los meses de muestreo coincidentes con los de la grilla B (ver Figura 5.6).

	2018	2019	2020	2021
		GRILLA A solapada	GRILLA A	
		GRILLA B		

Figura 5.6: Representación temporal de las grillas A, B y A solapada.

### PATRÓN TEMPORAL DE ACTIVIDAD DEL ZORRO PAMPEANO

Para estimar los patrones temporales de actividad se utilizaron funciones de densidad de probabilidad (*Kernel density estimations*) siguiendo a Ridout y Linkie (2009), para evaluar visualmente la distribución de los registros obtenidos en la grilla A, la grilla B y la grilla A solapada. La hora de cada evento independiente fue transformada a tiempo decimal y luego a radianes de acuerdo a las recomendaciones de Ridout y Linkie (2009) Se utilizó el test de Rayleigh (Zar, 2010) para evaluar si los patrones temporales de actividad se distribuían de manera homogénea alrededor del día.

La superposición entre las distribuciones fue medida siguiendo el procedimiento que es adoptado con mayor frecuencia para describir los patrones de actividad de vida silvestre basados en datos de cámaras trampa (Ridout y Linkie, 2009). El coeficiente de superposición aplicado ( $\hat{\Delta}$ ) corresponde al área común bajo dos densidades de probabilidad de actividad, al estimar la función de densidad de *Kernel* (Schmid y Schmidt, 2006). Este coeficiente varía entre 0 y 1, donde 0 indica que no hay superposición y 1 muestra una superposición completa (Linkie y Ridout, 2011). 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). Con la función *bootstrap* se extrajeron 1000 observaciones simuladas aleatorias de las distribuciones originales (Meredith y Ridout, 2021), se construyeron los Intervalos de Confianza para  $\hat{\Delta}_1$  al 95% utilizando la función *bootCI* (Linkie y Ridout, 2011), que arroja cinco salidas. Siguiendo las recomendaciones de Meredith y Ridout (2021), se eligió *basic0* como estimación de los intervalos de confianza. Para comparar las funciones de distribución de probabilidad entre sí, se aplicó el Test de Mardia Watson Wheeler, este test permite determinar si dos muestras circulares difieren significativamente entre sí (Batschelet, 1981).

Los eventos obtenidos de los sitios de muestreo que se encontraban dentro de los cuadros que utiliza el PPG frecuentemente, fueron los considerados para establecer el patrón de actividad de los zorros en las áreas cercanas al PPG, mientras que los eventos obtenidos de los sitios que se encontraban por fuera de estos cuadros permitieron determinar el patrón de actividad de los zorros en las áreas alejadas del PPG.

Se realizaron diferentes comparaciones entre los patrones temporales de actividad del zorro con distintos grupos de datos y con el patrón temporal de actividad del PPG, para establecer si hubo un efecto por la presencia del PPG las comparaciones fueron:

- el patrón temporal de actividad del zorro en la grilla A, utilizando solo los datos obtenidos de las cámaras presentes en el área más utilizada por el perro protector de ganado (PPG) versus el patrón temporal de actividad del PPG,
- el patrón temporal de actividad del zorro en la grilla A, utilizando solo los datos obtenidos de las cámaras presentes en el área más alejada del PPG versus el patrón temporal de actividad del PPG,
- el patrón temporal de actividad con los datos de las cámaras cercanas al PPG versus las cámaras lejanas al PPG,

- el patrón temporal de actividad del zorro en la grilla B con el patrón temporal de actividad del zorro en la grilla A solapada, utilizando solo los datos de las cámaras que se encontraban en el área que más utiliza el PPG,
- finalmente, se comparó el patrón temporal de actividad del zorro en la grilla B con el patrón temporal de actividad del zorro en la grilla A solapada, utilizando solo los datos de las cámaras que se encontraban más alejadas al área que más utiliza el PPG.

Para todos los análisis descriptos se utilizaron los paquetes “*Overlap*” (Meredith y Ridout, 2021) y “*Circular*” (Jammalamadaka y SenGupta, 2001), ambos implementados en el lenguaje R (R Development Core Team, 2021).

### USO DE HÁBITAT

Para determinar el uso de hábitat se analizó la totalidad de datos de la grilla A agrupando los eventos de los años 2018, 2019, 2020 y 2021. El mismo análisis se repitió para la grilla B y, con el fin de poder realizar una comparación más adecuada de este sitio con la grilla A, fue comparada con la grilla A solapada.

Para evaluar el uso de hábitat se ajustaron Modelos Lineales Generalizados (MLG), utilizando el número de fotos de zorro por sitio como variable de respuesta. Estos modelos 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). Al tratarse de modelos que ajustan datos de conteos por unidad de muestreo (sitio), la distribución de probabilidad recomendada es la de *Poisson* (Dobson y Barnett, 2018). Dado que los muestreos en cada sitio no presentaron igual duración, se ponderó el esfuerzo utilizando el logaritmo del esfuerzo (días/trampa) como parámetro *offset* (Dobson y Barnett, 2018). Las variables ambientales, que se estimaron como la proporción de cada hábitat dentro del *buffer* de cada sitio, fueron transformadas calculando el arco-seno de la raíz de la proporción, siguiendo las recomendaciones de Cohen *et al.* (2013) para datos de proporción o porcentaje. La función “*scale*” (paquete base de R) fue aplicada a todas las variables explicativas para normalizar el rango de magnitud de cada variable, debido a que diferían enormemente entre sí.

El conjunto de variables explicativas originales estuvo formado por: proporción de hábitats (monte, cultivo, pastizal, pastizal con arbustos y estructuras antrópicas), distancia a casa, camino vecinal, molinos y ruta y tasa de captura de gato montés, relacionándolos con el número de eventos de zorro pampeano. En el caso del conjunto de datos de la grilla A, para realizar el modelo se incorporaron las variables “tasa de captura de puma” y “tasa de

captura de perro protector de ganado”. Estas variables no fueron tenidas en cuenta para realizar el modelo con los datos de la grilla B ya que en esos establecimientos no implementaban el PPG como herramienta de mitigación de la predación y no hubo ningún evento de puma en las cámaras. Estas variables tampoco fueron tenidas en cuenta para analizar los datos de la grilla A solapada con el objetivo de poder realizar la comparación con la grilla B.

A partir de la lista antes mencionada, se realizó un análisis exploratorio previo a través de gráficos de dispersión que mostraron la relación entre la variable respuesta y cada una de las variables explicativas. Posteriormente, a fin de excluir las variables que fueron redundantes, se realizó un análisis de multicolinealidad entre las mismas. Fueron excluidas aquellas que tuvieron un coeficiente de correlación de Pearson  $\geq 0,6$ , siendo el parámetro de correlación alta (Legendre y Legendre, 1998) (Anexo V). Para este análisis se utilizó la función “cor” del lenguaje R (R Development Core Team 2021).

Se evaluaron los modelos siguiendo una distribución de Poisson con todas las variables seleccionadas previamente (utilizando la función “glm”, paquete Stats, paquete base de R), con todos los datos de la grilla A, la grilla B y la grilla A solapada.

En todos los casos se utilizó el Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas (AICc – Corrected Akaike Information Criterion; Akaike, 1974) para seleccionar los modelos. 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” (Barton, 2009)). 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. En los casos en los que el conjunto final estuvo conformado por solo un modelo, este fue el que se utilizó en los análisis subsecuentes. En aquellos en los cuales el conjunto  $\Delta AICc < 2$  estuvo formado por más de un modelo, estos se promediaron para obtener un modelo final único.

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 zorro, las variables cuyo IC incluía el valor “0” no resultaron significativas (stable direction of relationship – Di Stefano, 2004; Zeller *et al.*, 2011).

## RESULTADOS

En la grilla A, se obtuvo un total de 2193 eventos independientes de zorro (rango = 1-703 eventos) con 20698 días /trampa (rango = 698-1395 días/trampa) de esfuerzo durante los años 2018, 2019, 2020 y 2021 (tasa de captura=0,106 eventos/días trampa). Todos los sitios (cámaras trampa) presentaron eventos de zorro. La mayoría de los zorros observados en las fotografías no estaban marcados con caravanas auriculares o collar (ver Capítulo 4 de esta tesis) o no se observó la parte anterior del animal, y en el caso de los que estaban marcados no siempre se pudo determinar la identidad del animal.

Para obtener los datos de la grilla A solapada, se utilizó un subconjunto del total de datos filtrando solo los aquellos pertenecientes a los meses de mayo de 2018 a octubre de 2019 (período en el que también estuvo activa la grilla B). En esta grilla se obtuvieron 1124 eventos independientes de zorro (rango = 2-367 eventos) con un esfuerzo de 7525 días/trampa (rango = 152-562 días/trampa) y una tasa de captura de 0,149 eventos/días trampa. En dos sitios no hubo ningún evento de zorro.

De la grilla B, con un esfuerzo de 3125 días/trampa (rango= 6-378 días/trampa) se obtuvieron 148 eventos independientes (rango= 1-37 eventos) resultando en una tasa de captura de 0,047 eventos/días trampa. No hubo ningún evento de la especie en tres sitios.

### PATRÓN TEMPORAL DE ACTIVIDAD DEL ZORRO PAMPEANO

El patrón temporal de actividad obtenido para la grilla A, a través de las curvas de funciones de densidad de probabilidad, mostró una tendencia a la actividad nocturna con un marcado pico de máxima actividad entre las 19 y las 20 horas (Figura 5.7A y B). Los eventos de zorro presentaron una distribución heterogénea según el test de Rayleigh (Tabla 5.2).

Tabla 5.2: Resultados de los test de Rayleigh para todos los patrones temporales de actividad obtenidos y el número de eventos considerados.

ESPECIE	DATOS	n	TEST DE RAYLEIGH	
			Z	p
ZORRO	GRILLA A	2193	0,456	***
	GRILLA A CÁMARAS CERCA DEL PPG	325	0,36	***
	GRILLA A CÁMARAS LEJOS DEL PPG	1868	0,474	***
	GRILLA A SOLAP. CÁMARAS CERCA DEL PPG	177	0,354	***
	GRILLA B	148	0,356	***
PPG	GRILLA A PPG	138	0,186	**



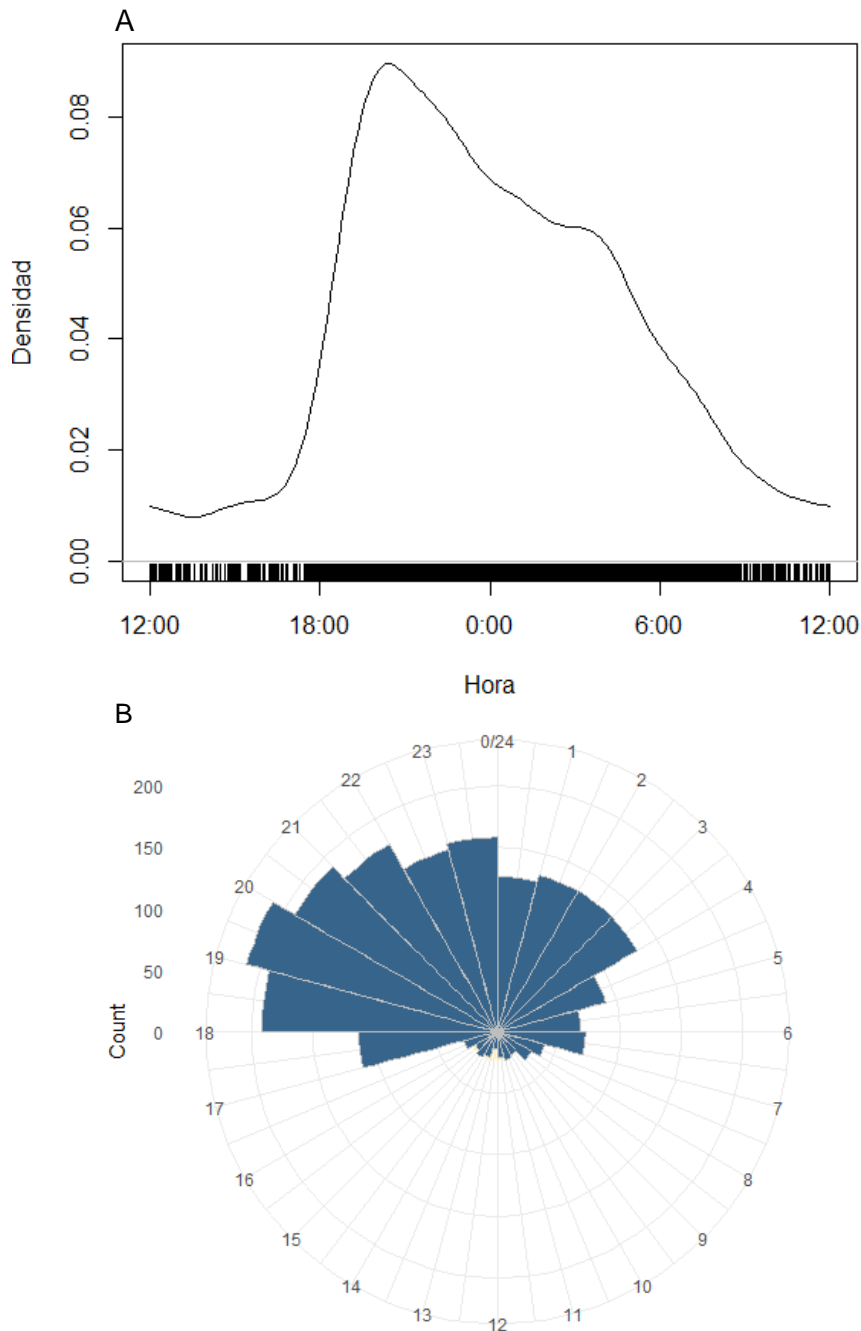


Figura 5.7: A) Patrón temporal de actividad del zorro pampeano obtenido a partir de los datos de la grilla A completa ( $n_{zo}=2193$ ), calculado a partir de funciones de densidad de probabilidad. B) Patrón temporal de actividad del zorro pampeano representado en un histograma circular, indicando la densidad de eventos en función de la hora del día. *Count*: conteo.

La comparación entre el patrón temporal de actividad del zorro obtenido de las cámaras cercanas al PPG con el patrón obtenido a través de los datos de las cámaras más alejadas, da un coeficiente de solapamiento alto ( $\hat{\Delta}_1= 0,886$ ). Sin embargo, las formas que presentan difieren entre sí ( $W=3558,2$ ;  $p$  valor  $< 2,2e-16$ ; Test de Mardia-Watson-Wheeler) observándose un pico marcado en el patrón de los sitios más alejados similar al patrón general del zorro, unimodal (Figura 5.7), en cambio, el patrón temporal de actividad

obtenido a partir de los sitios más cercanos al área más usada por el PPG muestra dos cúmulos de actividad dando una forma bimodal (Figura 5.8).

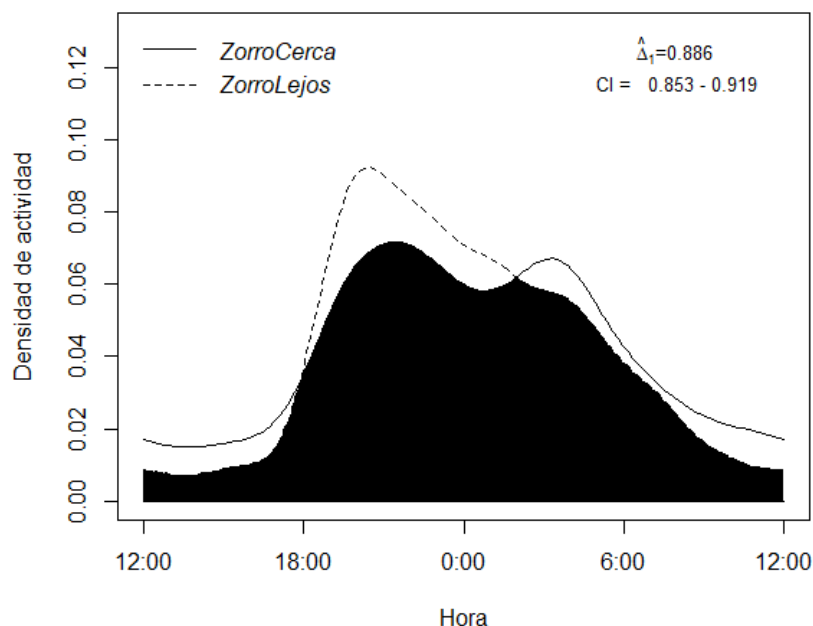


Figura 5.8: Solapamiento entre los patrones temporales de actividad representada por el área de color negro, con el valor  $\hat{\Delta}_1$  y sus intervalos de confianza (CI). A) Solapamiento entre las cámaras cercanas (línea continua) y lejanas (línea punteada) al área en que se encuentra el PPG.

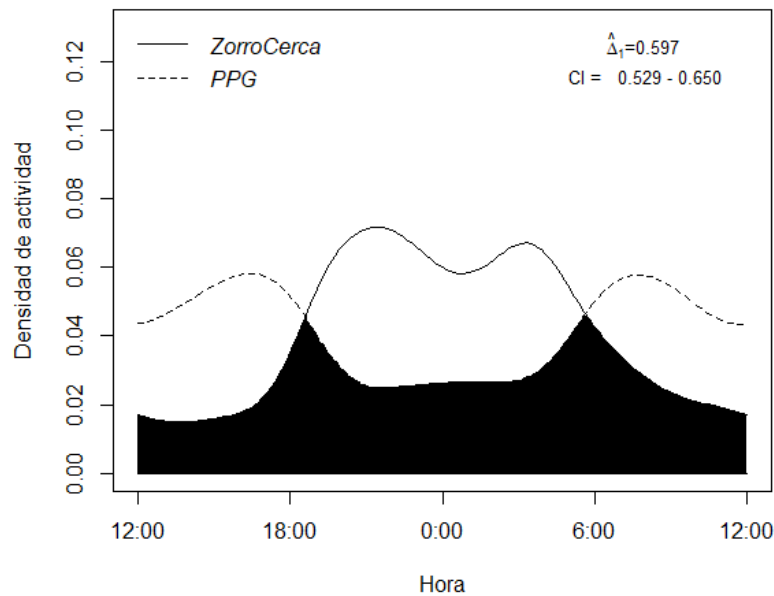
El patrón temporal de actividad obtenido a partir de los datos de las cámaras que se encontraban cerca del área que usa el PPG (n=6 cámaras), mostró también que la especie es principalmente nocturna, pero en este caso se observaron dos picos o cúmulos de actividad, uno a las 20 horas y otro a las 3 horas, aproximadamente (Figura 5.9A).

Los datos de las cámaras que se encontraban alejadas del PPG (n=14) mostraron que en estos sitios el patrón temporal de actividad del zorro presenta un sólo pico de actividad a las 20 horas aproximadamente (Figura 5.9B). Para ambos casos la distribución de los eventos resultó heterogénea a lo largo de las horas del día según el test de Rayleigh (Tabla 5.2).

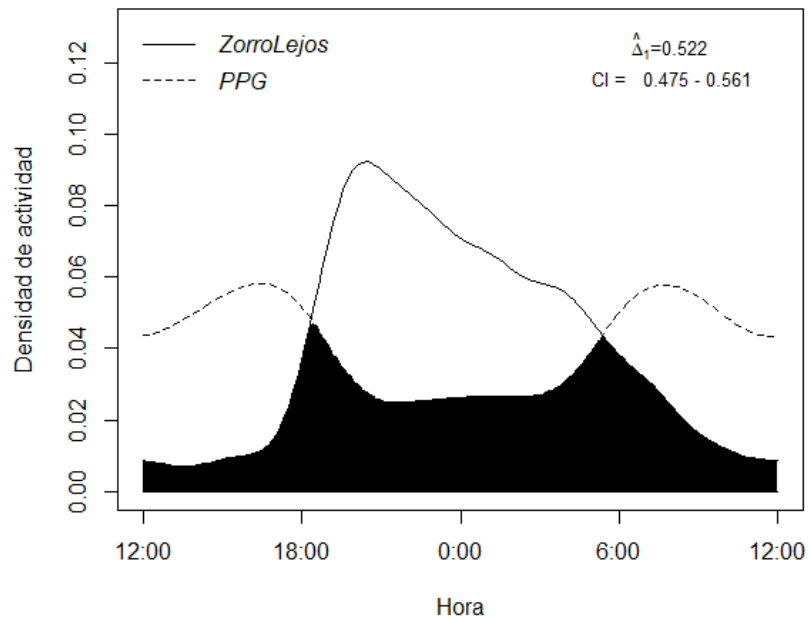
El patrón temporal de actividad del perro protector de ganado se calculó, analizando los eventos de todas las cámaras trampa de la grilla A, dando un patrón temporal de actividad con tendencia diurna y dos picos suaves de actividad a las 16 horas y a las 8 horas (Figura 5.9A). A pesar de que la forma de los patrones temporales de actividad del zorro pampeano entre cámaras cercanas y lejanas al PPG difieren, si se comparan los solapamientos entre estos y el patrón temporal de actividad del PPG se observa que los coeficientes de solapamiento no difieren significativamente, dando en ambos casos un solapamiento medio (Figuras 5.9A y B). Sin embargo, aunque los solapamientos son intermedios, el Test de Mardia-Watson-Wheeler da que el patrón temporal de actividad del zorro obtenido de las cámaras cercanas al PPG comparado con el patrón temporal de

actividad del PPG difieren significativamente ( $W= 1711,9$ ;  $p \text{ valor} < 2,2e-16$ ; Test de Mardia-Watson-Wheeler). Lo mismo ocurre cuando se compara el patrón temporal de actividad del zorro obtenido de las cámaras lejanas al PPG comparado con el patrón temporal del PPG que también presentan diferencias significativas ( $W=258,84$ ;  $p \text{ valor} < 2,2e-16$ ; Test de Mardia-Watson-Wheeler).

A



B



C

Figura 4.9: A) Solapamiento entre los patrones temporales de actividad obtenidos a partir de los sitios cercanos al área que frecuenta el PPG ( $n_{zo}=325$ ). B) Solapamiento entre los patrones temporales de actividad obtenidos a partir de los sitios más alejados ( $n_{zo}=1868$ ) con el patrón temporal de actividad del PPG ( $n_{ppg}=138$ ).

El coeficiente de superposición entre el patrón temporal de actividad de los zorros en la grilla B con el de la grilla A solapada, considerando solo las cámaras cercanas al PPG, resultó de  $\hat{\Delta}_1 = 0,843$  (Figura 5.10) y el Test de Mardia-Watson-Wheeler arrojó que las

curvas presentan diferencias significativas entre si ( $W= 636,66$ ;  $p \text{ valor} < 2,2e-16$ ; Test de Mardia-Watson-Wheeler). Las curvas de densidades presentan un patrón similar en su forma, dando que la especie es principalmente nocturna. Sin embargo, en la grilla B hay un leve desplazamiento de un pico de actividad hacia las 22 horas aproximadamente respecto al patrón temporal de actividad del zorro en la grilla A solapada. También se observó que hay un segundo cúmulo muy leve de actividad que se da a las 6 de la mañana, contrastado con el pico de actividad que hay en la grilla A solapada alrededor de las 3 de la mañana.

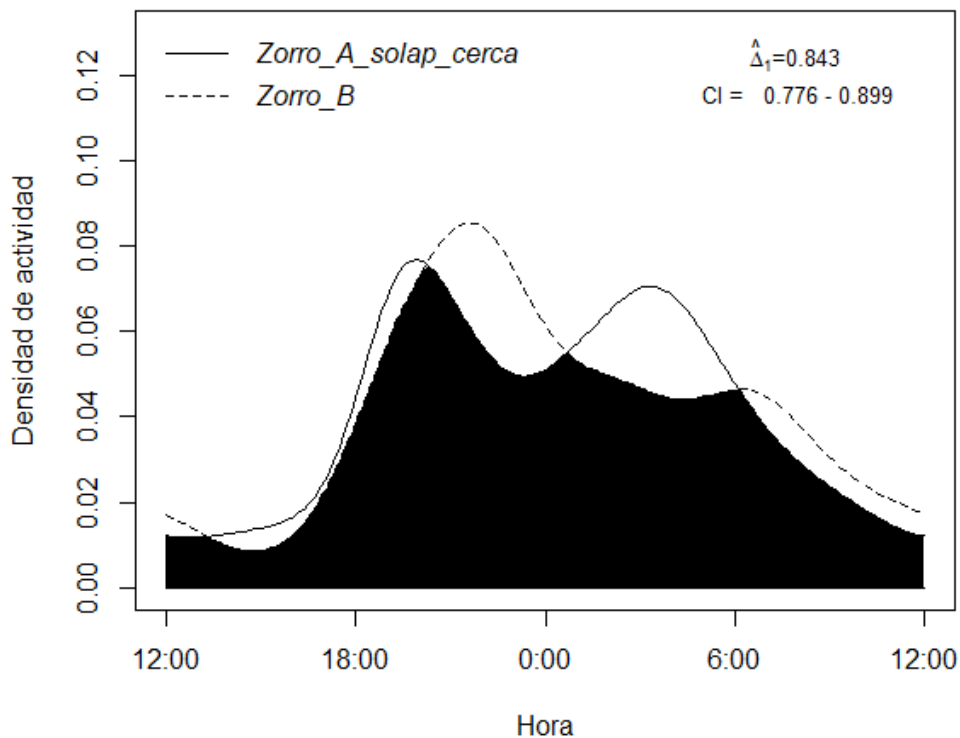


Figura 5.10: Solapamiento del patrón temporal de actividad de los zorros en la grilla B ( $n= 148$ ) con los zorros de la grilla A solapada ( $n=177$ ), considerando solo los sitios cercanos al PPG.

Al realizar la comparación entre el patrón temporal de actividad del zorro en la grilla B con el obtenido de la grilla A solapada, considerando solo las cámaras lejanas al PPG, el coeficiente de solapamiento es ligeramente mayor ( $\hat{\Delta}_1= 0,884$ , Figura 5.11) respecto a la comparación del patrón temporal de actividad obtenido con las cámaras cercanas al PPG ( $\hat{\Delta}_1= 0,843$ ). El Test de Mardia-Watson-Wheeler para esta comparación arrojó que existen diferencias significativas entre ambas curvas ( $W= 1061,9$ ;  $p \text{ valor} < 2,2e-16$ ; Test de Mardia-Watson-Wheeler). Sin embargo, se observa que, aunque los coeficientes de solapamiento son altos en ambos casos, la forma de los patrones de actividad en la comparación del patrón temporal de actividad obtenido de la grilla B con el patrón obtenido de las cámaras alejadas al PPG es más similar, coincidiendo en un sólo pico marcado de actividad.

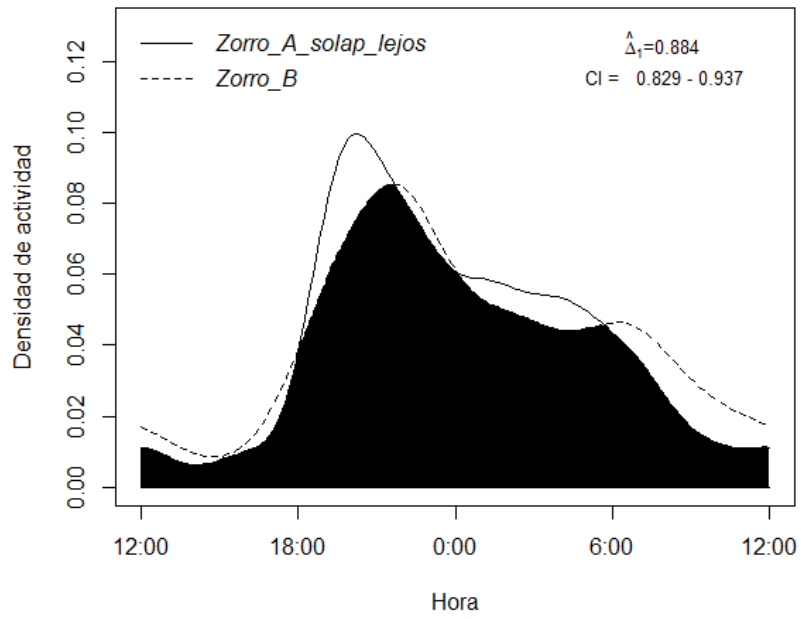


Figura 5.11: Solapamiento del patrón temporal de actividad de los zorros en la grilla B (n= 148) con los zorros de la grilla A solapada (n=947), considerando solo los sitios más alejados del PPG.

## USO DE HÁBITAT

A diferencia de la grilla A, en la grilla B y la grilla A solapada no se consideraron las variables tasa de captura de PPG y de puma, en cambio la tasa de captura del gato montés fue considerada en los tres grupos de datos donde esta variable fue de más del doble en la grilla B que en la grilla A y A solapada (Tabla 5.3). En cuanto a la proporción de monte, que al tratarse de los mismos sitios para la grilla A y A solapada es igual entre ellas, resultó de un poco más del doble respecto a la grilla B; en cambio, la proporción de cultivo en la grilla B resultó ser prácticamente del doble respecto a la grilla A y A solapada (Tabla 5.3).

Tabla 5.3: Resumen de las variables y sus características. Todas las distancias se refieren a las distancias de las cámaras trampa a la infraestructura más cercana y las proporciones se refieren a la proporción de cada tipo de cobertura en el área de 750 m de radio alrededor de la cámara trampa.

NOMBRE	SIGLA	GRILLA A		GRILLA A SOLAPADA		GRILLA B	
		MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
Tasa de captura del PPG	tcPPG	0,007	(0 - 0,49)	-	-	-	-
Tasa de captura de puma	tcPU	0,008	(0 - 0,03)	-	-	-	-
Tasa de captura de gato montés	tcGM	0,015	(0 - 0,06)	0,016	(0 - 0,07)	0,039	(0 - 0,24)
Distancia a la vivienda más cercana	CASA	2006,2	(498,2 - 3443,9)	2006,2	(498,2 - 3443,9)	1152,0	(521,5 - 2210,3)
Distancia al molino más cercano	MOL	1304,3	(659,8 - 2539,7)	1304,3	(659,8 - 2539,7)	1221,5	(102,9 - 2521,6)
Distancia al camino vecinal más cercano	dCV	3389,2	(1302,5 - 5636,2)	3389,2	(1302,5 - 5636,2)	869,3	(23,8 - 2228,4)
Distancia a la ruta	dRU	3600,9	(1080,5 - 5757,8)	3600,9	(1080,5 - 5757,8)	4695,0	(2584 - 6682,5)
Proporción de monte	MON	0,58	(0 - 1,3)	0,58	(0 - 1,3)	0,28	(0 - 0,81)
Proporción de cultivo	CUL	0,32	(0 - 0,78)	0,32	(0 - 0,78)	0,74	(0,3 - 1,08)
Proporción de pastizal	PAS	0,58	(0 - 1,47)	0,58	(0 - 1,47)	0,55	(0 - 1,11)
Proporción de pastizal con arbustos	P.ARB	0,30	(0 - 0,84)	0,30	(0 - 0,84)	0,24	(0 - 0,75)
Proporción de estructuras antrópicas	ANT	0,03	(0 - 0,27)	0,03	(0 - 0,27)	0,05	(0 - 0,22)
Índice de diversidad de hábitats	ID	0,89	(0,14 - 1,36)	0,89	(0,14 - 1,36)	0,80	(0,51 - 1,12)

*Grilla A completa:*

El análisis de las variables por medio de la matriz de correlación (Anexo V, Figura 5.1A) permitió determinar que se eliminaran cinco de ellas, por encontrarse altamente correlacionadas. Las ocho variables incorporadas en el MLG fueron: tasa de captura del PPG (TcPPG), tasa de captura de gato montés (TcGM), distancia a la casa (CASA), distancia al molino más cercano (MOL), distancia al camino vecinal más cercano (dCV), proporción de monte (MON), proporción de cultivo (CUL) e Índice de diversidad de hábitats (ID), tomando como variable respuesta el número de eventos de zorros.

La contribución de todas las variables explicativas resultó significativa, ya que los intervalos de confianza de las mismas no incluyeron el cero (Tabla 5.4).

Tabla 5.4: Modelo con las variables seleccionadas e intervalos de confianza de las mismas (2,5% y 97,5%). Valor Z: test estadístico Wald.

<b>Variables</b>	<b>Estimación</b>	<b>Error estándar</b>	<b>ICinf 2,5%</b>	<b>ICsup 97,5%</b>	<b>Tamaño del efecto de la diferencia de medias estandarizada (SMD)</b>	<b>IC 95%</b>	
(Int.)	-2,66	0,03	- 2,718	-2,597	-	-	
Tasa de captura PPG	-0,08	0,04	- 0,159	-0,012	-0,02	(-0,038; 0)	NS
Tasa de captura gato montés	0,44	0,04	0,368	0,506	0,146	(0,116; 0,18)	* +
Distancia a la casa	-0,72	0,05	- 0,814	-0,636	-0,136	(-0,149; -0,123)	* -
Distancia al molino	0,33	0,04	0,248	0,408	0,103	(0,077; 0,134)	* +
Distancia al Camino vecinal	-0,20	0,04	- 0,272	-0,133	-0,048	(-0,064; -0,03)	* -
Proporción de monte	0,20	0,03	0,143	0,256	0,059	(0,041; 0,077)	* +
Proporción de cultivo	-0,45	0,03	- 0,520	-0,389	-0,096	(-0,106; -0,085)	* -
Índice de diversidad	-0,54	0,04	- 0,614	-0,459	-0,11	(-0,123; -0,098)	* -

Luego del proceso de selección de modelos a partir de la función *dredge*, se obtuvieron dos modelos dentro del conjunto con delta AIC<sub>c</sub> > 2, por lo que se utilizó el promedio de ambos para obtener un modelo final para interpretar el efecto de las variables en esta grilla.

El modelo resultante muestra una relación positiva entre la variable respuesta (número de eventos de zorro pampeano) y la tasa de captura de gato montés, la distancia al molino

más cercano y la proporción de monte dentro del *buffer* de 750 metros alrededor de la cámara (Tabla 5.4). Esto indicaría que la probabilidad de ocurrencia de un evento de zorro aumenta en los sitios más cercanos al molino, con mayor proporción de monte y donde hay una mayor tasa de captura de gato montés.

Mientras que muestra una relación negativa con las variables tasa de captura del PPG, distancia a la casa, distancia al camino vecinal, proporción de cultivo e índice de diversidad de hábitats dentro del *buffer* (Tabla 5.4). En los sitios que mayor tasa de captura del PPG presentan, es menor la probabilidad de ocurrencia de un evento de zorro, lo mismo ocurre a menor distancia a la casa y al camino vecinal. A medida que aumenta la proporción de cultivo en los *buffers* alrededor de las cámaras y aumenta la diversidad de hábitats dentro de estos, disminuirían la cantidad de eventos de zorro.

#### *Comparación entre la grilla A solapada y B*

Para la grilla A solapada, de las 11 variables iniciales, luego de testear la correlación entre las mismas, cuatro variables fueron excluidas del modelo por presentar mayor correlación (Anexo V, Figura 5.1B). Siete variables explicativas fueron incorporadas al modelo resultando todas significativas (Tabla 5.5).

En el caso de la grilla B, dos fueron las variables excluidas por presentar correlación (Anexo V, Figura 5.1C). De las nueve que fueron incorporadas al modelo, sólo cinco resultaron significativas (Tabla 5.5).

Tabla 5.5: Comparación entre las variables que dieron significativas para la grilla A solapada y la grilla B, con sus intervalos de confianza (2,5% y 97,5%) y el signo (+), los recuadros verdes para las variables con correlación positiva con la variable respuesta y el signo (–) en los recuadros rojos para las negativas. Las celdas vacías corresponden a que las variables no resultaron explicativas en el modelo de cada grilla.

VARIABLE	GRILLA A SOLAPADA			GRILLA B		
	2,5%	97,5%		2,5%	97,5%	
Tasa de captura gato montés	0,365	0,621	+	0,458	0,970	+
Distancia al molino	0,090	0,302	+	0,128	0,920	+
Distancia a la casa	-0,930	-0,651	-			
Distancia al camino vecinal	-0,260	-0,076	-			
Proporción de monte	0,273	0,442	+			
Proporción de cultivo	-0,610	-0,384	-	-0,442	-0,040	-
Proporción de pastizal				-0,583	-0,050	-
Índice de diversidad	-0,361	-0,150	-	-0,710	-0,110	-



De todas las variables que resultaron significativas, sólo cuatro variables son comparables entre ambas áreas de muestreo. En ambos modelos se encuentra la *Tasa de captura de gato montés* y la *Distancia al molino más cercano* con influencia positiva sobre la ocurrencia del zorro pampeano. Por otro lado, la *Proporción de cultivo* y el *Índice de diversidad* influyen de manera negativa en ambas áreas de muestreo (Figura 5.12).

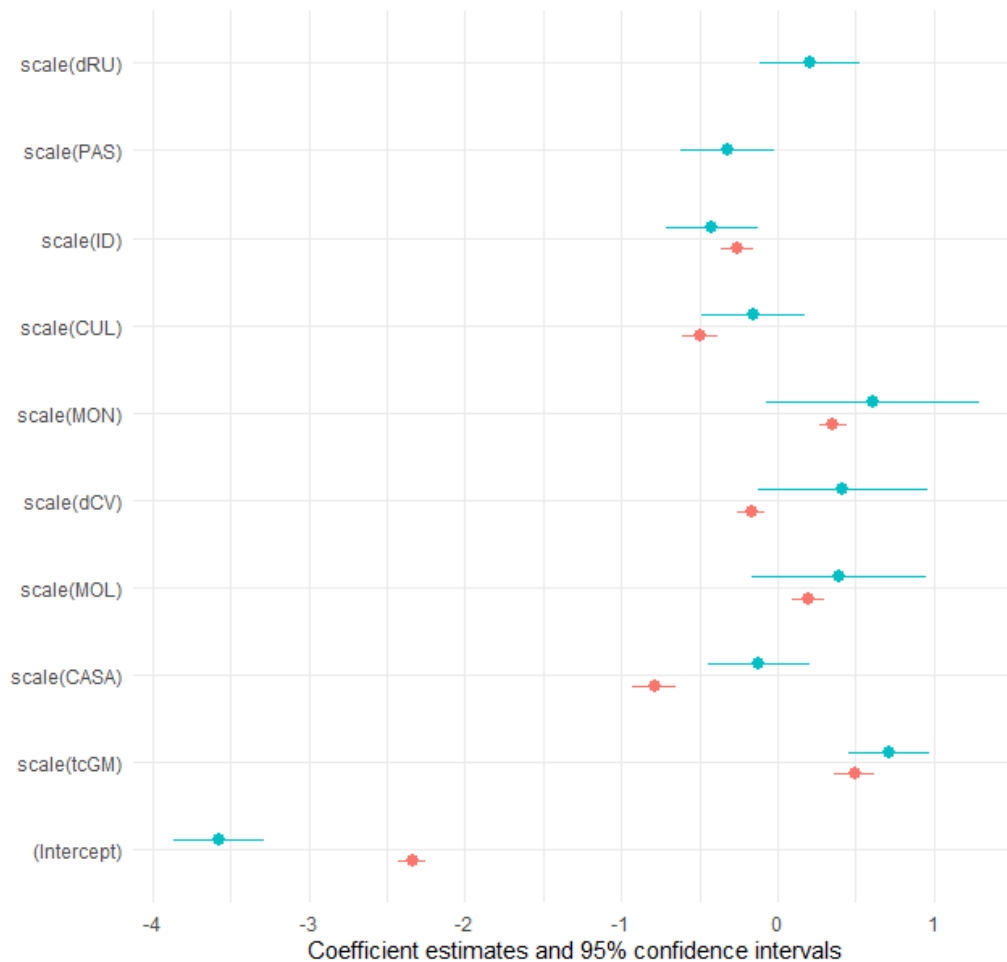


Figura 5.12: Representación gráfica de los resultados de los modelos comparados de la grilla A solapada (color celeste) y la grilla B (color rojo). Los puntos representan la estimación del coeficiente de cada variable (*Coefficient estimates*) y las líneas su intervalo de confianza al 95% (*Confidence intervals*). Significado de las siglas de las variables: scale(dRU): Distancia a la ruta; scale(PAS): Proporción de pastizal; scale(ID): Índice de diversidad de hábitats; scale(CUL): Proporción de cultivo; scale(MON): Proporción de monte; scale(dCV): Distancia al camino vecinal más cercano; scale(MOL): Distancia al molino más cercano; scale(CASA): Distancia a la vivienda más cercana; scale(tcGM): Tasa de captura de gato montés.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El patrón temporal de actividad de un animal está definido por la fase del día en la cual es más activo (Harmsen *et al.*, 2011). Algunas variables que pueden modificar la actividad de los carnívoros pueden ser la presencia de presas, la competencia intraespecífica e interespecífica por la presencia de otros predadores, y la presencia humana (van Dyke *et al.*, 1986; Gerber *et al.*, 2012; Díaz-Ruiz *et al.*, 2016).

El zorro pampeano presenta un patrón temporal de actividad crepuscular nocturno (Luengos Vidal, 2009; Di Bitetti *et al.*, 2009; Caruso *et al.*, 2016; Santo Domingo *et al.*, 2021); este capítulo aporta datos que respaldan esta información y se analiza si el mismo varió en presencia de una medida de mitigación no letal, específicamente el perro protector de ganado.

La presencia de ciertas presas y la interacción de estas con el zorro pampeano en estudio puede afectar el patrón temporal de actividad del mismo, como se ha determinado en trabajos realizados previamente en la misma área de estudio (Tedeschi, 2019). En el trabajo citado, para detectar el efecto potencial de la disponibilidad de presas en la actividad del zorro pampeano, se analiza la superposición en la actividad temporal entre el depredador y algunas de sus presas más frecuentes, pero los resultados no proporcionan una explicación clara de qué factor o factores pueden causar el patrón temporal de actividad nocturno del zorro pampeano en el área. También se encontró que la actividad no presenta variaciones a las fases de la luna durante la noche ni a las estaciones a lo largo del año (Tedeschi, 2019).

A partir de los resultados de la grilla A con datos de cuatro años de fototrampeo, se determinó que el patrón temporal de actividad del zorro pampeano es principalmente nocturno unimodal, con un pico de actividad entre las 19:00 a 20:00 horas, con actividad crepuscular y diurna. En los análisis parciales tanto de la grilla A como de la grilla B se vio que, si bien estos patrones generales se mantuvieron, se observan pequeñas variaciones que podrían ser adaptaciones a las distintas situaciones que caracterizan cada área. Estos datos, sumados a la información previa de la especie en lugares con características diversas (Di Bitteti *et al.*, 2009; Santo Domingo *et al.*, 2021), aportan a confirmar la gran adaptabilidad del zorro.

En cuanto al grado de solapamiento entre los patrones temporales de actividad del zorro pampeano con el patrón del PPG, utilizando datos de las cámaras cercanas y lejanas al área donde se encuentra el PPG con las ovejas en la grilla A, no se encontraron diferencias (en ambos casos el solapamiento es medio). Sin embargo, aunque el

solapamiento es similar si se compara la forma de las curvas de densidad obtenidas de los sitios más alejados con los cercanos al PPG, se observa que en los sitios cercanos el zorro presenta un patrón más uniforme durante las horas de la noche respecto a lo que ocurre en los sitios lejanos, donde hay un claro pico de actividad nocturna. Es posible que la diferencia entre las tasas de captura de la grilla A completa, cuando se separan los sitios cercanos (datos de seis cámaras con 325 eventos independientes de zorro) y lejanos (datos de 14 cámaras con 1868 eventos independientes de zorro) al área que utiliza el PPG, impacte de manera directa en los patrones temporales de actividad, ya que la cantidad de eventos de registro de zorro pampeano entre ambos grupos de datos difiere ampliamente. El patrón temporal de actividad del perro protector de ganado fue similar al descrito para esta raza de perros (Maremmano) en Australia, donde presentaron un pico de actividad temprano en la mañana y al final de la tarde, acompañando la actividad típica de las ovejas que protege (van Bommel y Johnson, 2014).

Comparando el patrón temporal de actividad obtenido a partir de los tres grupos, la grilla B, la grilla A solapada con cámaras cercanas y grilla A solapada con cámaras lejanas, con el patrón del PPG, los tres análisis presentaron un solapamiento alto, pero también se observó una diferencia en la forma de las curvas obtenidas. El patrón de densidad obtenido de los sitios alejados al PPG fue más parecido en su forma al obtenido de la grilla B, aunque en este último existió un desplazamiento de dos horas del mayor pico de actividad nocturna. uniforme durante las horas de la noche. Durante las horas del día la presencia humana en estos establecimientos se intensifica, los zorros probablemente eviten la exposición a las personas, con el riesgo que esto implicaría para su supervivencia. Como se ha visto en otros carnívoros, la perturbación humana puede influenciar los patrones temporales de actividad de los predadores haciendo que estos respondan cambiando hacia la nocturnidad, pero esto depende de la tolerancia de la especie a la perturbación (Gaynor *et al.*, 2018). Estos cambios se pueden observar de manera más marcada en los establecimientos ganaderos (EA) de la grilla B, donde el patrón temporal de actividad nocturno presentó un corrimiento en los cúmulos de densidad de eventos de zorros respecto a lo observado en la grilla A. Además, la grilla B presentaba más perturbación humana diurna debido a que hay más movimiento en los caminos vecinales que rodean dichos EA y también mayor intensidad de caza, por lo que el patrón temporal de actividad del zorro coincidiría con lo descrito por Santo Domingo *et al.* (2021), en donde la especie concentra su actividad durante la noche haciéndose menos crepuscular.

Durante las horas del día, particularmente durante el verano, la temperatura es muy alta y es posible que los zorros sincronicen su actividad con la de sus presas. En el trabajo mencionado anteriormente de Tedeschi (2019) se encontró una alta superposición entre el

patrón temporal de actividad de esta especie con una de sus presas, la liebre europea (*Lepus europaeus*), que concentra su actividad en los períodos crepusculares (antes y después de la puesta y salida del sol), pero es mayoritariamente nocturna. Esta presa es un ítem importante de alimentación para el zorro pampeano (Crespo, 1971) y, en particular, en el área de estudio se ha observado con datos de las cámaras trampa a zorros transportando diferentes presas, entre ellas liebres. Un trabajo de revisión sobre la importancia de la introducción de mamíferos exóticos para los carnívoros terrestres en América del Sur, encontró que los zorros pampeanos consumen presas exóticas con más frecuencia que las otras especies de carnívoros evaluadas en el estudio (Buenavista y Palomares, 2017).

Desde un punto de vista biológico, el uso que hace un animal del hábitat disponible puede considerarse el resultado de opciones en diferentes niveles (Johnson, 1980). Los individuos de cualquier especie utilizarán sitios donde encuentren los recursos necesarios para desarrollarse, reproducirse y sobrevivir. Las variables que influyen de manera positiva o negativa al uso del espacio indicarían las adaptaciones del zorro pampeano para estar presente en un área determinada. Los resultados respecto a las variables ambientales indicaron que la proporción de cultivo influye de manera negativa sobre el uso del hábitat para el cánido. Estas áreas no sólo se encuentran más cercanas a la vivienda (variable que también afecta de manera negativa la ocurrencia de la especie) sino que, al presentar vegetación de baja altura y mayor presencia humana, ´podrían representar sitios que se corresponden al “paisaje del miedo”.

El término “paisaje del miedo” fue acuñado por Laundré *et al.* (2001) y Altendorf *et al.* (2001) como un modelo visual necesario para explicar cómo el miedo podría modificar el uso de áreas por parte de un animal en su intento de reducir la vulnerabilidad a los depredadores. Por esto se entiende que las variables proporción de cultivo y distancia a la casa, afecten de manera negativa a la presencia del cánido. Sin embargo, no es nula la actividad de los zorros en estas áreas, pero es menor que en otros sitios, lo que respalda de alguna forma la tolerancia que presenta a las actividades humanas. La proporción de monte influyó positivamente sobre el uso del hábitat por el zorro. El monte es el tipo de hábitat que presenta mayor cobertura de vegetación en los sitios de muestreo y brinda un espacio de protección y desplazamiento para los carnívoros en general. Otros estudios (Redford y Eisenberg, 1992; Lucherini y Luengos Vidal, 2008; Di Bitetti *et al.*, 2009; Caruso, 2015), asocian a *L. gymnocercus* a espacios más abiertos, como pastizales, con presencia de ganado doméstico. En este trabajo la influencia positiva del monte sobre la presencia del zorro pampeano podría verse asociada a que estas áreas son las más alejadas de la perturbación antrópica y de los sitios donde están presentes las ovejas junto al PPG.

Asociado también a las áreas donde predomina la vegetación típica de monte, se encuentra una relación positiva entre la “*tasa de captura de gato montés*” y la presencia del zorro pampeano. En investigaciones previas se determinó que *L. geoffroyi* muestra una respuesta positiva hacia áreas dominadas por gran cobertura vegetal (Manfredi *et al.*, 2006; Caruso, 2015). Además, Caruso (2015) encontró un solapamiento muy alto, tanto espacial como temporal, entre *P. gymnocercus* y *L. geoffroyi* donde se plantea que esto podría deberse a la diferencia en la utilización de los recursos tróficos por parte de estas dos especies. Por un lado, el zorro pampeano, como se menciona previamente, es un carnívoro generalista y presenta cierta flexibilidad para adaptarse a las variaciones estacionales en la abundancia de sus presas (Lucherini y Luengos Vidal, 2008). En cambio, el gato montés presenta una dieta mucho más especializada y exclusivamente carnívora (Manfredi *et al.*, 2004). Los estudios de dieta de estas especies en la provincia de Buenos Aires mostraron diferencias notables en sus hábitos alimenticios (Manfredi *et al.*, 2004; Birochio, 2008; Canel *et al.*, 2016).

Los datos recolectados en esta tesis muestran, además, que el zorro, en el Espinal del sudoeste bonaerense, utiliza aquellas áreas con menor diversidad ambiental, ya que la variable “*Índice de diversidad*” mostró una influencia negativa sobre la presencia del zorro. Respaldao este resultado se observó que las áreas asociadas a las cámaras (*buffers*) menos diversas eran las que contenían mayor proporción de monte.

Respecto a la comparación entre los datos de la grilla B y la grilla A solapada, cuatro variables resultaron significativas en los modelos para ambos sitios: *Tasa de captura de gato montés*, *Distancia al molino más cercano*, *Proporción de cultivo* e *Índice de diversidad*. El objetivo de esta comparación fue determinar si, ante las condiciones diferentes entre los sitios, existían variaciones en las variables que determinaban el uso del hábitat, ya que los establecimientos ganaderos que pertenecían a la grilla B eran establecimientos ganaderos muy cercanos al pueblo, sin medidas de mitigación no letales como el uso de perro protector de ganado y en ninguna de estas cámaras hubo presencia de *Puma concolor*. Los resultados mostraron que las cuatro variables influyeron de igual manera en ambas grillas. A pesar de que la cobertura de cultivo es diferente en ambas grillas (Tabla 5.3), impactó de manera negativa a la ocurrencia del zorro pampeano. Si se considera que las áreas con cobertura de vegetación abierta representan una amenaza para el zorro por encontrarse más expuestos, se registró que la especie no realiza un uso diferencial de este tipo de hábitat incluso en sitios donde se practica su caza (Santo Domingo *et al.*, 2021).

El hecho de que el patrón temporal de actividad del zorro pampeano en ambos sitios de muestreo, así como las variables que influyen en su presencia, no variaron significativamente, nos da un indicio de que la presencia del PPG no afectaría en forma directa la ecología de la especie. La variable “*tasa de captura del PPG*” influyó de manera negativa sobre la ocurrencia del zorro, pero se observó que esta variable está relacionada con la proporción de cultivo y la distancia a la casa y, ambas variables, también resultaron influir de manera negativa sobre la presencia del zorro. Tanto la proporción de cultivo como la distancia a la casa son variables que están relacionadas a la presencia humana y de perros domésticos y, aunque no influyeron de manera directa en la presencia del zorro, pueden estar afectando su abundancia por medio de la persecución y caza dado que en la grilla B la tasa de captura del zorro (n° de eventos de zorro/días de actividad de la cámara) fue tres veces menor que en la grilla A solapada. Los EA que conformaron la grilla B, además, eran muy cercanos al pueblo y rodeados de caminos vecinales muy transitados, lo que posiblemente afecte también la menor densidad de eventos de zorros hallados en estos sitios.

En general, se considera que los PPG protegen a las ovejas por medio de la marcación del territorio que habitan y, de esta forma, ahuyentan a los predadores (van Bommel y Johnson, 2017). Sin embargo, se conoce que algunas razas de PPG también actúan frente a una amenaza en el momento en que ocurre a través de vocalizaciones y persecución, acompañado del comportamiento de rebaño que poseen las ovejas se logra eludir un posible ataque, aunque esto no previene o desalienta que, por ejemplo, otros cánidos realicen excursiones en las proximidades (Allen *et al.*, 2016). Un estudio realizado en Australia por Allen y colaboradores (2016), comparó la actividad de perros protectores de ganado ovino de la raza Maremmano (misma raza que en este trabajo) en relación a dingos (*Canis lupus dingo*). Los dingos realizaban incursiones al área donde se encontraban los PPG con la majada de ovejas, y la forma de proteger al ganado de estos predadores era mantenerse cercanos al mismo realizando ladridos direccionales y ahuyentándolos sin alejarse. Dado que la mayoría de la bibliografía se centra en tratar de entender si los PPG funcionan como una medida de mitigación, pero no su real efecto sobre la fauna, los datos de esta tesis corroboran lo observado por Allen *et al.* 2016 sobre la interacción de la raza Maremmano con otro cánido como el zorro pampeano. Contrario a la que se puede suponer y al efecto de otras actividades antrópicas, el patrón temporal de actividad de los zorros pampeanos no varió significativamente entre sitios con y sin presencia de PPG y tampoco las variables que influyeron en la ocurrencia de *L. gymnocercus* en ambos sitios de muestreo (grilla A y B). Se concluye que, aunque la variable “*tasa de captura de PPG*”, influye de manera negativa en los sitios con PPG (grilla

A), no se encuentra mayor presencia de los zorros pampeanos en grilla B, donde no se utiliza PPG y se utiliza la caza como medida de mitigación del conflicto la cual podría estar influyendo en esta observación, y tampoco diferencias respecto a las demás variables y que, a pesar de haber sido el PPG una medida de mitigación efectiva en la CEP, la abundancia de zorros pampeanos es mayor pero la tasa de ataque o de pérdidas disminuyó.

## BIBLIOGRAFÍA

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6): 716-723.
- Allen, L.R., Stewart-Moore, N., Byrne, D., y Allen, B.L. (2016). Guardian dogs protect sheep by guarding sheep, not by establishing territories and excluding predators. *Animal Production Science*, 57(6): 1118-1127.
- Altendorf, K.B., Laundré, J.W., López González, C.A., y Brown, J.S. (2001). Assessing effects of predation risk on the foraging behavior of mule deer. *Journal of Mammalogy*, 82: 430-439.
- Barton, K. (2009) Mu-MIn: Multi-model inference. R Package Version 0.12.2/r18.
- Batschelet, E. (1981) *Circular Statistics in Biology*. Academic Press, London.
- Birochio, D. (2008). *Ecología trófica de *Lycalopex gymnocercus* en la región pampeana: un acercamiento inferencial al uso de los recursos* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Buenavista, S. y Palomares, F. (2017). The role of exotic mammals in the diet of native carnivores from South America. *Mammal Review*, 48: 37–47.
- Burnham, K.P. y Anderson, D.R. (2003). *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach* Springer. New York, USA.
- Bustamante C., Porini G., y Bó, R.F. (2010). Evaluación preliminar de la situación y recomendaciones de manejo para el zorro gris pampeano en la Provincia de Buenos Aires. XXIII Jornadas SAREM, Bahía Blanca, Argentina.
- Canel, D., Scioscia, N.P., Denegri, G.M., y Kittlein, M. (2016). Dieta del zorro gris pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) en la provincia de Buenos Aires. *Mastozoología Neotropical*, 23(2): 359-370.
- Caravaggi, A., Gatta, M., Vallely, M.C., Hogg, K., Freeman, M., Fadaei, E., y Tosh, D.G. (2018). Seasonal and predator-prey effects on circadian activity of free-ranging mammals revealed by camera traps. *PeerJ*, 6, e5827.
- Caruso, N. (2015). *Factores determinantes de la distribución de cuatro especies de carnívoros en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Caruso, N., Lucherini, M., Fortin, D., y Casanave, E.B. (2016). Species-specific responses of carnivores to human-induced landscape changes in central Argentina. *PLOS ONE*, 11(3), e0150488.
- Caruso, N., Luengos Vidal, E.M., Lucherini, M., Guerisoli, M.M., Martinez, S., y Casanave, E.B. (2017). Carnívoros en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires: ecología y conflictos con los ganaderos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 43: 165–174.
- Cohen, L., Jarvis, P., y Fowler, J. (2013). *Practical statistics for field biology*. John Wiley y Sons. New York. USA.



- Crespo, J.A. (1971). Ecología del zorro gris *Dusicion gymnocercus antiquus* (Ameghino) en la provincia de La Pampa. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, Ecología, 5: 147–205.
- Crooks, K.R. y Soulé, M.E. (1999). Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. Nature, 400: 563–566.
- Daan, S. (1981). Adaptive daily strategies in behaviour. En: Biological Rhythms. Eds. Aschorr, J. Springer, Boston, MA.USA.
- Di Bitetti, M.S., Di Blanco, Y.E., Pereira, J.A., Paviolo, A., y Jiménez Pérez, I. (2009). Time partitioning favors the coexistence of sympatric crab-eating foxes (*Cerdocyon thous*) and pampas foxes (*Lycalopex gymnocercus*). Journal of Mammalogy, 90: 479–490.
- Di Stefano, J. (2004). A confidence interval approach to data analysis. Forest Ecology and Management, 187(2): 173-183.
- Díaz-Ruiz, F., Caro, J., Delibes-Mateos, M., Arroyo, B., y Ferreras, P. (2016). Drivers of red fox (*Vulpes vulpes*) daily activity: prey availability, human disturbance or habitat structure? Journal of Zoology, 298(2): 128-138.
- Dobson, A.J. y Barnett, A.G. (2018). An introduction to generalized linear models. CRC Press. New York. USA.
- Downes, S. (2001). Trading heat and food for safety: costs of predator avoidance in a lizard. Ecology, 82: 2870–2881.
- Farías, A.A. (2000). Composición y variación estacional de la dieta del zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en la laguna Mar Chiquita (Provincia de Buenos Aires, Argentina) (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.
- Farías, A.A. y Kittlein, M.J. (2008). Small-scale spatial variability in the diet of pampas foxes (*Pseudalopex gymnocercus*) and human-induced changes in prey base. Ecological Research, 23: 543-550.
- Garshelis, D.L. (2000). Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. En: Research techniques in animal ecology: controversies and consequences. Eds. Boitani, L., y Fuller, T. Columbia University Press, New York, New York, USA.
- Gaynor, K.M., Hohnowski, C.E., Carter, N.H., y Brashares, J.S. (2018). The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. Science, 360(6394): 1232-1235.
- Gerber, B.D., Karpanty, S.M., y Randrianantenaina, J. (2012). Activity patterns of carnivores in the rain forests of Madagascar: implications for species coexistence. Journal of Mammalogy, 93(3): 667-676.
- Gittleman, J.L. (1986). Carnivore life history patterns: allometric, phylogenetic, and ecological associations. American Naturalist, 127: 744-771.
- Halle, S. (2000): Ecological relevance of daily activity patterns. En: Activity Patterns in Small Mammals: An Ecological Approach. Eds. Halle, S., Stenseth, N.C. Springer, New York, USA.

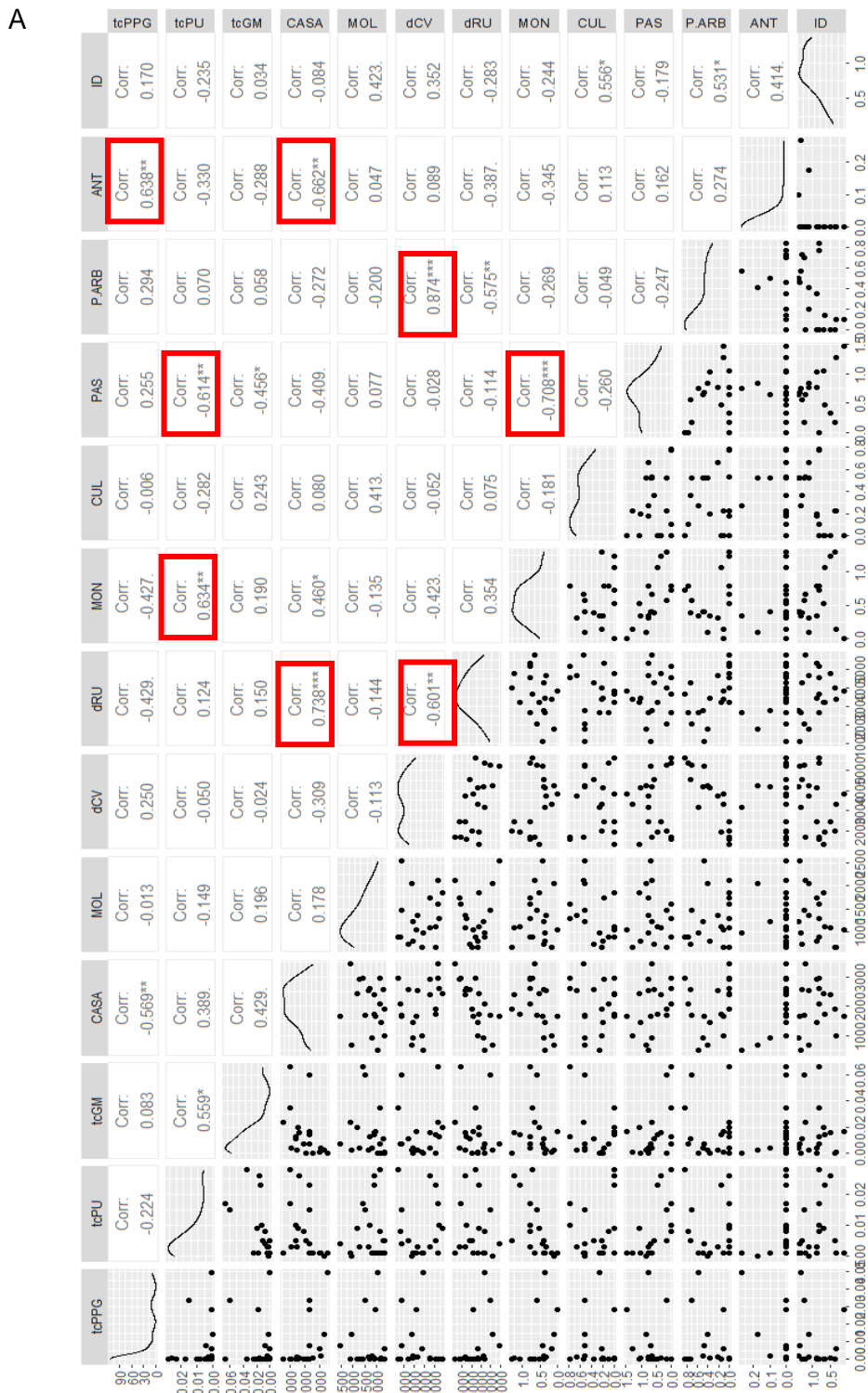
- Halle, S. y Stenseth, N.C. (2000): Introduction. In: Activity Patterns in Small Mammals: An Ecological Approach. Eds. Halle, S., Stenseth, N.C. Springer, New York, USA.
- Harmsen, B.J., Foster, R.J., Silver, S.C., Ostro, L.E.T., y Doncaster, C.P. (2011). Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology*, 76: 320–324.
- Hut, R.A., Kronfeld-Schor, N., van der Vinne, V., y De la Iglesia, H. (2012). In search of a temporal niche: environmental factors. *Progress in Brain Research*, 199: 281-304.
- Jammalamadaka, S.R. y SenGupta, A. (2001). Topics in Circular Statistics, Sections 3.3.2 and 3.4.1, World Scientific Press, Singapore, Singapore.
- Johnson, D.H. (1980). The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61: 65-71.
- Kavanau, J.L. (1971). Locomotion and activity phasing of some medium-sized mammals. *Journal of Mammalogy*, 52: 386-403.
- Kavanau, J.L. y Ramos, J. (1975). Influences of light on activity and phasing of carnivores. *American Naturalist*, 109: 391-418.
- Kitchen, A.M., Gese, E.M., y Schauster, E.R. (2000). Changes in coyote activity patterns due to reduced exposure to human persecution. *Canadian Journal of Zoology*, 78: 853-857.
- 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. *Nature Scientific Reports*, 8: 4173.
- Laundré, J.W., Hernández, L., y Altendorf, K.B. (2001). Wolves, elk, and bison reestablishing the “landscape of fear” in Yellowstone National Park, USA. *Canadian Journal of Zoology*, 79:1401-1409.
- Legendre, P. y Legendre, L. (1998). Numerical ecology: developments in environmental modelling. *Developments in Environmental Modelling*, 20(1).
- Linkie, M. y Ridout, M.S. (2011). Assessing tiger-prey interactions in Sumatran rainforests. *Journal of Zoology*, 284: 224-229.
- Lucherini, M., Pessino, M., y Farias A.A. (2004). Pampas fox (*Pseudalopex gymnocercus*). En: Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan. Eds. Sillero Zubiri, C., Hoffmann, M. y Macdonald, D. WIUCN/SSC Canid Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Lucherini, M. y Luengos Vidal, E.M. (2008). *Lycalopex Gymnocercus* (Carnivora: Canidae). *Mammalian Species*, 820(1): 1.-9.
- Luengos Vidal, E.M. (2009). Organización social y espacial de *Pseudalopex gymnocercus* en los pastizales pampeanos (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Luengos Vidal, E.M., Sillero-Zubiri, C., Marino, J., Casanave, E.B., y Lucherini, M. (2012). Spatial organization of the Pampas fox in a grassland relict of central Argentina: A flexible system. *Journal of Zoology*, 287(2): 133-141.

- Manfredi, C., Lucherini, M., Canepuccia, A.D., y Casanave, E.B. (2004). Geographical variation in the diet of Geoffroy's cat (*Oncifelis geoffroyi*) in pampas grassland of Argentina. *Journal of Mammalogy*, 85: 1111-1115.
- Manfredi, C. Soler, L., Lucherini, M., y Casanave, E.B. (2006). Home range and habitat use by Geoffroy's cat (*Oncifelis geoffroyi*) in a wet grassland in Argentina. *Journal of Zoology*, 268: 381-387.
- Meredith, M. y Ridout, M. (2021). Overview of the overlap package. (<https://cran.r-project.org/web/packages/overlap/vignettes/overlap.pdf>)
- Montenegro, J. y Acosta, A. (2008). Programa innovador para evaluar uso y preferencia de hábitat. *Universitas Scientiarum*, 13(2): 208-217.
- Monterroso, P., Alves, P.C., y Ferreras, P. (2013). Catch me if you can: diel activity patterns of mammalian prey and predators. *Ethology*, 119(12): 1044-1056.
- O'Connell, A.F., Nichols, J.D., y Karanth, K.U (2011). *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer Science & Business Media., Berlin. Alemania.
- Pulliam, H.R. y Dunning, J.B. (1997). Demographic processes: population dynamics on heterogeneous landscapes (pp. 179-205). En: *Principles of conservation biology* (2d. ed.; 729 pp.). Eds. Meffe, G.K., y Carroll, C.R. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, EEUU.
- QGIS Development Team. (2018). QGIS Geographic Information System. QGIS version 3.10.0-A Coruña. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- R Development Core Team. 2021. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Redford, K.H. y Eisenberg, J.F. (1992). *Mammals of the neotropics, the southern cone*. The University of Chicago Press, Chicago. USA.
- 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.
- Santo Domingo, A.D., Caruso, N.C., Guerisoli, M.M, Lucherini, M., y Luengos Vidal, E.M. (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.
- Shannon C.E. y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois, USA.
- Tedeschi, L. (2019). *Pattern di attività della volpe delle Pampas (Lycalopex gymnocercus) e delle sue prede principali nei terreni coltivati della provincia di Buenos Aires, Argentina (Tesis de maestría)*. Sapienza Università di Roma, Roma, Italia.

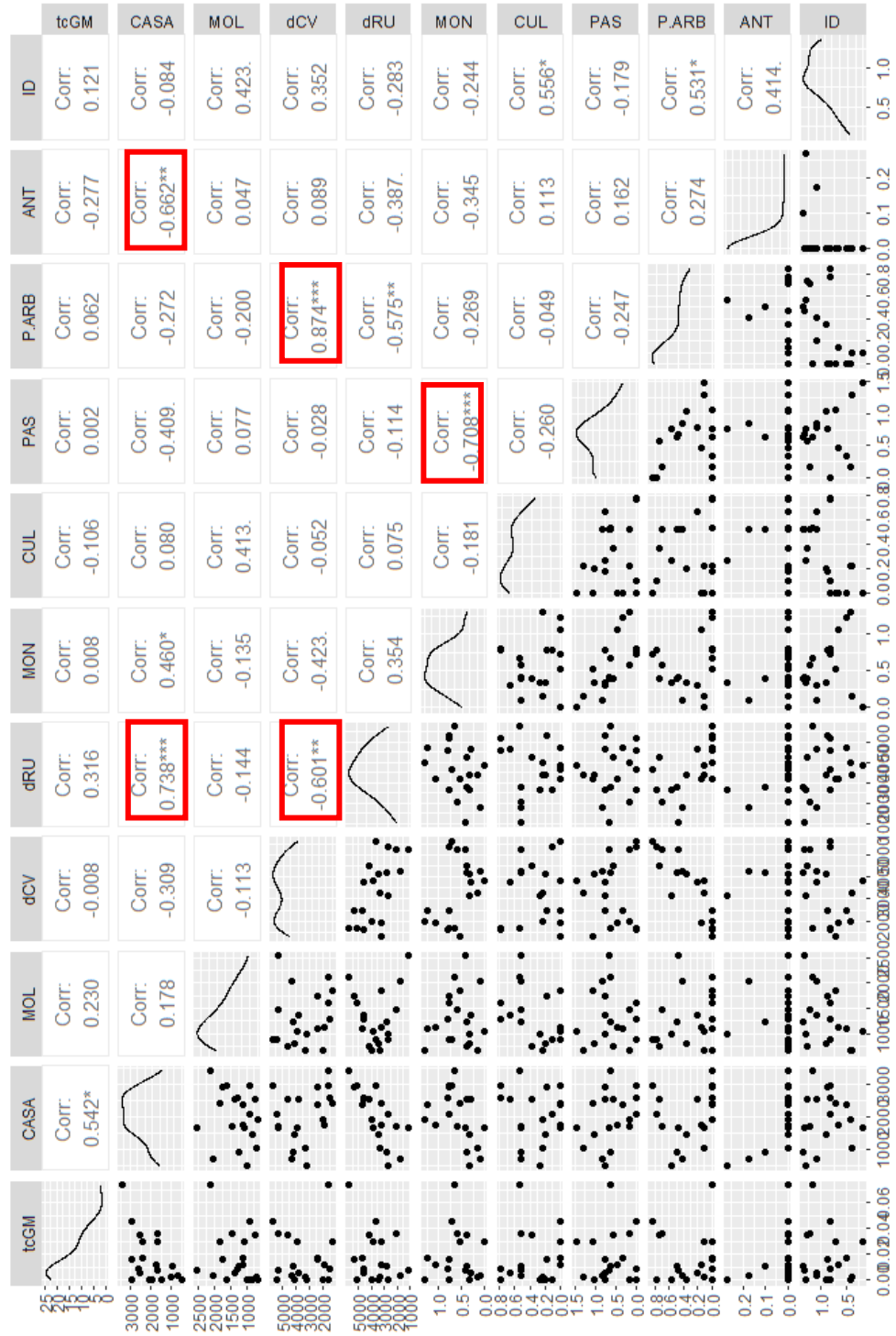
- van Bommel L. y Johnson, C.N. (2014). Where do livestock guardian dogs go? Movement patterns of free-ranging Maremma sheepdogs. *PLOS ONE*, 9(10), e111444.
- van Bommel, L. y Johnson, C.N. (2017). Olfactory communication to protect livestock: dingo response to urine marks of livestock guardian dogs. *Australian Mammalogy*, 39(2): 219-226.
- van Dyke, F.G., Brocke, R.H., y Shaw, H.G. (1986). Use of road track counts as indices of mountain lion presence. *Journal of Wildlife Management*, 50(1): 102-109.
- 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.
- Zar, J.H. (2010). *Biostatistical analysis* Prentice Hall, Inc. New Jersey. USA.
- 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.
- 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. USA.

## ANEXO V

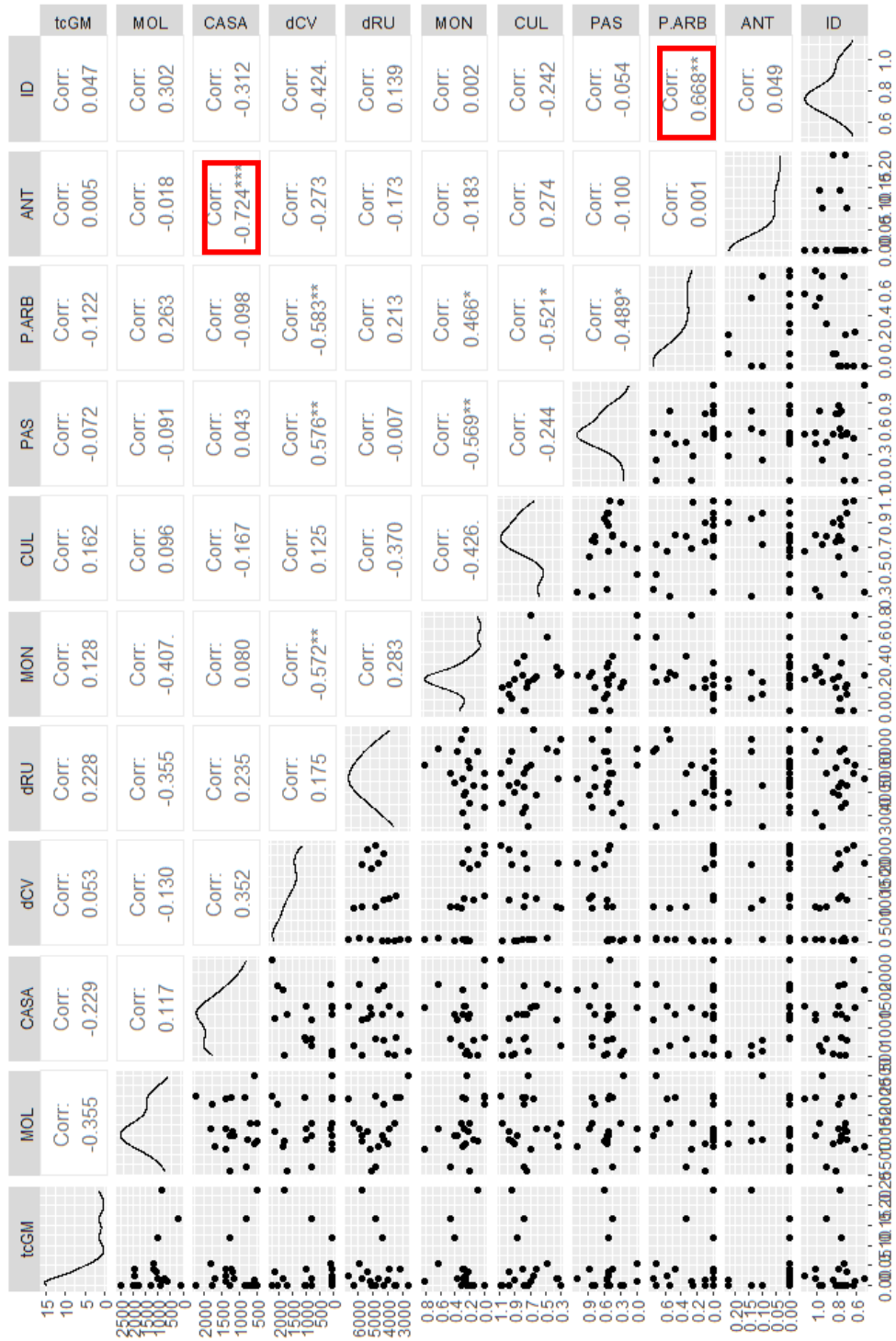
Figura 5.1: Matrices de correlación entre las variables explicativas, en los recuadros rojos están marcadas las correlaciones altas entre las variables que determinaron la exclusión de algunas de ellas en los modelos. A) Matriz de la grilla A completa, B) Matriz de la grilla A solapada, C) Matriz de la grilla B.



B



C





## CAPÍTULO VI

---

### Discusión y conclusiones generales



El control letal de depredadores suele ser costoso y muchas veces inefectivo, sobre todo con algunas especies de carnívoros en cuyas poblaciones se producen procesos compensatorios como el aumento de la reproducción y la inmigración (por ejemplo: *Canis mesomelas*, Minnie *et al.*, 2016; *Puma concolor*, Llanos *et al.*, 2020). Además, muchas formas de control letal, como el envenenamiento y algunas formas de captura, son indirectas y afectan una gran parte de la biodiversidad asociada (Ogada, 2014, Mateo Tomás *et al.*, 2020). Entre las alternativas al control letal existen las medidas no letales, o medidas basadas en la disuasión como el uso de los perros protectores de ganado (PPG).

Los PPG representan una herramienta que se utiliza en diferentes partes del mundo desde hace miles de años (Coppinger y Coppinger, 2001); sin embargo, en nuestro país su implementación es más reciente, pero sus resultados son prometedores (Fernández Arhex *et al.*, 2015). Los posibles efectos ecológicos, tanto positivos como negativos, de una medida de mitigación como el PPG sobre la fauna han sido poco explorados en forma empírica (Smith *et al.*, 2020). La evaluación en forma conjunta y directa del PPG y los predadores (por ejemplo, a través de radiotransmisores) representa un gran desafío que solo se ha logrado con dingos (*Canis lupus dingo*) y PPG en Australia (Allen *et al.*, 2016), donde el desarrollo de investigaciones sobre esta medida de mitigación no letal posee una larga trayectoria en investigación.

Esta tesis aporta información relevante acerca de los efectos que tiene el uso de PPG sobre *Lycalopex gymnocercus*, el cánido más abundante y una de las especies más conflictivas con la ganadería ovina en Sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Caruso *et al.*, 2016). Se estudió el impacto del PPG sobre aspectos ecológicos del zorro, tales como el patrón temporal de actividad, el uso de hábitat y del espacio, comparándolos con los del PPG y la majada; y se evaluó la conformidad y aceptación por parte de los productores que implementaron la herramienta.

El análisis de las encuestas realizadas a productores localizados en los partidos de Villarino y Patagones que optaron por usar PPG para mitigar la predación, evidenció que la mayoría de ellos están satisfechos con el funcionamiento de los PPG y que, a pesar de que en algunos casos hubo problemas, estos se debieron principalmente a fallas humanas en la impronta o manejo del perro protector.

Entre los problemas reportados y asociados al comportamiento de los PPG se mencionó que el PPG se quedaba en la vivienda o se alejaba demasiado de la majada, llegando hasta campos aledaños donde vigilaba a otras ovejas; esto puede deberse a que formó un vínculo más fuerte con la persona encargada del establecimiento que con las ovejas o, en el otro caso, que no logró formar un vínculo fuerte con la majada durante el período de

impronta. En algunos casos, también se manifestó que los PPG jugaban o mordían a los corderos u ovejas durante los primeros meses, siendo este un tipo de comportamiento que puede corregirse con un seguimiento por parte de la persona encargada de monitorear al PPG. Estos reportes de fallas en la implementación de los perros protectores de ganado se observaron también en otras áreas donde se evaluó la eficiencia de los PPG a través de encuestas a los productores usuarios de esta herramienta (Marker *et al.*, 2005; Potgieter *et al.*, 2016; van Der Weyde *et al.*, 2019).

La diversidad en los sistemas de producción ganadera asociados a diferentes ambientes implica que no todas las estrategias de mitigación de conflictos con carnívoros puedan ser aplicadas de manera exitosa. La implementación de los PPG en el SO bonaerense no había sido evaluada en detalle y no existían certezas sobre su efectividad en la región. Los sistemas de producción ganadera ovina en esta región se caracterizan por ser poco extensos, con establecimientos generalmente menores a 2000 ha y majadas que promedian las 500 ovejas (rango=80-2000). En este trabajo se registró que el tamaño del *home range* (HR) de la oveja, como se esperaba, estuvo altamente asociado a los cuadros en los que pastoreó durante los meses de monitoreo y fundamentalmente se observó que realizó un uso homogéneo del espacio, como suele ocurrir en majadas compuestas por individuos de distintas edades (Di Virgilio y Morales, 2016). También se vio que el HR del PPG presentó tamaños similares al de la oveja, para los períodos de seguimiento (parición y no parición); sin embargo, a diferencia de la oveja, el PPG podría trasladarse por fuera de los cuadros donde permanece la majada, pero solo se alejó poca distancia y en pocas ocasiones. Estas salidas (excursiones) fuera del área de la majada eran esperables no solo por su función de protección, sino por sus altos requerimientos energéticos, al tratarse de un carnívoro, que podrían haberlo forzado a recorrer áreas mayores como ha sido documentado en otros carnívoros de tamaño mediano y grande (Gittleman y Harvey, 1982, Tucker *et al.*, 2014). Sin embargo, en este caso el PPG no tuvo la necesidad de realizar una búsqueda activa de alimento ni de agua ya que estos recursos estuvieron disponibles *ad libitum*, en los mismos cuadros donde se encontraban las ovejas. El alto solapamiento espacial entre el perro y la oveja evidencia la alta fidelidad del perro protector hacia su majada y el fuerte vínculo creado entre ellos, producto de una impronta exitosa y el buen manejo por parte del encargado del campo (Ganzábal, 2012). Más allá de que los casos de uso no exitosos en nuestra región son pocos, el impacto que estos generan en los productores puede ser grande, poniendo en duda la eficiencia de esta herramienta no letal; por lo que aportar información con base sólida y datos confiables y reproducibles puede contribuir a aumentar su credibilidad. En nuestro caso de estudio se evidenció que la raza Maremmano Abruzzese, con un correcto proceso de impronta, es una herramienta

adecuada desde el punto de vista productivo para los sistemas ganaderos en el Sudoeste bonaerense.

A pesar de que los PPG son considerados uno de los métodos de control no letal más efectivos a largo plazo (Khorozyan y Waltert, 2019), su efectividad puede ser muy variada (Smith *et al.*, 2000). Los PPG, además de reducir las pérdidas de ganado, aumentan la tolerancia de los ganaderos a la presencia de los predadores (González *et al.*, 2012, Binge, 2017), por lo que se los considera beneficiosos para la conservación. Sin embargo, es posible que, además de los beneficios derivados de la presencia del PPG, ocurran en simultáneo otros efectos ecológicos no deseados y menos evidentes. Por esto, un aspecto importante para evaluar la efectividad de los PPG es el efecto que ellos tienen sobre las poblaciones de las especies que intentan ahuyentar.

En las poblaciones de zorro pampeano del área de estudio se observó que las variaciones en los tamaños de los HR (MPC 95%=2,85 km<sup>2</sup>, rango= 1,52-5,15 y kernel 95%=6,42 km<sup>2</sup>, rango= 2,82-9,71) son similares a las halladas para esta especie en otras áreas de la provincia de Buenos Aires (Luengos Vidal *et al.*, 2017), que presenta una gran plasticidad en diversos aspectos de su biología y, en este caso, podría estar relacionado con la diversidad de recursos alimenticios. La poca variación en los tamaños del HR dentro vs. fuera del periodo de parición, sumada a los tamaños relativamente grandes de HR y a la poca territorialidad, da indicios de que la organización espacial no estaría determinada por un recurso concentrado y limitado en el tiempo, como es la parición de los corderos. Sin embargo, sería necesario obtener datos adicionales en el área de estudio (idealmente en un sistema menos antropizado), para comparar los resultados y confirmar esta hipótesis.

Por otra parte, la presencia de zorros no marcados dentro del área que utilizan las ovejas, el PPG y los zorros marcados con collares, asociada a una disminución en la tasa de predación (efectiva), podría indicar una evitación de la predación por confrontación directa y no por exclusión, tal como observó Allen *et al.* (2016) con dingos. En el caso de la CEP se registró (por medio de un video), la interferencia del PPG entre las ovejas y un zorro mediante presencia física, ahuyentamiento con vocalizaciones, y persecución, pero sin ataque. Asimismo, en otros casos, se obtuvo registro de persecución, pero a una distancia corta, cercana a las ovejas.

El alcance de esta tesis no permitió saber qué ocurre con la organización espacial de los zorros en sitios sin PPG y medidas letales de mitigación, pero se puede afirmar que, respecto al patrón temporal de actividad de los zorros, hubo cambios entre los sitios donde estaba el PPG y aquellos más alejados y con otro tipo de medidas. El patrón temporal de los zorros y del PPG se complementa, encontrándose los máximos momentos de actividad

opuestos entre las dos especies; el PPG, mayormente diurno, y los zorros, nocturnos-crepusculares. El patrón diurno del PPG fue descrito para la misma raza por van Bommel y Johnson (2014). También se observó un corrimiento hacia una mayor nocturnidad de los zorros alejados del PPG, que podría estar relacionado con la presión de caza en los alrededores de la CEP; similar a lo que observó Santo Domingo *et al.* (2021), pero que deberá ser explorado en detalle en el futuro.

En la CEP, con la presencia del PPG, la tasa de captura del zorro fue tres veces mayor que en el área que fue monitoreada sin presencia de PPG, a pesar de que los zorros responden de igual manera a las variables analizadas que influyeron en su presencia, como la tasa de captura de gato montés, la distancia al molino, la proporción de cultivo y el índice de diversidad. Es posible que algunos factores no considerados dentro de los modelos influyan en esta diferencia de densidad; por ejemplo, en los establecimientos del área sin PPG y sus alrededores se practica la caza como medida de control de predadores, y existen caminos cercanos muy transitados y cercanos al pueblo. Lieury *et al.* (2015) observaron que en sitios donde se utiliza la caza como método de control de zorros, en su caso de zorro rojo (*Vulpes vulpes*), existe un proceso compensatorio a la disminución de la densidad a través de la inmigración de nuevos individuos, lo que hace que las poblaciones resistan a una fuerte presión de caza. Sin embargo, si la extracción de individuos es muy alta, los procesos compensatorios poblacionales no son suficientes y la densidad disminuye (Fernández y Ruiz de Aza, 2010). La baja tasa de captura de zorros en los establecimientos de la grilla B podría ser un indicador de que la presión de caza es alta, junto con otros factores que podrían estar influyendo en la menor densidad de la especie, como la menor detectabilidad, problemas sanitarios o menor disponibilidad de recursos.

La diferencia en las tasas de captura en ambas grillas da indicios de que el PPG impactaría de manera indirecta, pero positiva, en la densidad de los zorros pampeanos en la CEP debido a que, al disminuir las pérdidas por predación, no se practican medidas letales de control como el envenenamiento o la caza. Además, en este sitio se observaron en numerosas ocasiones, madrigueras con crías de zorro (D. Ponce com. pers.) y se ha determinado que los adultos en su dieta presentan una alta proporción de presas silvestres (Mignino *et al.*, 2023); a pesar de la carga ovina presente. Estos datos respaldan que la CEP podría estar funcionando como una población fuente *-source-* hacia los alrededores donde se practica el control letal, que actuarían como sumideros *-sink-*; similar a lo descrito por Novaro *et al.* 2005 para el zorro colorado, *Lycalopex culpeaus*.

A una escala local (establecimiento ganadero), la implementación del perro protector de ganado fue exitosa tanto desde un punto de vista productivo, por la disminución de las pérdidas de ganado ovino, como desde un punto de vista ecológico, al favorecer la biodiversidad. Uno de los beneficios productivos del uso de PPG sobre el ganado ovino se evidenció en la mejora de la calidad de la lana debido a la reducción del estrés, los productores también reportaron que se facilitó el manejo de la majada (van Bommel, 2010). El beneficio económico de la presencia de un perro protector es tangible a través de la disminución de las pérdidas de ganado, pero el costo de obtención y mantenimiento del mismo hacen que esta herramienta no sea accesible para cualquier productor (González *et al.*, 2012). Las pérdidas de corderos en etapa perinatal, comúnmente asociadas a los zorros, que se evitan por la presencia del PPG, podrían compensar, directa o indirectamente, los costos de mantenimiento del mismo; dependiendo del tamaño de la majada. Las pérdidas que se evitan por ataques de otros predadores, como los pumas, son más difíciles de predecir y más variables en su magnitud (Guerisoli *et al.*, 2017) y, en caso de ocurrir, los beneficios de la presencia del PPG serían aún más evidentes. Sin embargo, existen otros beneficios no tangibles que están relacionados con aspectos ecológicos y que contribuyen, por ejemplo, a mantener balanceadas las redes tróficas. La presencia de predadores tope en las áreas donde se utilizan los PPG evita el incremento de mesocarnívoros que transitivamente provoca la disminución de herbívoros (van Bommel y Johnson, 2016). Además, otros beneficios indirectos están relacionados con el abandono del uso de venenos o capturas inespecíficas que afectan a gran parte de la biodiversidad, además de las especies blanco (Ogada, 2014, Mateo Tomás *et al.*, 2020).

#### RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES:

- El PPG y la oveja presentaron tamaños similares de home range (HR) y altamente solapados en el período de parición y fuera del mismo. El PPG mantuvo un HR acotado al área de las ovejas y realizó pocas excursiones fuera de dicha área. En este sistema de producción ganadera ovina el PPG disminuyó las pérdidas por predación y mantuvo una fuerte cohesión con la majada.
- Los zorros presentaron tamaños de HR grandes, en promedio: MPC 95%= 2,85 km<sup>2</sup> (rango= 1,52-5,15) y kernel 95%= 6,42 km<sup>2</sup> (rango= 2,82-9,71), y solapamiento relativamente alto entre machos y hembras. Los tamaños de los HR responden a un ambiente con recursos dispersos pero abundantes.
- No se observaron variaciones considerables en los tamaños de los HR de los zorros comparando entre el período de parición y fuera del mismo. Los solapamientos entre los HR de los zorros con el HR del PPG y la oveja fueron variables (rango= 0-98%).

El zorro que presentó mayor solapamiento con el PPG, mantuvo su área núcleo a una distancia mínima de 950 metros del centro del área núcleo del PPG. El PPG ejerce una defensa activa de las ovejas dentro de su HR y presenta un solapamiento alto con algunos zorros, pero no en sus áreas de mayor uso.

- Los zorros realizaron una selección positiva por algún tipo de hábitat natural (pastizal, monte o pastizal con arbustos) y este tipo de hábitat fue evitado por el PPG. También evitaron tanto los hábitats que contenían estructuras antrópicas como las áreas con cultivo, en sus HR (ker 30%). Estos fueron los hábitats más utilizados por el PPG y la oveja. Los factores determinantes del uso de hábitat de los zorros fueron similares en áreas con y sin PPG, aunque la tasa de captura en el área con PPG fue tres veces mayor. La dinámica poblacional de los zorros parecería no estar tan influenciada por el hábitat, lo que respalda la plasticidad de la especie.

- El patrón temporal de actividad del PPG fue principalmente diurno y el de los zorros fue principalmente crepuscular-nocturno. El patrón temporal de actividad de los zorros presentó un desplazamiento hacia la nocturnidad en las áreas con mayor actividad antrópica y sin PPG. La presencia del PPG no impacta de manera significativa en los patrones temporales de actividad del zorro.

Nuestros resultados indican que el perro protector de ganado es una herramienta cuyo uso se ha incrementado en la región (socialmente aceptada), es eficiente para este tipo de sistema de producción ganadera ovina y que, a su vez, permite la conservación de los predadores y sus presas (ambientalmente adecuada).

La solución a los conflictos por predación de ganado debe ser integral, el PPG es una medida que puede ser adecuada para algunos productores y debe ser complementada con un manejo adecuado del ganado. Aunque a escala regional no se implementen las mismas medidas de mitigación, es necesario que las acciones sean coordinadas para no neutralizar los efectos entre estas (i.e.: muertes de PPG por envenenamiento) o favorecer desbalances poblacionales tanto en predadores como presas; por ejemplo, potenciando el efecto fuente-sumidero.

Es necesario el estudio de otros casos donde se utilice este tipo de herramienta, haciendo hincapié en otros predadores y también la evaluación de otras medidas de mitigación que puedan ser aplicadas cuando los PPG no arrojen resultados positivos. Fundamentalmente se necesita un abordaje integral de las interacciones ganadería-predadores para permitir un desarrollo económico en un ambiente sustentable a largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, L.R., Stewart-Moore, N., Byrne, D., y Allen, B.L. (2016). Guardian dogs protect sheep by guarding sheep, not by establishing territories and excluding predators. *Animal Production Science*, 57(6): 1118-1127.
- Binge, E.N. (2017). Guarding dogs as a mitigation tool in human-wildlife conflict-case study: the Anatolian Shepherd Dog breeding project in Namaqua National Park (Tesis de maestría). University of Cape Town. South Africa.
- Caruso, N., Lucherini, M., Fortin, D., y Casanave, E.B. (2016). Species-specific responses of carnivores to human-induced landscape changes in central Argentina. *PLOS ONE*, 11(3), e0150488.
- Coppinger, R. y Coppinger, L. (2001). *Dogs: a new understanding of canine origin, behavior and evolution*. University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Di Virgilio, A., y Morales, J. M. (2016). Towards evenly distributed grazing patterns: Including social context in sheep management strategies. *Peer J*, (4) e2152.
- Fernández Arhex, V., Easdale, M.H., Castillo, D., Gáspero, P., Lagorio, P., Bidinost, F., Giovannini, N., Villar, L., Garramuño, J.M., Bruno, M., y Villagra, S. (2015). Manejo Integrado de depredadores en sistemas ganaderos en Patagonia. Ed. EEA Bariloche. INTA. Argentina.
- Fernández, J. y Ruiz de Azua, N. (2010) Historical dynamics of a declining wolf population: persecution vs. prey reduction. *European Journal of Wildlife Research*, 56: 169–179.
- Ganzábal, A. (2012). Perros de guarda para disminuir la incidencia de depredadores en rebaños ovinos. *Revista INIA* 3.
- Gittleman, J.L. y Harvey, P.H. (1982). Carnivore home-range size, metabolic needs and ecology. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 10: 57–63.
- González, A., Novaro, A., Funes, M., Pailacura, O., Bolgeri, M.J., y Walker, S. (2012). Mixed-breed guarding dogs reduce conflict between goat herders and native carnivores in Patagonia. *Human-Wildlife Interactions*, 6(2): 327-334.
- Guerisoli, M.M., Luengos Vidal, E.M, 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(12): 170852.
- Khorozyan, I. y Waltert, M. (2019): A framework of most effective practices in protecting human assets from predators. *Human Dimensions of Wildlife*, 24: 380–394.
- Llanos, R., Andrade, A., y Travaini, A. (2020). Puma and livestock in central Patagonia (Argentina): From ranchers' perceptions to predator management. *Human Dimensions of Wildlife*, 25(1): 1-16.
- Lieury, N., Ruetter, S., Devillard, S., Albaret, M., Drouyer, F., Baudoux, B., y Millon, A. (2015). Compensatory immigration challenges predator control: An experimental evidence-based approach improves management. *The Journal of Wildlife Management*, 79(3): 425-434.
- Luengos Vidal, E., Caruso, N., Martínez, S., Casanave, E.B., y Lucherini, M. 2017. Adaptarse o morir: estrategias individuales y poblacionales claves para la supervivencia en ambientes antropizados del zorro pampeano. Simposio Estrategias cognitivas y poblacionales que varias especies de cánidos utilizan para

adaptarse a los ambientes humanos: perspectivas y conflictos. XXX JAM SAREM. Bahía Blanca. Buenos Aires, Argentina.

- Marker, L.L., Dickman, A.J., y Macdonald, D.W. (2005). Perceived effectiveness of livestock-guarding dogs placed on Namibian farms. *Rangeland Ecology & Management*, 58(4): 329-336.
- Mateo-Tomás, P., Olea, P.P., Mínguez, E., Mateo, R., y Viñuela, J. (2020). Direct evidence of poison-driven widespread population declines in a wild vertebrate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(28): 16418-16423.
- Mignino, J., Martínez, S., Luengos Vidal, E., y Lucherini, M. (2023). Actualistic taphonomy of pampas fox (*Lycalopex gymnocercus*) scat-derived bone accumulations from central Argentina: contributions to archaeological and palaeontological studies. *Historical Biology*, 1-13.
- Minnie L., Gaylard A., y Kerley G.I.H. (2016). Compensatory life-history responses of a mesopredator may undermine carnivore management efforts. *Journal of Applied Ecology*, 53: 379–387.
- Novaro, A.J., Funes, M.C. y Walker, R.S. (2005) An empirical test of source-sink dynamics induced by hunting. *Journal of Applied Ecology*, 42: 910–920.
- Ogada, D.L. (2014). The power of poison: pesticide poisoning of Africa's wildlife. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1322(1): 1-20.
- Potgieter, G.C., Kerley, G.I., y Marker, L.L. (2016). More bark than bite? The role of livestock guarding dogs in predator control on Namibian farmlands. *Oryx*, 50(3): 514-522.
- Santo Domingo, A.D., Caruso, N.C., Guerisoli, M.M, Lucherini, M., y Luengos Vidal E.M. (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.
- Smith M.E., Linnell J.D.C., Odden, J., y Swenson J.E. (2000). Review of methods to reduce livestock depredation I. Guardian animals. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 50: 279–290.
- Smith, B.R., Yarnell, R.W., Uzal, A., y Whitehouse-Tedd, K. (2020). The ecological effects of livestock guarding dogs (LGDs) on target and non-target wildlife. *Journal of Vertebrate Biology*, 69(3): 20103-1.
- Tucker, M.A., Ord, T.J., y Rogers, T.L. (2014). Evolutionary predictors of mammalian home range size: body mass, diet and the environment. *Global Ecology and Biogeography*, 23(10): 1105-1114.
- van Bommel, L. (2010). *Guardian Dogs: Best Practice Manual for the use of Livestock Guardian Dogs*. (Invasive Animals CRC: Canberra.)
- van Bommel, L., y Johnson, C.N. (2014). Where do livestock guardian dogs go? Movement patterns of free-ranging Maremma sheepdogs. *PLOS ONE*, 9(10), e111444.
- van Bommel, L., y Johnson, C.N. (2016). Livestock guardian dogs as surrogate top predators? How Maremma sheepdogs affect a wildlife community. *Ecology and Evolution*, 6(18): 6702-6711.



van Der Weyde, L.K., Kokole, M., Modise, C., Mbinda, B., Seele, P., y Klein, R. (2020). Reducing livestock-carnivore conflict on rural farms using local livestock guarding dogs. *Journal of Vertebrate Biology*, 69(3): 20090-1.