



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
CARRERA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Tesis de Licenciatura

Patrones de actividad y uso de hábitat del zorro gris pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) en el sur del espinal



Autor: Alejandro Daniel Santo Domingo

Directora: Dra. Estela Maris Luengos Vidal

Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos,
Cátedra de Fisiología Animal, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia,
Universidad Nacional del Sur

Julio 2016

A mi familia.

Especialmente a C3ndor Tenaz, mi amor,
y a Joaqu3n, nuestro reto1o.

ÍNDICE

Índice	3
Resumen	6
INTRODUCCIÓN	8
HISTORIA Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	8
EL APORTE DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS	10
MARCO TEÓRICO: LA ECOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO	11
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ZORRO GRIS PAMPEANO	13
OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y PREDICCIONES.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS	18
Área de estudio	18
Relevamiento de variables ambientales.....	22
CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES	22
GEORREFERENCIACIÓN DE INTRAESTRUCTURAS RURALES	30
Muestreo poblacional	32
TRAMPEO FOTOGRÁFICO	32
RELEVAMIENTO DE ZORROS CAZADOS Y SIGNOS DE CAZA	35
Análisis estadísticos.....	36
USO DE HÁBITAT.....	36
ACTIVIDAD	43
RESULTADOS	46
Caracterización del hábitat	46
CLASIFICACIÓN SUPERVISADA	46
VISIBILIDAD DEL HÁBITAT	47
PRESIÓN DE CAZA DUMMY	50
PRESIÓN DE CAZA CUANTITATIVA	50
CERCANÍA A POTREROS CON OVEJAS	52
Uso de hábitat.....	53
CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LOS DATOS	53
ANÁLISIS DESCRIPTIVO SOBRE LA TEMPORADA DE CAZA Y LA PRESIÓN DE CAZA	56
ANÁLISIS INFERENCIAL DE LAS PREDICCIONES ASOCIADAS A USO DE HÁBITAT	58
Actividad	64
DISCUSIÓN	72
CONSIDERACIONES GENERALES	72
REFORMULACIÓN DE LAS HIPÓTESIS BIOLÓGICAS	75
CONCLUSIONES FINALES.....	81
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXO	89
Anexo 1 – Balance hídrico del área de estudio	89
Anexo 2 – Determinación del número de eventos a partir de las cámaras trampa	90
Anexo 3 – Posibles procesos de aprendizaje del zorro gris pampeano en el área de estudio.....	92
Agradecimientos	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Distribución versus transformación del paisaje	8
Figura 2	Ejemplar de zorro gris pampeano	15
Figura 3	Ubicación del área de estudio en América del Sur	19
Figura 4	Balance hídrico del área de estudio	20
Figura 5	Distintos morfotipos de <i>Conepatus chinga</i> en el área de estudio	20
Figura 6	Cobertura de suelo según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	24
Figura 7	Parcelas utilizadas para el muestreo de vegetación	25
Figura 8	Ideogramas y fotografías de las categorías ambientales	27
Figura 9	Distancia ponderada versus distancia real entre sitios y potreros	30
Figura 10	Distancia ponderada versus distancia real entre sitios y caminos o viviendas con caza	31
Figura 11	Ubicación de los sitios de muestreo y sus respectivas áreas <i>buffer</i>	34
Figura 12	Número de eventos esperados versus presión de caza cuantitativa	39
Figura 13	Número de eventos esperados versus visibilidad de cada sitio con y sin caza	40
Figura 14	Número de eventos esperados versus presión de caza <i>dummy</i> y temporada de caza	41
Figura 15	Número de eventos esperados versus cercanía a potreros con ovejas	41
Figura 16	Número de eventos esperados versus presencia/ausencia de corderos	42
Figura 17	Patrón diario de actividad esperado en sitios con y sin caza	44
Figura 18	Patrón diario de actividad esperado en sitios con alta y baja visibilidad	45
Figura 19	Clasificación supervisada del área de estudio	46
Figura 20	Visibilidad del hábitat asociado a cada sitio	47
Figura 21	Proporción de ambientes en sitios con y sin caza	47
Figura 22	Clasificación de los ambientes asociados a cada sitio	48
Figura 23	Proporción de categorías ambientales asociadas a los sitios de muestreo	49
Figura 24	Identificación de lotes con y sin caza en el área de estudio	50
Figura 25	Mediciones utilizadas para determinar la presión de caza cuantitativa	51
Figura 26	Presión de caza cuantitativa en cada sitio de muestreo	51
Figura 27	Posición de los potreros con ovejas respecto de los sitios de muestreo	52
Figura 28	Cercanía a los potreros con ovejas para cada sitio de muestreo	52
Figura 29	Dispersión de la tasa de captura	53
Figura 30	Dispersión de la tasa de captura según presión de caza, temporada de caza y presencia de corderos	54
Figura 31	Falta de ajuste de la tasa de captura a una distribución normal	54
Figura 32	Relación entre variables respuesta y explicatorias, valores de probabilidad y coeficientes de correlación	55
Figura 33	Tasa de captura media según temporada de caza y presión de caza	56
Figura 34	Tasa de captura media mensual en sitios con y sin caza	57
Figura 35	Incremento de la intensidad de uso de hábitat con la presión de caza	58
Figura 36	Diferencias de la intensidad de uso de hábitat en sitios con y sin caza a distintos valores de visibilidad	59
Figura 37	Diferencias de la intensidad de uso de hábitat en sitios con y sin caza respecto de la temporada de caza	60
Figura 38	Independencia de la intensidad de uso de hábitat respecto de la cercanía a potreros con ovejas	61
Figura 39	Cambios en la intensidad de uso de hábitat respecto de la presencia de corderos	62
Figura 40	Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano en el área de estudio	64
Figura 41	Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano en sitios con y sin caza	65
Figura 42	Comparación entre los patrones diarios de actividad con y sin caza	66
Figura 43	Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano en sitios con y sin caza respecto de la temporada de caza	66
Figura 44	Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano antes y después del inicio de la temporada de caza	67

Figura 45	Comparación entre los patrones diarios de actividad del zorro gris pampeano antes y después del inicio de la temporada de caza	67
Figura 46	Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano en sitios con presión de caza respecto de la visibilidad	68
Figura 47	Comparación entre los patrones diarios de actividad del zorro gris pampeano con alta y baja visibilidad, con presión de caza	69
Figura 48	Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano en sitios con alta y baja visibilidad	70
Figura 49	Comparación entre los patrones diarios de actividad del zorro gris pampeano con alta y baja visibilidad	70
Figura 50	Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano en sitios con y sin caza, respecto de la visibilidad	71
Figura 51	Propuesta para explicar la variación en la abundancia relativa.	79
Figura 52	Propuesta alternativa para explicar la variación en la abundancia relativa.	79
Figura 53	Capacidad de campo de la provincia de Buenos Aires.	89
Figura 54	Lógica empleada para corroborar la diferencia temporal de los eventos.	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Visibilidad cualitativa de las categorías ambientales	23
Tabla 2	Formas de vida y visibilidad de las categorías ambientales	27
Tabla 3	Relación entre los objetivos y las hipótesis de esta tesis a partir de las predicciones	38
Tabla 4	Medidas resumen de las variables utilizadas para evaluar la intensidad de uso de hábitat	53
Tabla 5	Estadísticos del modelo 1 y significancia de su factor	58
Tabla 6	Estadísticos del modelo 2 y significancia de sus factores	59
Tabla 7	Estadísticos del modelo 3 y significancia de sus factores	60
Tabla 8	Estadísticos del modelo 4a y significancia de su factor	61
Tabla 9	Estadísticos del modelo 4b y significancia de su factor	62
Tabla 10	Comparación de los <i>pseudo R</i> ² y los AIC obtenidos por cada modelo	63
Tabla 11	Condiciones climáticas del área de estudio y ciudades cercanas	89

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación A	Visibilidad del hábitat en función del porcentaje de ambientes	23
Ecuación B	Cálculo de reflectancia	29
Ecuación C	Distancia ponderada en función de la distancia entre sitios y potreros con ovejas	30
Ecuación D	Cálculo de la cercanía a potreros con ovejas para cada sitio de muestreo	30
Ecuación E	Distancia ponderada en función de la distancia entre un sitio y un camino o vivienda con caza	31
Ecuación F	Distancia ponderada en función de la distancia real entre sitio y camino o vivienda con caza	31
Ecuación G	Modelo lineal generalizado de la predicción P1a	39
Ecuación H	Modelo lineal generalizado de la predicción P2a	40
Ecuación I	Modelo lineal mixto generalizado de la predicción P3a y P3b	40
Ecuación J	Modelo lineal generalizado de la predicción P4a	41
Ecuación K	Modelo lineal mixto generalizado de la predicción P4b	42
Ecuación L	Cálculo de <i>pseudo R</i> ²	42

RESUMEN

El zorro gris pampeano es una especie de cánido sudamericano, ampliamente distribuido en el territorio argentino. La interacción con el hombre y sus actividades productivas, han afectado sus poblaciones tanto por la gran modificación que han sufrido los hábitats naturales, como por la caza ejercida con fines comerciales o de control. Pese a ello, su estatus de conservación actual es de preocupación menor, aunque se han recomendado monitoreos constantes. Si bien se han llevado a cabo estudios sobre su organización espacial, temporal y trófica a distintos órdenes de selección, son limitadas las experiencias que abordan directamente la problemática de la caza. En la provincia de Buenos Aires los relevamientos planificados por los organismos oficiales de control, sirven para estimar su abundancia a escala regional, pero son insuficientes para comprender procesos a escala local. De las ecorregiones bonaerenses, el espinal podría presentar buenas oportunidades para proyectos de conservación, debido al escaso valor de su tierra para cultivar.

Se estudió a escala local el patrón de actividad y uso de hábitat del zorro gris pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) en un área del Espinal medianamente transformada para la agricultura y la ganadería (al sur de la provincia de Buenos Aires), teniendo en cuenta la presión de caza. En primer lugar, se postuló que el zorro gris pampeano evita sitios con cazadores (Hipótesis 1). En segundo lugar, se evaluó si bajo presión de caza, el zorro gris pampeano utiliza hábitats que dificultan la visión de los cazadores (Hipótesis 2). En tercer lugar, se evaluó la posible influencia de la mortalidad producida por el invierno y la producida por la caza sobre el uso de hábitat (Hipótesis 3). Y finalmente, buscando una posible causa de conflicto con el hombre, se evaluó su relación con el ganado ovino, esperando que el zorro gris pampeano no utilice preferentemente hábitats con ovejas, excepto en períodos de parición (Hipótesis 4).

La población de zorro gris pampeano se relevó a partir de un muestreo con cámaras trampa, el cual se diseñó siguiendo las estrategias propuestas por los expertos en el estudio de carnívoros. Los ambientes presentes en el área de estudio se determinaron a partir de un muestreo de vegetación e imágenes satelitales, los cuales se conjugaron en una clasificación supervisada. Se georreferenciaron viviendas, límites rurales y signos de caza (presencia de cazadores, zorros muertos y trampas ceпо) que se integraron a la clasificación de ambientes mediante un sistema de información geográfica (SIG). Se mantuvo frecuente contacto con los pobladores locales, a los cuales se entrevistó desestructuradamente. Para los análisis de uso de hábitat se generaron modelos lineales generalizados y mixtos, acordes a cada una de las predicciones de las hipótesis planteadas. Las variables explicatorias de cada modelo se obtuvieron a partir de SIG, y la variable respuesta a partir del muestro con cámaras trampa. Para los análisis de actividad se dividieron los datos según las variables a estudiar en las hipótesis que predicen cambios en el patrón diario de actividad. Para cada subconjunto de datos se realizó un gráfico de densidad de eventos y se calcularon los índices de solapamiento entre los patrones obtenidos.

Lejos de evitar los hábitats con cazadores, se observó en los zorros un incremento la intensidad de uso de hábitat con la presión de caza. Tampoco se detectó un aumento en el uso de hábitats que dificultan la visión de los cazadores. El uso de hábitat se redujo a lo largo del año solamente en los campos con caza. La presencia de ovejas adultas no modificó el uso de hábitat. La presencia de corderos incrementó significativamente uso de hábitat, aunque su importancia es cuestionable. La mayor variación en el patrón diario de actividad se observó

entre períodos del año, posiblemente debido a las condiciones climáticas. Sin embargo, tal como se esperaba, la actividad en los campos con caza fue más nocturna que en los demás; excepto en los hábitats que dificultan la visión de los cazadores, donde el patrón nocturno no es tan marcado.

Se concluye que la selección del área de acción del zorro gris pampeano no depende de la presión de caza, al menos con el nivel de caza presente en el área estudiada. Sin embargo, la presión de caza modificaría el patrón de actividad, limitando así el acceso a los recursos alimenticios disponibles durante el día como las aves, la carroña, y los frutos vegetales. La conservación de hábitats útiles como refugio no sería suficiente para prevenir la caza del zorro gris pampeano, aunque su presencia podría mitigar la mortalidad de estos cánidos. Si efectivamente las tasas de inmigración y emigración son despreciables, la mortalidad ejercida por la caza, tendría un impacto apreciable a nivel poblacional y escala local; aunque se desconoce su efecto en la tasa de recambio poblacional. Sería interesante conocer más sobre la capacidad de aprendizaje del zorro gris pampeano en situación de caza, para evaluar la posible existencia de trampas ecológicas que puedan diezmar localmente sus poblaciones.

INTRODUCCIÓN

HISTORIA Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Los ancestros de los actuales cánidos sudamericanos arribaron desde el norte del continente hace más de tres millones de años, luego de la formación del istmo de Panamá (Perini *et al.* 2010). Estos se diversificaron y evolucionaron bajo ciertas condiciones y recursos, determinados por las condiciones climáticas, la flora y la fauna que se encontraba previamente en la región, y la que se fue incorporando posteriormente a partir de distintas vías de poblamiento (Ringuelet 1961). Los primeros registros de poblaciones humanas amerindias, datan de 30.000 a 12.500 años antes del presente (Arnaiz-Villena *et al.* 2010). Desde entonces, y sobre todo a partir de la llegada de los colonizadores europeos, con la posterior introducción de la ganadería y la agricultura mecanizada, la transformación de los ecosistemas naturales fue tomando mayor protagonismo en el actual territorio de la República Argentina. Más recientemente, con el avance de la ingeniería genética, la utilización de agroquímicos y monocultivos, los cambios sobre hábitats originales ponen a las poblaciones silvestres en situaciones ambientales cada vez más diferentes de las que existieron a lo largo de su evolución (Borromei 1995; Grill 1997; Borromei 1998; Tonni & Cione 1999; Brown *et al.* 2006). Tal es el caso del zorro gris pampeano (*Lycalopex gymnocercus*) cuya área de distribución ha sufrido un importante proceso de modificación de los ambientes naturales en agroecosistemas (Figura 1) (Treves & Karanth 2003; Brown *et al.* 2006; Lucherini & Luengos Vidal 2008).

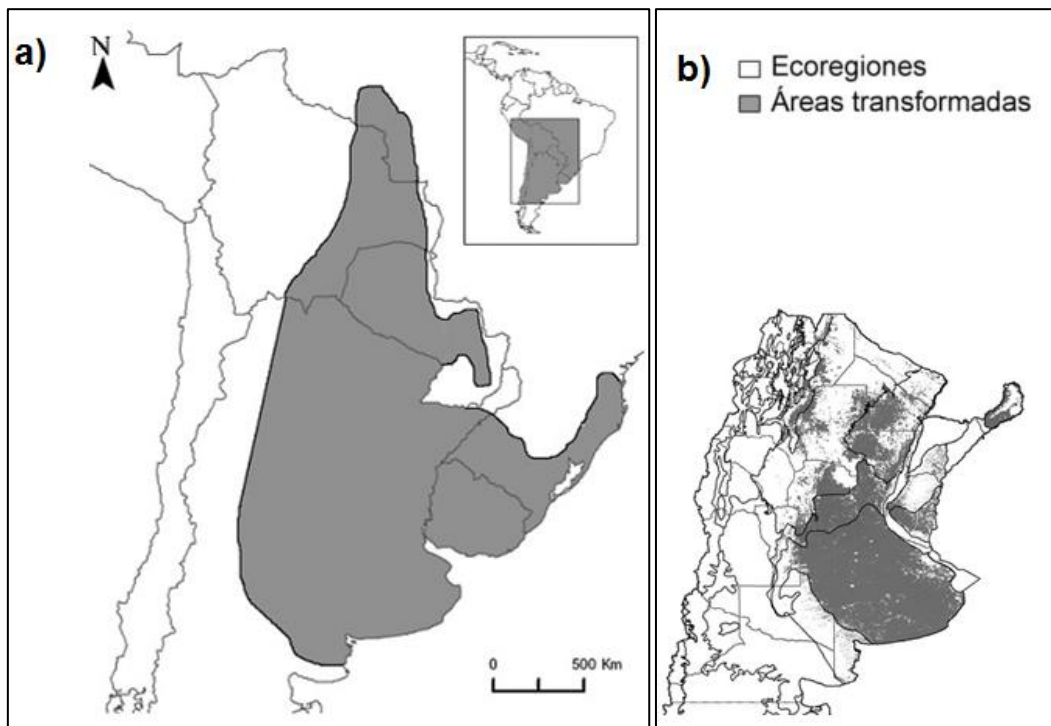


Figura 1. Distribución versus transformación del paisaje: a) distribución del zorro gris pampeano, mostrada en gris (modificado de Lucherini & Luengos 2008); y b) áreas transformadas en agroecosistemas en la República Argentina hacia 2004 (modificado de Brown *et al.* 2006).

A lo largo de la historia, el hombre y los carnívoros han mantenido una relación mayoritariamente conflictiva, posiblemente como respuesta a un requerimiento similar de proteínas y a la utilización de grandes áreas de acción (Treves & Karanth 2003). Los cánidos con frecuencia entran en conflicto por depredar animales domésticos o fauna silvestre con valor cinegético (Sillero-Zubiri *et al.* 2004; Sillero-Zubiri & Switzer 2004). El resultado de ese conflicto ha sido que muchas especies de cánidos tengan una larga historia de persecución por el hombre, en ciertas ocasiones con un alto grado de coordinación, e incluso con subsidio por parte de gobiernos a distintos niveles (Sillero-Zubiri & Switzer 2004). A esta problemática se suma que los cánidos son perseguidos por el valor de su piel. En Argentina, tanto el zorro gris pampeano, como los demás zorros del género *Lycalopex* -el zorro colorado (*L. culpaeus*) y el zorro gris (*L. griseus*)- y en menor medida el zorro de monte (*Cerdocyon thous*), han sido utilizados como recurso peletero, tanto para el consumo interno como para exportación (Funes *et al.* 2006). La extracción de zorros se suele denominar 'caza de control' cuando su motivación principal es la resolución de un conflicto; o 'caza comercial' cuando se busca preservar la piel y se la prepara para la venta (Porini & Ramadori 2007). Los artes de caza pueden variar en uno u otro caso, debido a la necesidad o no de mantener la integridad de la piel. Pero más allá de ello, se ha observado que son los propios cazadores de control, los que se vuelcan a la caza comercial cuando la piel presenta un valor de mercado importante (Porini & Ramadori 2007). Por ejemplo, entre 1949 y comienzos de los '70 se han desarrollado en las provincias de La Pampa, Buenos Aires y San Luis, campañas de control en las que se eliminaron 361.560 individuos de zorro gris pampeano a través de diversos métodos, como el envenenamiento con sulfato de estricnina, la colocación de trampas cebo, la persecución con perros de caza y la utilización de armas de fuego (Funes *et al.* 2006). Además de actuar sobre los zorros, la utilización de venenos y de trampas cebo, afectan a organismos no blanco, como aves o zorrinos, produciendo daños complementarios sobre el ecosistema (García Brea *et al.* 2010).

La conservación de los carnívoros depende tanto del paisaje sociopolítico como del paisaje biológico (Treves & Karanth 2003). Para prevenir y mitigar los conflictos entre humanos y carnívoros, los planes de manejo deben basarse en mejorar el conocimiento sobre el comportamiento ecológico de los carnívoros y en la aceptación pública de las medidas de manejo de la fauna silvestre, las cuales deben ser fundamentadas a partir del conocimiento empírico y las experiencias locales (Treves & Karanth 2003). En el paisaje sociopolítico de los últimos años, a partir de las evidentes consecuencias de la intervención del hombre sobre los ecosistemas, como el cambio climático, la sobreexplotación de los recursos y la degradación de los hábitats naturales, se está generado un cambio de paradigma en las actitudes políticas y la percepción de la naturaleza por parte de la sociedad (Millennium Ecosystem Assessment 2005). En la Argentina, el cuidado ambiental se ha vuelto imprescindible en el discurso político y se han promovido leyes que regulan la utilización de algunos sistemas naturales como los glaciares (Ley 26.639/2010) y los bosques (Ley 26.331/2007). La problemática de los carnívoros, es atendida actualmente tanto por organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y científicas, promoviendo estudios poblacionales y talleres para la mitigación de conflictos. Tal es el caso del zorro gris pampeano, donde participan el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS), la ONG Huellas y el Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos de la Universidad Nacional del Sur, entre otros.

EL APORTE DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

Acorde a este nuevo contexto, la caza del zorro gris pampeano en Argentina se reguló en el marco de un plan de manejo a escala regional (incluyendo varias poblaciones), basado en la utilización de estaciones odoríferas para detectar las tendencias de crecimiento o decrecimiento poblacional (Funes *et al.* 2006; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable 2006). Sin embargo, en éste plan no se incluyó a la provincia de Buenos Aires. Además, según sus autores si bien la metodología utilizada es relativamente económica, es incapaz de detectar cambios poblacionales en áreas pequeñas y períodos cortos (Funes *et al.* 2006).

Las metodologías para el relevamiento de fauna silvestre pueden clasificarse en invasivas y no invasivas (Vanak & Gompper 2007). Las invasivas, como la captura en vivo o la observación directa, introducen un sesgo en el comportamiento de los animales en estudio, debido a la propia interacción entre éstos y los investigadores o sus elementos de muestreo. Esto es inconveniente cuando se requiere estudiar, justamente, la interacción de la fauna con el hombre. Para minimizar dicha interacción, se utilizan metodologías no invasivas como el muestreo con cámaras trampa, las trampas de huellas o las estaciones odoríferas (Vanak & Gompper 2007). Las cámaras trampa, han permitido en las últimas décadas llevar a cabo monitoreos con múltiples objetivos, a distintas escalas, y con un costo relativamente bajo (Caruso 2015). Sin embargo, son escasos los trabajos referidos al zorro gris pampeano, que utilizan cámaras trampa como metodología de muestreo (Maffei *et al.* 2007; Di Bitetti *et al.* 2009; Gáspero *et al.* 2012; Caruso 2015).

Actualmente, en la provincia de Buenos Aires, el OPDS lleva a cabo un plan de relevamientos de densidad poblacional y uso de hábitat para evaluar la sustentabilidad de la caza, mediante observaciones directas, utilizando la técnica de línea transecta (Bustamante *et al.* 2010; Bó 2014, comunicación personal). No obstante, el conocimiento de los patrones emergentes en áreas tan extensas, no es suficiente para entender los procesos que pueden ser determinantes para la conservación de la especie; como las respuestas poblacionales ante las modificaciones del paisaje, o la mortalidad ejercida por la caza (Lopez de Casenave *et al.* 2007; Gurrutxaga San Vicente & Lozano Valencia 2008; Di Pasquio *et al.* 2011). Por lo tanto, se hace necesario conocer los patrones ecológicos que se presentan a distintas escalas de paisaje.

El paisaje biológico, puede definirse de manera general, como un área espacialmente heterogénea en al menos un factor de interés (Turner 2005). En el contexto de la Ecología del Paisaje, el territorio se entiende como un tejido vivo, en el cual los componentes físicos y biológicos se encuentran relacionados y conectados mediante procesos de interacción (Díaz Pineda & Schmitz 2003). Para estudiar los patrones estructurales del paisaje, es decir, la disposición y las características espaciales de los elementos que lo conforman, la Ecología del Paisaje trata de establecer métodos objetivos para cuantificarlos y convertirlos en medidas cartográficas (Turner *et al.* 2001; Vila Subirós *et al.* 2006). Esta labor está siendo facilitada por el uso de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales sirven de soporte a diferentes programas informáticos, diseñados para calcular los atributos espaciales del paisaje y sus componentes (Gurrutxaga San Vicente & Lozano Valencia 2008; Paruelo *et al.* 2014)

MARCO TEÓRICO: LA ECOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO

El *hábitat* de un organismo, es una porción del paisaje biológico en la cual éste vive o podría vivir (Di Bitetti 2012). La *selección del hábitat* es un proceso que involucra una serie de decisiones comportamentales aprendidas e innatas, realizadas por un animal respecto al hábitat que podría utilizar, considerando diferentes escalas (Hutto 1985). Dichas decisiones (o respuestas comportamentales) se encuentran acotadas por las características intrínsecas (fisiológicas y morfológicas) de cada especie, delimitando así una gamma de condiciones y recursos que constituyen las dimensiones de su nicho ecológico fundamental (Hutchinson 1957). La utilización efectiva de las dimensiones del nicho fundamental, determina el nicho realizado de la especie, que dependerá de las múltiples interacciones (estímulos) que se le presenten a los organismos: como la competencia intra o interespecífica, o la presencia de predadores (Vandermeer 1972); y de las interacciones con el ambiente. Las dimensiones del nicho ecológico pueden resumirse en tres ejes fundamentales: el espacial, el trófico y el temporal (Schoener 1974); aunque podrían contemplarse otras como la dimensión reproductiva.

Desde un punto de vista más instrumental Johnson (1980) define *selección* como el proceso en el cual un animal elige un componente del hábitat y *preferencia* como un reflejo de la probabilidad de que un componente sea elegido si se ofrece en igual base que los demás. El mismo autor, reconoce una jerarquía natural en la selección de hábitat, introduciendo el concepto de **orden de selección**, donde un proceso de selección será de mayor orden que otro si el primero condiciona al segundo. Los órdenes de selección propuestos por Johnson (1980) han tenido amplia aceptación y han sido utilizados en distintas taxa (Orians & Wittenberger 1991; Pedlar *et al.* 1997; Luengos Vidal 2009; Morrison *et al.* 2012; Caruso 2015). *El primer orden de selección*, es la selección del rango geográfico o físico de una especie; *el segundo orden de selección* es el proceso de establecer el área de acción de un individuo o de un grupo social, dentro de su rango geográfico; *el tercer orden de selección* está relacionado con el uso del hábitat dentro del área de acción y *el cuarto orden de selección* considera el modo en que son usados los componentes del hábitat.

Antecedentes sobre uso de hábitat del zorro gris pampeano

Primer orden de selección - Al comienzo de la introducción se han mencionado los antecedentes históricos y el contexto actual en los cuales se han dado, y se dan hoy en día, los procesos de selección de hábitat a escala global (Figura 1). La información disponible sobre este nivel de selección, consiste principalmente en la recopilación de los registros de presencia en distintos puntos del continente, para confeccionar de esta manera el área de distribución (ver más adelante en el apartado de distribución). Sin embargo, se han realizado algunas comparaciones entre áreas distantes o a nivel regional, que pueden aportar alguna luz sobre el proceso de selección propiamente dicho. Caruso (2015) en los partidos de Villarino y Patagones, Buenos Aires, observó en un estudio a escala regional, que el zorro gris pampeano se encuentra asociado a ambos extremos de un gradiente de conservación ambiental y negativamente a un gradiente de vegetación arbustiva. En una especie emparentada, el zorro colorado (*L. culpaeus*), se observó una posible dinámica de fuente-sumidero entre áreas sin caza y con caza respectivamente a nivel de metapoblación (Novaro *et al.* 2005).

Segundo orden de selección – El área de acción del zorro gris pampeano suele incluir variados ambientes o tipos de hábitats (Crespo 1971; Redford & Eisenberg 1992; Nowak 2005; García & Kittlein 2005; Vieira & Port 2007; Lucherini & Luengos Vidal 2008; Di Bitetti *et al.* 2009; Luengos Vidal 2009; Gáspero *et al.* 2012; Caruso 2015). Solo en un área del Bosque Atlántico, en simpatria con el zorro de monte (*C. thous*), se ha visto que selecciona estrictamente áreas abiertas, aunque la densidad de zorro gris pampeano en este estudio fue baja (Port 2002; Faria-Correa 2004). En Iberá, donde también coexiste con el zorro de monte, se lo encuentra presente en todos los hábitats disponibles, tanto en pastizales o matorrales de arbustos con y sin presencia de hombres y ganado, como en la selva en galería (Di Bitetti *et al.* 2009). Lo mismo ocurre en Bahía San Blas, un área cuyos ambientes son los pastizales, las dunas y los matorrales de arbustos; aunque en este caso el zorro gris pampeano es el único cánido presente (García & Kittlein 2005). También en la provincia de Buenos Aires, Luengos Vidal (2009) observó que en zonas poco transformadas, los zorros tienden a ser más selectivos en la determinación de sus áreas de acción que en zonas fuertemente transformadas para la agricultura y la ganadería, donde los recursos son menos abundantes y se encuentran concentrados entre parches y corredores.

En trabajo de Luengos Vidal (2009), también se determinaron las dimensiones de las áreas de acción del zorro gris pampeano en 200 ± 74 ha (MPC 95% \pm DE ; n=7) para las zonas transformadas, y en 138 ± 94 ha (MPC 95% \pm DE ; n=20) para las menos transformadas; mayores en promedio que las observadas en el bosque seco Chiquitano de Bolivia, con 112 ± 51 ha (MPC 95% \pm DE ; n=4) (Maffei *et al.* 2007).

Adicionalmente, es interesante destacar que en el Parque Nacional Lihuel Calel, provincia de La Pampa, se observó una densidad de individuos que duplicaba la de los campos ganaderos aledaños; situación que puede atribuirse a la propia selección de hábitat, o bien a la mortalidad ejercida por la caza en dichos campos ganaderos (Gáspero *et al.* 2012).

Tercer orden de selección – En cuanto a la utilización de los ambientes presentes dentro del área de acción (el hábitat propiamente dicho), la literatura del zorro gris pampeano en Argentina menciona frecuentemente la selección de pastizales o áreas abiertas (Lucherini & Luengos Vidal 2008). Solo en Bahía San Blas, a partir del relevamiento de signos de presencia, se describe un uso más regular de los arbustales y las dunas de arena respecto de los pastizales (García & Kittlein 2005). En Iberá, se observa la típica tendencia a utilizar más los pastizales que la selva en galería, siendo los pastizales con ganado y presencia del hombre, donde existe mayor probabilidad de encuentro; contrariamente al zorro de monte, que se encuentra más asociado a la selva en galería (Di Bitetti *et al.* 2009). En el sur de la provincia de Buenos Aires, contrariamente a lo observado en el mismo lugar para el segundo nivel de selección, Luengos Vidal (2009) reportó que dentro de las áreas de acción, los zorros tienden a ser mucho más selectivos en las zonas más transformadas, que en las menos transformadas. En las áreas más transformadas, selecciona positivamente los bordes de arroyos y negativamente la matriz agrícola-ganadera; mientras que en las áreas menos transformadas, si bien la selectividad es menor, prefiere parches de bosques y los bordes de arroyo como en el caso anterior, en detrimento de los ambientes serranos que constituyen la matriz del paisaje.

Cuarto orden de selección – Al definir este orden, Johnson (1980) se refiere en particular a los ítems alimenticios que los organismos utilizan respecto de los disponibles en el ambiente. Este tema se abordará en el apartado referido a la dieta, del cual se extraen evidencias de que el zorro gris pampeano es un predador adaptable y oportunista (Birochio 2008). En esta tesis, el patrón diario de actividad también se considerará dentro de este orden.

Antecedentes sobre patrones de actividad del zorro gris pampeano

En la descripción previa se ha tenido en cuenta principalmente la dimensión espacial y en menor medida la dimensión trófica del nicho ecológico del zorro gris pampeano. Luengos Vidal (2009) abordó el estudio de la dimensión temporal comparando la actividad de los zorros entre estaciones, meses y horas del día. Mediante la utilización de radio-collares equipados con sensor de movimiento, evaluó diferencias de actividad entre las zonas mencionadas anteriormente con distinto grado de transformación en la provincia de Buenos Aires. Estacionalmente, no observó diferencias en las zonas poco transformadas, mientras que en las más transformadas por manejo agropecuario, la actividad fue mínima durante invierno y primavera. Más precisamente, las zonas menos transformadas presentaron una menor variación de la actividad entre meses; en las más transformadas los picos mínimos fueron más pronunciados, encontrándose en los meses de julio y agosto. La actividad diaria en las zonas más transformadas, presenta un patrón marcadamente nocturno/crepuscular, similar a los estimados en Lihuel Calel (Di Bitetti *et al.* 2009) y en el Parque Nacional Gran Chaco en Bolivia (Maffei *et al.* 2007) los cuales se obtuvieron a través de trampeo fotográfico. En las zonas poco transformadas, el zorro gris pampeano hace un mayor aprovechamiento del día, aunque el período donde se encuentra activo con más frecuencia es también la noche. El zorro gris pampeano muestra señales de flexibilidad en la dimensión temporal de su nicho ecológico.

Di Bitetti *et al.* (2009) observaron que dicha flexibilidad temporal también puede manifestarse cuando el zorro gris pampeano vive en simpatria con el zorro de monte. En esta situación, la actividad diaria de ambos cánidos es complementaria, presentando el zorro gris pampeano un patrón bimodal con un pico al mediodía, distinto de lo observado en otras áreas geográficamente alejadas en ausencia del zorro de monte. Notablemente, tomando sitios ubicados dentro de la misma área de estudio con distinta abundancia relativa de zorro de monte, el zorro gris pampeano se vuelve más diurno en las zonas con mayor abundancia de zorro de monte.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ZORRO GRIS PAMPEANO

El trabajo de Crespo (1971) sentó las bases de la ecología del zorro gris pampeano aportando información los hábitats utilizados, aspectos de distribución de la especie, densidad, reproducción, estructura de la población, régimen alimenticio, depredación, competencia y actividad. En el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, el Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos de la Universidad Nacional del Sur, trabaja hace 18 años en el estudio de esta especie. A continuación se resumen las principales características biológicas del zorro gris pampeano a tener en cuenta para el desarrollo de esta tesis.

Taxonomía - Los carnívoros son uno de los grupos más estudiados dentro de los mamíferos. La mayoría de los cánidos (excepto el género *Nyctereutes* Temminck 1838) pueden agruparse en tres clados: zorros rojos, lobos y cánidos sudamericanos (Fuentes-González & Muñoz-Durán 2012). La monofilia de los cánidos sudamericanos se ha corroborado a partir de evidencias morfológicas y moleculares (Wayne *et al.* 1997; Bardeleben *et al.* 2005; Perini *et al.* 2010; Fuentes-González & Muñoz-Durán 2012). Sin embargo, incluyendo datos citogenéticos, de historia de vida, ecológicos y comportamentales, se ha excluido de este clado al género *Speothos* Lund 1839, cuya distribución geográfica es sudamericana (Fuentes-González & Muñoz-Durán 2012). El género *Lycalopex* Burmeister 1854 se considera actualmente monofilético y representa la última radiación evolutiva de los cánidos sudamericanos (Macedo *et al.* 2006; Fuentes-González & Muñoz-Durán 2012), comprendiendo seis especies: *L. fulvipes*; *L. culpaeus*; *L. vetulus*; *L. griseus*; *L. gymnocercus*; y *L. sechurae*. El zorro gris pampeano – *Lycalopex gymnocercus* Fischer 1814– es considerado aún dentro del género *Pseudalopex* Burmeister 1856 por el Grupo de Especialistas en Cánidos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for Conservation of Nature 2015) como se propuso anteriormente (Berta 1987; Berta 1988), aunque *Lycalopex* es válido por sobre *Pseudalopex* por su antigüedad (Zunino *et al.* 1995; Wozencraft 2005). Las relaciones entre los taxa de *Lycalopex* es actual motivo de discusión, ya que su resolución se dificulta por la rápida diversificación del mismo (Perini *et al.* 2010). Incluso se ha propuesto la sinonimia de *Lycalopex griseus* Gray 1837 con *L. gymnocercus*, alegando que ambos representan una variación clinal de la misma especie (Prevosti *et al.* 2013). Al norte de su distribución se han encontrado híbridos entre *L. gymnocercus* y *L. vetulus*, lo que apoya la idea de una breve distancia filogenética con otros zorros sudamericanos (Garcez 2015).

Distribución - Considerando válida la sinonimia con *L. griseus*, su distribución geográfica abarca todas las provincias argentinas (excepto Misiones), Uruguay, sudeste de Brasil, centro y oeste de Paraguay, y este de Bolivia (Redford & Eisenberg 1992; Lucherini & Luengos Vidal 2008; Prevosti *et al.* 2013). Históricamente su distribución se considera desde las estribaciones de los Andes, al este de las provincias de Salta, Jujuy, Catamarca, San Juan, La Rioja, y Mendoza hasta la costa atlántica de Buenos Aires (Figura 1; Redford & Eisenberg 1992; Lucherini & Luengos Vidal 2008).

Morfología - El tamaño corporal del zorro gris pampeano es mediano respecto de los otros carnívoros. Aceptando su sinonimia con *L. griseus* presenta una variación clinal de noreste a sudoeste de Argentina (Prevosti *et al.* 2013). En el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, el largo corporal registrado sin cola es de 646 mm promedio (rango 505-800 mm); y su peso es de 5,41 kg promedio (rango 2,4-8,54 kg), siendo los machos un 10% más pesados que las hembras (Luengos Vidal *et al.* 2009).

Su pelaje es grisáceo sobre la espalda, gris-amarillento sobre los costados, blanco sobre el vientre, y rojizo al nivel de las orejas, del cuello y en la parte inferior de las patas. Su cola es tupida y en ella se combinan grises, rojizos y negros (Redford & Eisenberg 1992). El pelaje grisáceo del lomo también puede describirse como un manto negro interrumpido por motas blancas (Barlow 1965; Figura 2).

Su fórmula dentaria es $i\ 3/3\ c\ 1/1\ p\ 4/4\ m\ 2/3$ (Redford & Eisenberg 1992). Sus caninos son simples, del “tipo zorro” (Kraglievich 1930; Clutton-Brock *et al.* 1976) y sus molares poseen una gran superficie de masticación respecto de otros cánidos, adaptación que se atribuye a la alimentación omnívora (Márquez & Fariña 2003).



Figura 2. Ejemplar de zorro gris pampeano.

Dieta - En el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Birochio (2008) determinó que la base de la dieta del zorro gris pampeano la constituyen alimentos de origen animal, siendo los vegetales un complemento de la misma, coincidentemente con lo observado en otras regiones (Crespo 1971; Pradella Dotto 1997; Vuillermoz & Sapoznikow 1998; Farias 2000; García 2001; Castillo 2002).

Es un predador adaptable que consume sus presas en proporción a lo que ofrece el ambiente, variando su dieta incluso a pequeña escala (García & Kittlein 2005; Birochio 2008; Lucherini & Luengos Vidal 2008). Dicho comportamiento oportunista, permite que las modificaciones producidas sobre su hábitat, establezcan sustanciales diferencias en el tipo y la abundancia de alimentos y constituyan un factor modelador de su dieta (Birochio 2008).

Los micromamíferos constituyen sus principales ítems alimenticios, siendo *Oxymycterus rufus* la especie más consumida en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Birochio 2008).

El consumo de liebre europea (*Lepus europeus*), también presente en el área de estudio (obs. pers.), quedaría supeditado a que su disponibilidad sea mayor a la de presas nativas (Novaro *et al.* 2004; García & Kittlein 2005)

No hay mucha evidencia de eventos de predación de ganado, aunque el mismo puede ser importante como carroña (Pradella Dotto 1997; Cravino *et al.* 2000; Farias 2000; Castillo 2002; Birochio 2008). A pesar de que se dice que los zorros atacan a los corderos, y son cazados y envenenados por esta razón (Alderton & Tanner 1994; Nowak 2005), el consumo de ganado ovino es raro al noreste de la Patagonia (García & Kittlein 2005). Incluso abarcando la época de nacimiento de corderos, en otras áreas también se encuentra que el consumo de cordero es insignificante (Crespo 1971; García & Kittlein 2005; Birochio 2008).

Reproducción y madrigueras - En el centro de Argentina esta especie se aparea entre agosto y octubre (Crespo 1971) y datos del noreste de Argentina indicarían apareamientos entre julio y octubre (Beccaceci, en Ginsberg & Macdonald 1990). Las hembras son monoéstricas y se asume que el período de gestación es aproximadamente de 58 a 60 días, con un promedio de 3,4 embriones (n=7; Crespo 1971). Según Crespo (1971) sólo entre el 5% y el 7% de la población vive más de tres años, considerando únicamente aquellas muertes naturales (no por caza).

A pesar de que en la mayoría de los casos se observan animales solitarios, el zorro gris pampeano formaría pares monógamos que se mantienen durante más de una estación reproductiva, en la cual la presencia de otros individuos podría ser tolerada por la pareja reproductiva (Redford & Eisenberg 1992; Luengos Vidal 2009)

En un área agrícola ganadera de la región pampeana, los alrededores de las cuevas (hasta 500m) se encontraron dominadas por pasturas en el caso de los adultos, cultivos para los grupos familiares, y las cuevas de crías se encontraron repartidas entre cultivos y pasturas (Martinez *et al.* 2013). Cerca de las madrigueras, los adultos de ambos sexos que acompañan a las crías, ejercen defensa activa de las misma y comparten actividades como el juego y la búsqueda de alimento (Sassola *et al.* 2012).

OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y PREDICCIONES

El abordaje de este estudio, pretende incrementar el conocimiento empírico sobre el comportamiento del zorro gris pampeano a escala local, conjugando el empleo de cámaras trampa y SIG, en el sur de la provincia de Buenos Aires. De esta manera, se abordarán las dimensiones espacial y temporal del nicho ecológico del zorro gris pampeano, aportando información sobre el segundo orden de selección de hábitat de esta especie. El área de estudio corresponde a la ecorregión Espinal, que al encontrarse menos transformada que la ecorregión Pampeana, presenta mayores oportunidades para su conservación (Brown *et al.* 2006; Figura 1,b).

Por lo tanto, para esta tesis se plantea el siguiente objetivo general:

Estudiar a escala local (incluyendo solo una población) el patrón de actividad y uso de hábitat del zorro gris pampeano (Lycalopex gymnocercus) en un área del Espinal medianamente transformada para la agricultura y la ganadería (al sur de la provincia de Buenos Aires), teniendo en cuenta la presión de caza.

Y los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluar cuáles son las **variables ambientales** que mejor explican la intensidad de **uso de hábitat**.
2. Analizar las posibles modificaciones en el **uso de hábitat** ante distintos grados de **presión de caza**.
3. Estudiar la asociación entre el patrón diario de **actividad** y las **variables ambientales**.
4. Analizar las modificaciones en el patrón diario de **actividad** ante distintos grados de **presión de caza**.

En el marco de estos objetivos se pondrán a prueba las siguientes hipótesis (H):

H1) El zorro gris pampeano evita sitios con cazadores:

- a) El zorro gris pampeano evita espacialmente sitios con cazadores.
- b) El zorro gris pampeano evita temporalmente sitios con cazadores.

H2) Cuando lo cazan, el zorro gris pampeano utiliza hábitats que dificultan la visión de los cazadores:

- a) El zorro gris pampeano selecciona hábitats cerrados cuando lo cazan.
- b) El zorro gris pampeano selecciona los horarios nocturnos cuando lo cazan.

H3) La mortalidad en el área de estudio modifica el uso de hábitat del zorro gris pampeano durante el año.

- a) La mortalidad producida por el invierno explica parte del uso de hábitat del zorro gris pampeano.
- b) La mortalidad producida por la caza explica parte del uso de hábitat del zorro gris pampeano.

H4) El zorro gris pampeano selecciona sitios con actividad ovina cuando representan una potencial fuente de alimento:

- a) El zorro gris pampeano no selecciona sitios con ovejas adultas.
- b) El zorro gris pampeano selecciona sitios con corderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Ubicación – Se trabajó en un área de aproximadamente 640 km² seleccionada dentro del partido de Patagones, al sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina (39°49'S 63°02'W; Figura 3).

Clima y suelo – El clima de la región es **templado y semiárido**. La temperatura media anual sobre el área de estudio es de 15 °C (Rubí Bianchi *et al.* 2014), siendo enero el mes más cálido y julio el mes más frío (Menendez & La Rocca 2007). Las precipitaciones son estacionales (de octubre a marzo) y se incrementan de suroeste a noreste, con una media anual de 424 mm, existiendo un importante déficit hídrico en al menos 6 meses al año (Menendez & La Rocca 2007) (Figura 4, Anexo 1).

Los suelos predominantes pertenecen al orden de los **Aridisoles** (*Calciortides típico* y *Haplagrides típico*), característicos de climas en los que la evapotranspiración supera a la precipitación durante gran parte del año (Moreno Ramón *et al.* 2011; Rubí Bianchi *et al.* 2014). Estos suelos poseen una pobre diferenciación de sus horizontes y contienen sales solubles que limitan el crecimiento de la vegetación y la productividad de los cultivos agrícolas, favoreciendo el crecimiento de plantas halófitas (Moscatelli & Pazos 2000; Moreno Ramón *et al.* 2011). También pueden encontrarse **Entisoles** (*Torrripsamentes típico*), que se caracterizan por ser suelos jóvenes y potencialmente aptos para el cultivo (Ibáñez Asensio *et al.* 2011; Rubí Bianchi *et al.* 2014). En ambos tipos de suelo, la poca estructuración de los horizontes favorecen tanto la erosión eólica como la hídrica (Menendez & La Rocca 2007).

Vegetación y paisaje – La vegetación del área de estudio corresponde a la provincia fitogeográfica del **Espinal**, perteneciente al dominio Chaqueño de la región Neotropical (Menendez & La Rocca 2007). Se encuentra en el distrito del Caldén, que a esta latitud representa un ecotono entre la provincia fitogeográfica Pampeana y la del Monte (Menendez & La Rocca 2007).

A escala regional, el paisaje del distrito del Caldén es una llanura bien drenada, ondulada con suaves pendientes, producida por deflación eólica y antigua acción fluvial. En el extremo sur del distrito, donde se realiza este estudio, el relieve está caracterizado por una serie de valles menores, médanos y lomadas, alojando lagunas y bajos salinos (Menendez & La Rocca 2007).

A escala local, **el paisaje forma un mosaico** de distintas formaciones vegetales naturales cultivos de pasturas para ganadería y cultivos agrícolas en menor medida (Cabrera 1971; Brown *et al.* 2006). Entre las formaciones vegetales naturales se encuentran bosques, matorrales de arbustos o estepas donde predominan asociaciones de chañar (*Geoffroea decorticans*), algarrobo (*Prosopis sp.*), jarilla (*Larrea divaricata*), chuquiraga (*Chuquiraga sp.*), piquillín (*Condalia microphylla*), sombra de toro (*Jodina rhombifolia*) y cardo ruso (*Salsosa kali*) un arbusto invasor afín a suelos salobres; acompañados generalmente por gramíneas y/o latifoliadas. El caldén (*Prosopis caldenia*), único árbol endémico del espinal, no se encuentra formando bosques, pero se han observado individuos aislados (obs.pers.).

Se observan también pastizales homogéneos o con arbustos dispersos, producidos en algunos casos por el abandono de un lote, o por encontrarse el mismo en un período de descanso (barbecho). Los pastizales del distrito del Caldén se componen de gramíneas bajas, perennes o anuales, de los géneros *Stipa*, *Sporobolus*, *Panicum*, *Bromus*, *Elyonurus*, *Piptochaetium*, *Chloris*, *Aristida*, *Bothriochloa*, *Poa*, *Sorghastrum*, *Setaria*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Trichloris*, *Bothriochloa*, *Schizachyrium* y *Pappophorum*.

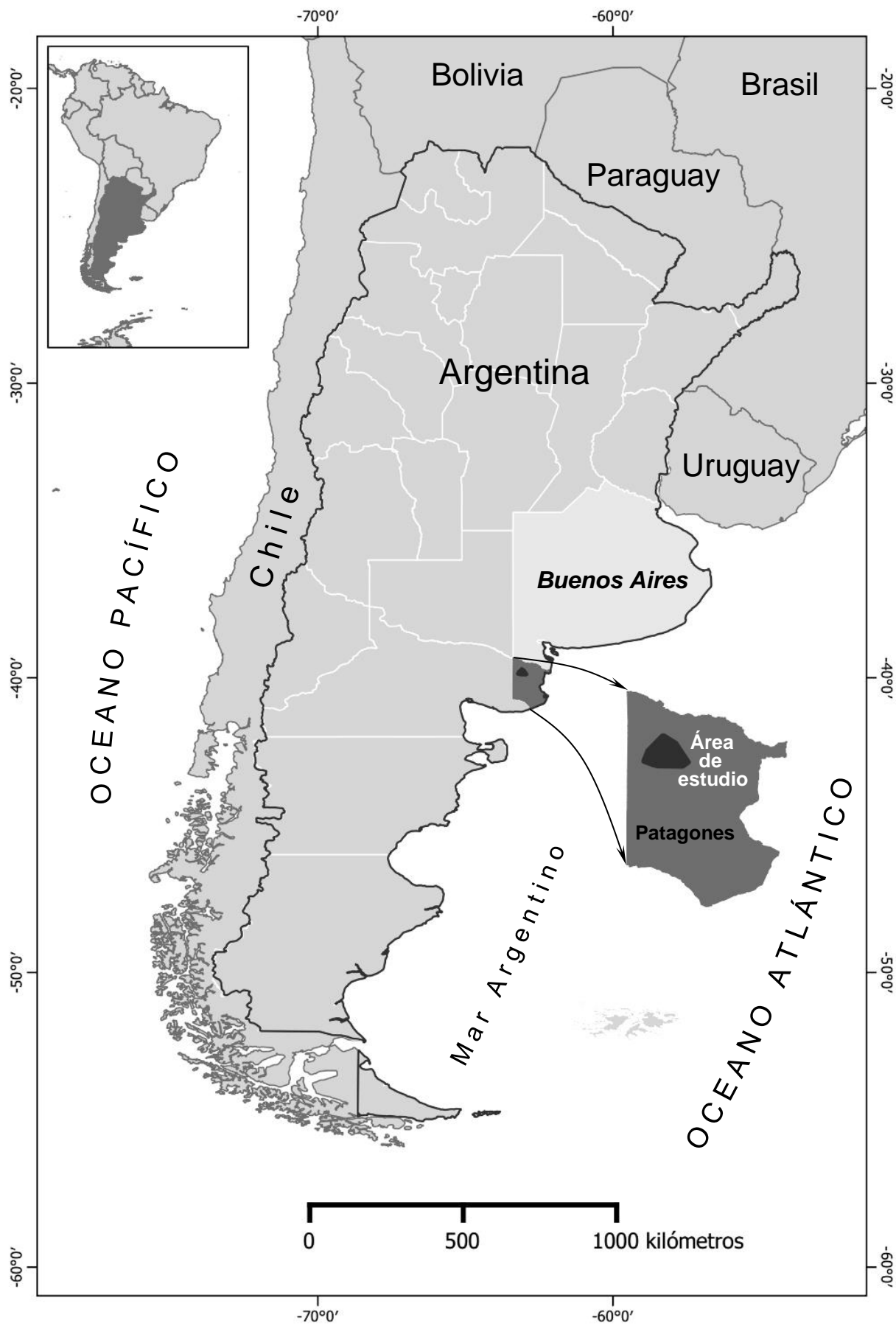


Figura 3. Ubicación del área de estudio en América del Sur.

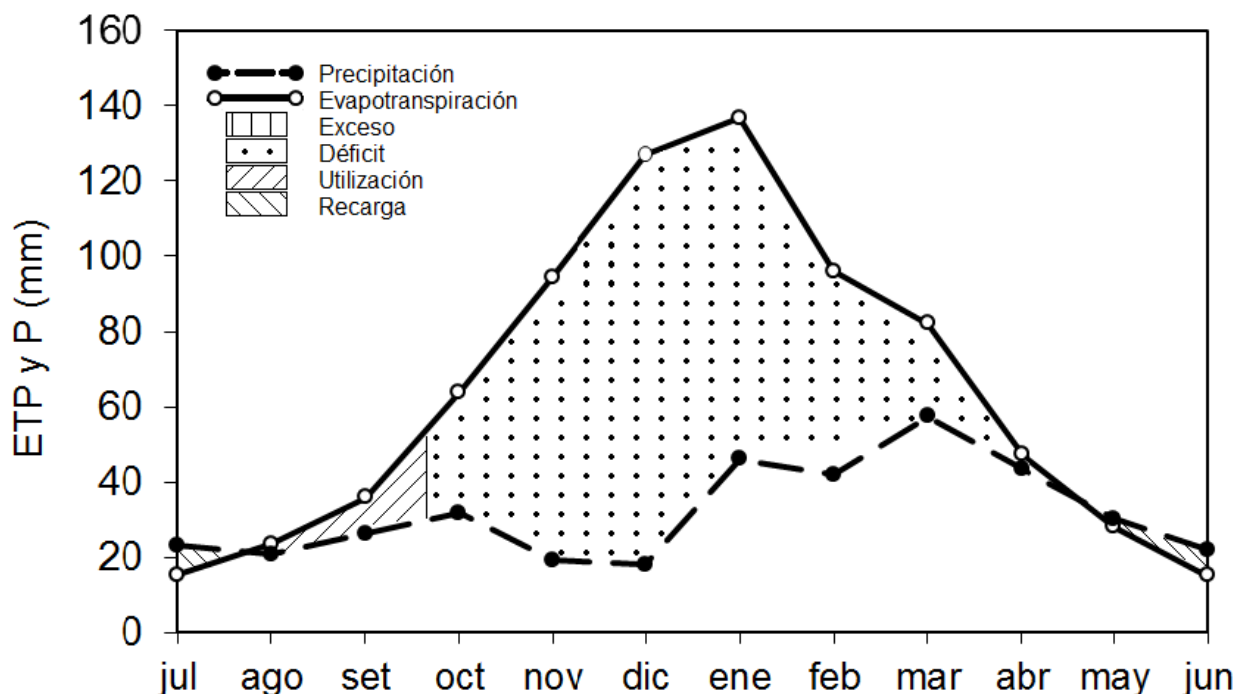


Figura 4. Balance hídrico del área de estudio.

Uso del territorio – La ecorregión del Espinal es una de las tres más transformadas de la Argentina, alcanzando un porcentaje de transformación de al menos un 37% (Brown *et al.* 2006) y posee solamente un 2,3% de la superficie total bajo algún nivel de protección ambiental (Fabricant, SIFAP 2014, comunicación personal). Al sur de la provincia de Buenos Aires, la actividad agropecuaria es más intensa cerca de la costa, donde las precipitaciones son más abundantes (Caruso 2015); mientras que al oeste, donde se lleva a cabo este trabajo, la actividad económica predominante es la ganadería extensiva. En algunos casos se utilizan cultivos forrajeros, aunque es frecuente el aprovechamiento de pastizales naturales, estepas con arbustos y gramíneas, o incluso matorrales de arbustos para sostener dicha actividad.

La **ganadería bovina** es por mucho la más frecuente, seguida por la ovina, más restringida en superficie y número de cabezas. Eventualmente, pueden encontrarse pequeñas tropillas de equinos compartiendo el terreno de los bovinos, para uso personal o comercial. Asociados a los cascos de estancia, algunos pobladores poseen pequeños corrales de porcinos y avícolas para el consumo personal.

La caza comercial, la caza de control y la deportiva (utilizando cepos o armas de fuego) son actividades que se realizan con una intensidad baja a moderada, dependiendo tanto de las fechas habilitadas para la caza, como de los conflictos que se presenten con el ganado (Porini & Ramadori 2007).

Los carnívoros – El **carnívoro más abundante en la región es el zorro gris pampeano**, seguido del gato montés (*Leopardus geoffroyi*), el zorrino (*Conepatus chinga*) (Figura 5) y luego el puma (*Puma concolor*) (Caruso 2015).



Figura 5. Distintos morfotipos de *Conepatus chinga* que se pueden encontrar en el área de estudio.

Rémillard *et al.* (2010) realizaron entrevistas semi-estructuradas a ganaderos del partido de Patagones para analizar las situaciones conflictivas y los patrones de distribución de las siete especies de carnívoros pampeanos:

“Surge de estas entrevistas que, debido a la depredación sobre corderos, el puma (*Puma concolor*) y el zorro (*Pseudalopex gymnocercus*) son identificados como los más conflictivos, seguidos por zorrinos (*Conepatus chinga*) y hurones (*Galictis cuja*) por los daños que provocan en los gallineros. El gato montés (*Leopardus geoffroyi*) es considerado perjudicial solo en algunos casos, mientras el gato del pajonal (*Leopardus colocolo*) y el yaguarundí (*Puma yagouarundi*) son menos comunes y no presentan conflictos significativos.”

Las presas – Entre los vertebrados que se incluyen en la dieta del zorro gris pampeano, la liebre europea (*Lepus europeus*), una de las principales contribuyentes en biomasa, es común de observar dentro del área de estudio (obs. pers.). Respecto de los roedores, de los 12 géneros incluidos en la dieta (Birochio 2008; Lucherini & Luengos Vidal 2008), 7 fueron citados en el sudoeste bonaerense (Pardiñas *et al.* 2004): *Akodon*, *Calomys*, *Ctenomys*, *Eligmodontia*, *Graomys*, *Oligoryzomys* y *Reithrodon*. Además, se encuentran grandes cantidades de Tinámidos: martinetas copetonas (*Eudromia elegans*) y perdices (*Nothura maculosa* y *N. darwinii*). Finalmente, también se puede encontrar guanaco (*Lama guanicoe*), mara (*Dolichitis patagonum*) y ñandú (*Rhea americana*) los cuales pueden formar parte de la dieta del zorro gris pampeano como carroña; junto con el ganado y sus placentas en época de parición.

Población humana – Para realizar este trabajo se obtuvo permiso para acceder a 14 campos contiguos (ver página 34), de los cuales solo 5 se encontraban habitados permanentemente (campos 1, 2, 6, 7 y 10), con una población de 15 personas aproximadamente (0,023 habitantes/km²). Otros 4 campos (3, 4, 9 y 13), si bien no contaban con una presencia constante, recibían visitas muy frecuentes durante la semana, con lo que la población ascendería eventualmente a unas 25 a 30 personas. Los 5 campos restantes (5, 8, 11, 12 y 14) tampoco se encontraban habitados permanentemente y recibían visitas menos frecuentes.

Relevamiento de variables ambientales

En esta sección se verá en primer lugar cómo se complementaron los conocimientos previos, el trabajo de campo y las imágenes satelitales, para obtener una *clasificación de los ambientes* a escala local. En segundo lugar, se explicará cómo se utilizó la información referente a las *infraestructuras rurales* presentes en el área de estudio, para la determinación de las variables ambientales.

CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES

Por qué – En 2005 el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) realizó una clasificación de la cobertura del suelo presente en el partido de Carmen de Patagones (Figura 6) utilizando imágenes satelitales y sistemas de Información geográfica (SIG). En un principio, se utilizó dicha clasificación como referencia de la disposición de los ambientes en el área de estudio. Sin embargo, en las primeras etapas del trabajo de campo, se encontraron discrepancias e imprecisiones que motivaron la realización de una nueva clasificación a escala local; que denote más precisamente la realidad actual de los ambientes presentes durante el período de estudio.

Para qué – La clasificación de ambientes se utilizó para estimar la *visibilidad del hábitat* asociado a cada sitio, variable necesaria para poner a prueba las predicciones de la hipótesis H2. La *visibilidad del hábitat* (o simplemente *visibilidad*) es la probabilidad de que un ser humano detecte un zorro gris pampeano que se encuentra dentro de un hábitat determinado (ver Análisis Estadísticos). Se tuvo en cuenta que alrededor de cada sitio existen distintos ambientes que constituyen un hábitat, entendido como *el lugar en el que podrían vivir los individuos de esta población* (Di Bitetti 2012).

En la práctica, la visibilidad del hábitat es la proporción de ambientes presentes en cada sitio, ponderada mediante una aproximación cualitativa de la capacidad de un humano para detectar un zorro gris pampeano en cada ambiente.

Alrededor de cada sitio de muestreo se trazó un área de influencia circular de 500 metros de radio, dentro de la cual se calculó la proporción de ambientes a partir de la nueva clasificación. El objetivo de la nueva clasificación es, precisamente, la determinación de dicha proporción de ambientes, a partir de la proporción de píxeles de la imagen satelital asignados a las *clases ambientales* que se describirán más adelante.

Determinación de la visibilidad– Se definió *visibilidad ambiental* como la probabilidad de que una persona (por ejemplo un cazador) observe al animal en un determinado ambiente, dado que el animal se encuentra en dicho ambiente y la persona en un camino o sendero que lo atraviesa. Para estimarla, se asignó a cada ambiente un valor cualitativo de visibilidad basándose en la facilidad de detectar la presencia de un zorro gris pampeano (Tabla 1). El entrenamiento de los investigadores, se realizó a partir de líneas transecta planificadas para una investigación paralela – en la cual se contabilizaron potenciales presas de puma. Las observaciones realizadas para determinar las categorías de visibilidad de cada clase ambiental, se realizaron en los mismos lugares (áreas de entrenamiento) utilizados como referencia para la nueva clasificación de los ambientes.

Tabla 1. Visibilidad cualitativa de las categoría ambiental.

Cultivo	Pastizal o barbecho	Estepa	Matorral de arbustos
4	2	1	0

Luego, a partir de las proporciones de ambientes obtenidas en cada sitio de muestreo y de la visibilidad cualitativa estimada en cada ambiente, se calculó un valor de *visibilidad del hábitat* (Ecuación A).

$$visib = \%estepa + 2 * \%pastizal + 4 * \%cultivo \quad \text{Ecuación A}$$

Donde: *%estepa*, *%pastizal* y *%cultivo* son la proporción de píxeles de la imagen satelital asignados en cada sitio a las *categorías ambientales* 'estepa', 'pastizal' y 'cultivo' respectivamente; y *visib* es la visibilidad del hábitat en cada sitio.

Muestreo de vegetación – Para llevar a cabo la nueva clasificación de los ambientes, se planificó un muestreo no probabilístico del área de estudio para **registrar las formaciones vegetales predominantes** asociadas a cada sitio de muestreo. Se utilizaron imágenes satelitales para definir las áreas a registrar, las cuales fueron obtenidas gratuitamente del sitio web del United States Geological Survey (USGS): www.usgs.gov. De allí se preseleccionaron imágenes de la misión espacial Landsat 8 que incluyeran el área de estudio y se encontraran próximas al inicio de la campaña de invierno (2014), época en la cual se realizaron los muestreos de vegetación. Teniendo en cuenta el índice de calidad de las imágenes preseleccionadas, se procedió a seleccionar la mejor de ellas (identificación: LC82270882014175LGN00). De la imagen seleccionada se imprimieron los sectores correspondientes a cada sitio de muestreo, abarcando un área de 2 km de radio. En la impresión se utilizó solamente la banda 3 de la imagen (verde) y no se realizó ningún procesamiento de la misma por una cuestión de practicidad. Posteriormente, se marcaron **parcelas** manualmente sobre las hojas impresas, teniendo en cuenta la cercanía con los sitios de muestreo y la accesibilidad de los caminos (Figura 7). Dichas parcelas ocuparon un 7,74% del área de estudio.

Trabajo de campo – En el campo se tomaron notas de cada parcela mediante observación directa, registrando las formas de vida vegetal predominantes (árboles, arbustos, graminiformes y latifoliadas), su densidad relativa (denso o disperso), y la presencia de suelo desnudo (mucho, poco o nada). En muchos casos fue posible determinar la especie de los arbustos predominantes.

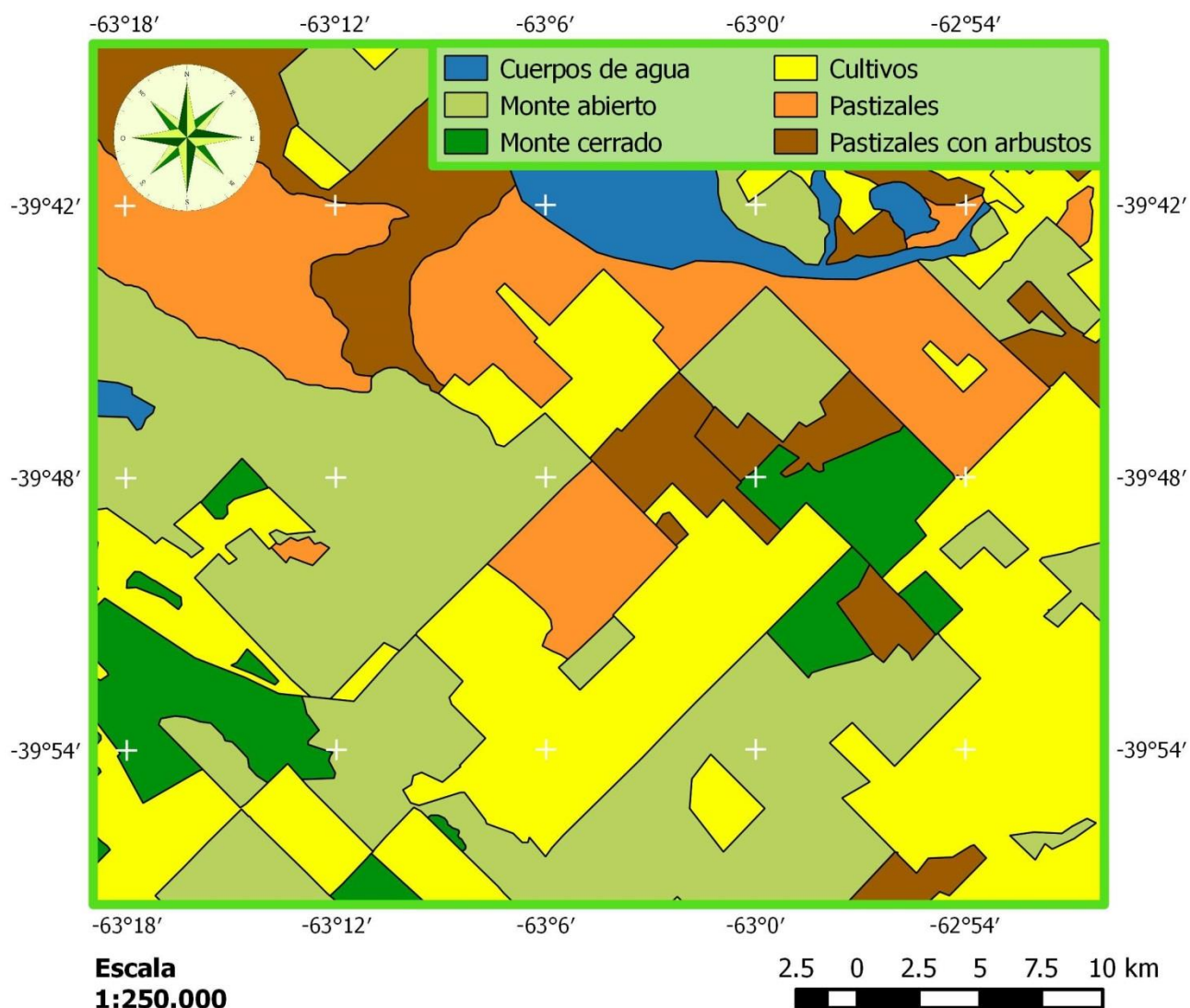


Figura 6. Porción correspondiente al área de estudio, del mapa temático realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en 2005 para clasificar la cobertura del suelo en el partido de Patagones, provincia de Buenos Aires.

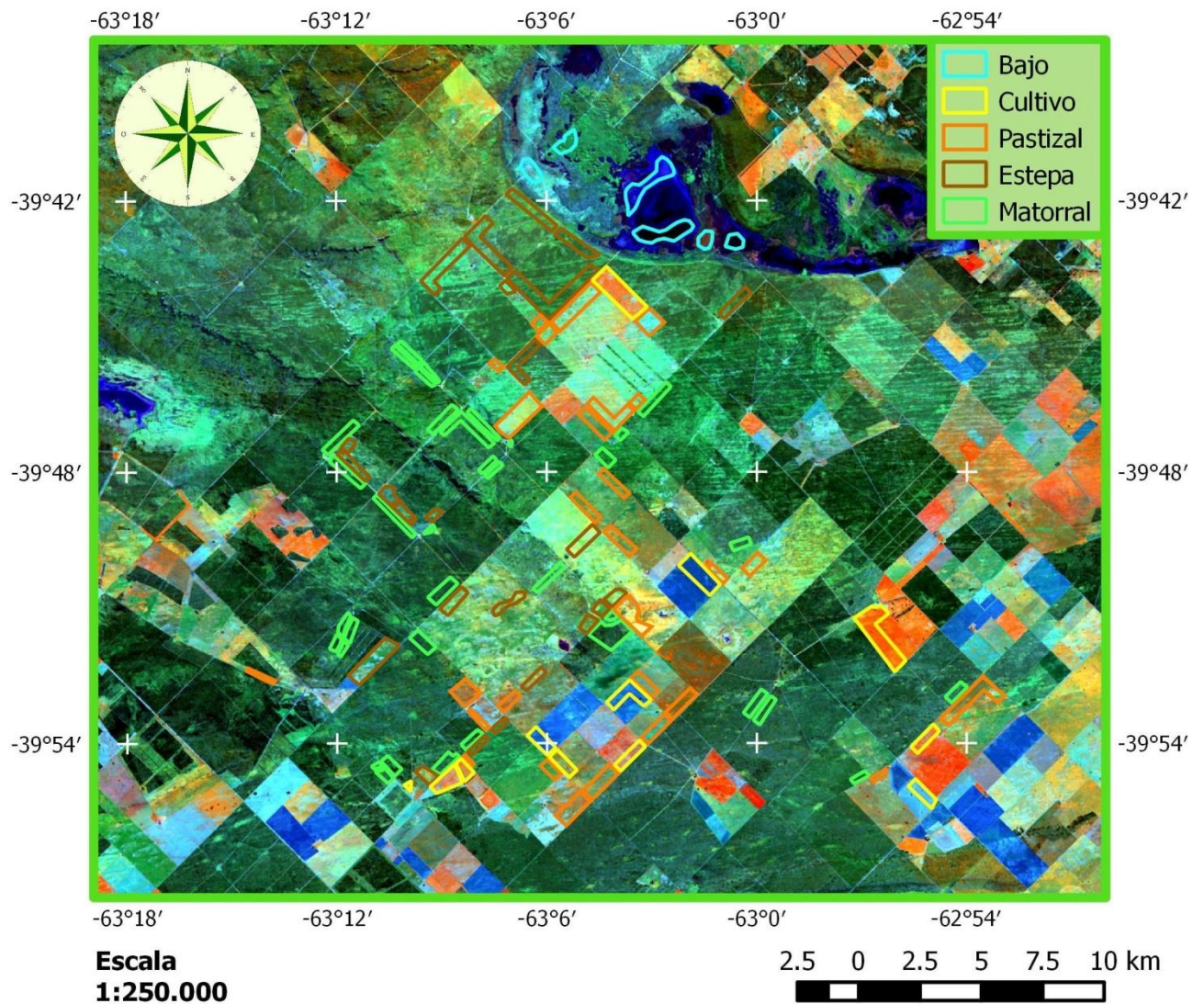


Figura 7. Parcelas utilizadas para el muestreo de vegetación, presentadas sobre una imagen satelital Landsat 8 en falso color, utilizando los cañones rojo, verde y azul para las bandas 5 (NIR), 6 (SWIR 1) y 4 (rojo) respectivamente. Los colores de las parcelas corresponden a las categorías ambientales en las que fueron clasificadas.

Categorías ambientales – A partir de la información recolectada en el campo, se agruparon las parcelas en cinco categorías: cultivo; pastizal o barbecho; estepa; matorral de arbustos; y bajo (Tabla 2). Para asignar las parcelas a las distintas categorías, se tuvieron en cuenta las formas de vida vegetal predominantes y la *visibilidad ambiental*.

Las características de las formas de vida vegetales (Cabrera 1971) y la visibilidad de cada categoría ambiental se definen a continuación, se resumen en la Tabla 2 y se representan en la Figura 8.

Cultivo

Pasturas sembradas útiles para forrajeo, o recién sembradas con mucho suelo desnudo. Áreas donde el zorro gris pampeano puede transitar libremente en cualquier dirección y podría ser visualizado fácilmente por un hombre.

Pastizal o barbecho

Graminiformes generalmente en matas con arbustos muy dispersos, o bien cultivos inactivos (barbecho). En ocasiones el barbecho es dominado por Cardo Ruso u otros arbustos pequeños. El zorro gris pampeano puede transitar libremente en cualquier dirección, salvo cuando el cardo ruso es muy abundante. Se dificulta la visualización del zorro por parte del hombre.

Estepa

Arbustos más o menos dispersos con graminiformes y/o latifoliadas y poco suelo desnudo. Especies de arbustos: Jarilla, Chañar; Algarrobo; Chuquiraga; Piquillín o Molle. En ocasiones domina la latifoliada Eruca sativa. El zorro gris pampeano puede transitar libremente pero se encuentra restringido por los arbustos. Su visualización por parte del hombre se hace muy dificultosa.

Matorral de arbustos

Arbustos densos sin graminiformes o muy pocas de ellas. Especies: Jarilla, Chañar; Algarrobo; Chuquiraga; Piquillín o Molle. El zorro gris pampeano no puede transitar libremente por la presencia de parches con mayor densidad de arbustos. Su detección por parte del hombre es extremadamente dificultosa o nula a pocos metros de distancia.

Bajo

Ambiente con vegetación hidrófila o palustre. El zorro gris pampeano podría transitar de manera similar a la estepa. Sin embargo, para el hombre sería más dificultoso transitar por esta área debido al anegamiento del suelo, principalmente en invierno, lo que reduciría la probabilidad de visualizar al zorro gris pampeano.

A cada categoría ambiental se le pueden asignar distintos valores de reflectancia en una imagen satelital. La categoría definida anteriormente como “bajo” se descartó durante el análisis, debido a que la variabilidad en su reflectancia distorsiona los resultados de la clasificación.

Tabla 2. Categorías definidas a partir del muestreo de vegetación. Se describe la visibilidad estimada visualmente; y las formas de vida predominantes (Cabrera 1971): Terófitos (Th); Hidrófitos (HH); Hemicriptófitos (H); Caméfitos (Ch); Nanofanerófitos (N); Microfanerófitos (M). Al aumentar los símbolos más (+) aumenta el valor de la variable evaluada, los símbolos menos (-) representan la nulidad.

Categoría	Descripción	
	Formas de vida	Visibilidad
Cultivo	H	++++
Pastizal o barbecho	Th, Ch, H, N	++
Estepa	Th, Ch, H, N	+
Matorral de arbustos	Th, N, M	-
Bajo	HH, Th, H, N	variable

Cultivo



Pastizal o barbecho



Figura 8a. Ideogramas y fotografías alusivas a las categorías ambientales utilizadas en la clasificación supervisada: cultivo; pastizal o barbecho.

Estepa



Matorral de arbustos

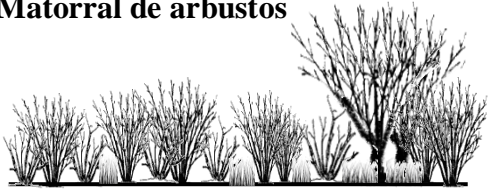


Figura 8b. Ideogramas y fotografías alusivas a las categorías ambientales utilizadas en la clasificación supervisada: estepa; matorral de arbustos.

Técnica de clasificación – A partir de la información recolectada se llevó a cabo una **clasificación supervisada**; técnica utilizada para georreferenciar la cobertura de los ambientes presentes en un área determinada, a partir de la comparación entre las imágenes satelitales y las observaciones a campo realizadas sobre los ambientes (Paruelo *et al.* 2014). Las imágenes satelitales Landsat 8 fueron obtenidas del USGS como se explicó anteriormente (ver página 23).

Utilizando el software QGIS (QGis Development Team 2014), se procedió a realizar un pre-procesamiento de la imagen para optimizar la calidad de la clasificación. En primera instancia se convirtió el contenido de los píxeles, obtenidos en *números digitales*, a valores de *reflectancia*, utilizando las ecuaciones publicadas por el proveedor (Ecuación B) en el archivo de metadatos (LC82270882014175LGN00_MTL.txt).

$$\rho_x = M_\rho \cdot ND_x + A_\rho \quad \text{Ecuación B}$$

Donde: ρ_x es la matriz de reflectancias de la banda x ; M_ρ es un vector brindado por el proveedor en el archivo de metadatos; ND_x es la matriz de números digitales correspondientes a cada píxel de la imagen satelital; y A_ρ es otro vector brindado por el proveedor en el archivo de metadatos.

Dado que las imágenes estaban proyectadas en el sistema de referencia de coordenadas WGS 84/UTM zona 20N (EPSG:32620), se las re proyectó al sistema POSGAR 94/Argentina 4 (EPSG: 22184) utilizando el algoritmo “Warp (reproject) – GDAL” (método “near”). Se combinaron las bandas 1 a 7, pertenecientes al conjunto de sensores OLI (del inglés Operational Land Imager), mediante el algoritmo “merge – GDAL”, obteniéndose la imagen en falso color asignando los colores rojo, verde y azul a las bandas 5 (IR cercano), 6 (IR de onda corta) y 4 (Rojo) respectivamente, para resaltar las diferencias en la vegetación (Guerschman *et al.* 2003). Para hacer más eficientes los posteriores procesos, se recortó la imagen de unos 190 km de lado, a un área menor de sección cuadrada con aproximadamente 45 km de lado, utilizando el algoritmo “Clip raster by mask layer - GDAL”.

Concluido el pre-procesamiento de la imagen se realizó la clasificación supervisada propiamente dicha. Con el software libre SoPI (<https://sopi.conae.gov.ar/>) se generó una capa vectorial para cada una de las categorías ambientales, con polígonos acordes a las parcelas observadas en el campo. Cada una de las capas vectoriales fue transformada en áreas de entrenamiento para la clasificación. Para el proceso de clasificación se utilizó el método de Máxima Verosimilitud y se excluyó la capa correspondiente a “bajo”, puesto que generaba graves inconvenientes a los resultados de la clasificación (Paruelo *et al.* 2014).

Evaluación de la clasificación – Dentro del área descrita por el mínimo polígono convexo descrito por las áreas *buffer* de los sitios, se calculó el porcentaje del área clasificada y la proporción de cada ambiente en el área de estudio. Se evaluó la precisión de la clasificación como la probabilidad de que los ambientes clasificados en una categoría, correspondan efectivamente a dicha categoría (Paruelo *et al.* 2014). Para ello se utilizaron las parcelas relevadas a campo, considerando que la clasificación fue adecuada cuando más del 50% de cada parcela fue clasificada en la categoría correspondiente. Se obtuvo la proporción de ambientes que componen el hábitat de cada sitio, a partir de la cual se calcularon los respectivos valores de *visibilidad del hábitat*.

GEORREFERENCIACIÓN DE INTRAESTRUCTURAS RURALES

Se georreferenciaron infraestructuras de origen antrópico a las que se tuvo acceso durante los meses de muestreo: potreros con ovejas, cascos de estancia o viviendas de los pobladores y caminos de circulación habitual. Las viviendas y los caminos se clasificaron en utilizadas o no utilizadas por pobladores con cultura cazadora (ver Muestreo poblacional: Relevamiento de zorros cazados y signos de caza, página 35).

Cercanía a potreros con ovejas – Se midieron las distancias entre los sitios y los potreros (en km), las cuales se ponderaron teniendo en cuenta el rango de acción del zorro gris pampeano y la cantidad aproximada de ovejas presentes en los potreros (Ecuación C y D). Para tener en cuenta el rango de acción del zorro gris pampeano se utilizó una función logística con punto de inflexión en $(d, dP) = (4, 4)$ y asíntota horizontal en $dP = 10$ (Ecuación C; Figura 9). El punto de inflexión se determinó a partir de los máximos diámetros de área de acción registrados en la región (Luengos Vidal 2009) y la asíntota se fijó teniendo en cuenta los máximos desplazamientos locales observados (Luengos Vidal 2009). De esta manera, la distancia ponderada (dP) describe como varía la probabilidad de que un zorro que habita en un sitio determinado, se encuentre con una oveja presente en un potrero a cierta distancia (d).

$$dP(d) = \frac{\alpha}{1 + e^{-d + \beta}} ; \alpha = 10, \beta = 4 \quad \text{Ecuación C}$$

Donde: $dP(d)$ es la distancia ponderada en función de la distancia entre un sitio y un potrero con ovejas; α es una aproximación a los máximos desplazamientos observados para el zorro gris pampeano a escala local; y β es el diámetro máximo conocido para su área de acción .

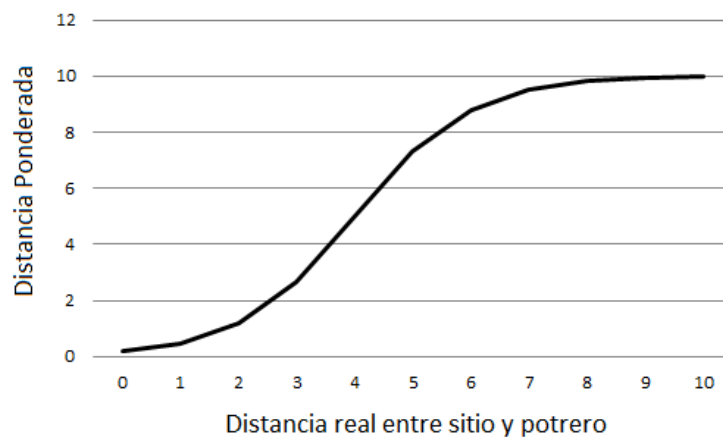


Figura 9. Función logística que describe la relación entre la distancia medida entre cada sitio y cada potrero y la distancia ponderada para ajustar a los parámetros de organización espacial del zorro gris pampeano.

Al ser más de uno los potreros involucrados, las distancias ponderadas entre estos y los sitios se unificaron en la variable *cercanía a potreros con ovejas* ($cpov$) relativizando las mismas según la cantidad relativa de ovejas presentes en cada potrero (Ecuación D)

$$cpov = dP1 + \frac{dP2}{4} + dP3 \quad \text{Ecuación D}$$

Donde: $cpov$ es la cercanía a potreros con ovejas; $dP1$, $dP2$ y $dP3$ son las distancias ponderadas entre cada sitio y cada uno de los tres potreros con ovejas.

Presión de caza dummy – Se obtuvieron los límites de los campos a partir de una capa vectorial del catastro del partido de Patagones (<http://www.ign.gov.ar/sig>), la cual presentaba imprecisiones que se corrigieron a partir de una imagen satelital georreferenciada. Los sitios incluidos dentro de los campos con caza se consideraron para un análisis cualitativo como sitios con caza.

Presión de caza cuantitativa – Se midieron las distancias entre las viviendas y los caminos utilizados habitualmente por cazadores y cada sitio de muestreo. Las distancias se ponderaron de manera similar que al calcular la cercanía a potreros con ovejas: teniendo en cuenta el rango de acción del zorro gris pampeano y el uso relativo de las viviendas y los caminos por parte de los pobladores (Ecuación E y F; Figura 10). De esta manera, la distancia ponderada respecto de la presión de caza (dPc) describe como varía la probabilidad de que un zorro que habita en un sitio determinado, se encuentre con un cazador.

$$dPc(d) = \frac{\alpha}{1+e^{-d+\beta}} ; \alpha = 10, \beta = 4 \quad \text{Ecuación E}$$

Donde: $dPc(d)$ es la distancia ponderada en función de la distancia entre un sitio y un camino o vivienda con caza; α es una aproximación a los máximos desplazamientos observados para el zorro gris pampeano a escala local; y β es el diámetro máximo conocido para su área de acción .

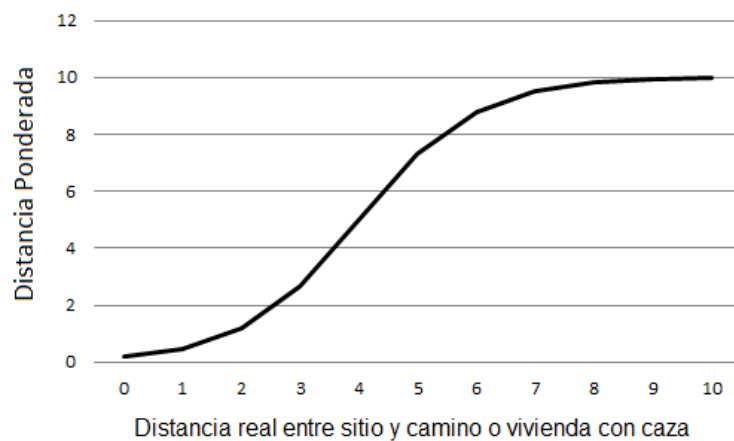


Figura 10. Función logística que describe la relación entre la distancia medida entre cada sitio y cada vivienda o camino con caza, y la distancia ponderada para ajustar a los parámetros de organización espacial del zorro gris pampeano.

$$pcc = \frac{dPc1}{2} + dPc2 + \frac{dPc3}{4} \quad \text{Ecuación F}$$

Donde: pcc es la presión de caza cuantitativa; $dPc1$ es la distancia ponderada entre cada sitio y el camino más cercano con caza; $dPc2$ y $dPc3$ son la distancia ponderada entre cada sitio y cada una de las dos viviendas de cazadores.

Los datos espaciales fueron relevados utilizando una unidad receptora del sistema GPS (Global Positioning System) modelo E-trex10, configurada para tomar los datos en coordenadas geográficas WGS 84 (EPSG: 4326). Posteriormente, los datos fueron reproyectados a coordenadas planas, utilizando el sistema de coordenadas POSGAR 94/Argentina 4 (EPSG: 22184).

Muestreo poblacional

Al trabajar con vertebrados que poseen grandes áreas de acción y baja detectabilidad, como es el caso de los carnívoros, los diseños de muestreo suelen ser el resultado de una situación de compromiso entre satisfacer los principios del diseño experimental (replicación, aleatorización y control del error experimental) y la factibilidad de llevarlo adelante (McDonald 2004).

A continuación, se explicara cómo se conjugaron dichos aspectos en esta tesis para llevar a cabo: en primer lugar, el *trampeo fotográfico* de la población de zorro gris pampeano; y en segundo lugar, el *relevamiento de zorros cazados y signos de caza*.

TRAMPEO FOTGRÁFICO

Alcance del diseño experimental – Kleinbaum *et al.* (1982), proponen la definición de cuatro tipos de poblaciones para jerarquizar la validez de las conclusiones que se pueden extraer de un muestreo. Las mismas se definen a continuación para este trabajo:

Población externa: Es el conjunto de zorros pampeanos que habitan en áreas que posean recursos y condiciones ecológicas y sociopolíticas semejantes a las del área de estudio; durante un período temporal equivalente a la realización del muestreo. Sobre esta población solamente se podrán sacar conclusiones con validez externa.

Población de interés: Es el conjunto de zorros pampeanos que habitan dentro del área de estudio, durante un período de doce meses (diciembre 2013 a noviembre 2014). Sobre esta población se podrán sacar conclusiones con validez interna.

Población actual: Es el subconjunto de zorros pampeanos que habitan dentro del área de estudio, durante un período de doce meses (diciembre 2013 a noviembre 2014) los cuales tuvieron chances de ser incluidos en el muestreo a causa de las limitaciones que este presenta, descriptas posteriormente en *consideraciones de muestreo*. La población actual difiere de la población de interés a causa del error sistemático cometido en la selección de los sitios de muestreo. Sobre esta población se realiza la inferencia estadística.

Población de estudio (muestreada): Es el conjunto de los zorros pampeanos que habitan dentro de los sitios de muestreo y fueron detectados durante el período mencionado. Difere de la población actual a causa del error aleatorio propio de las variables no controladas en este estudio, como la disponibilidad de presas o fuentes de agua. De esta población se extraen los estadísticos para estimar los parámetros de la población actual.

Disposición de las cámaras – Durante el período comprendido entre diciembre de 2013 y noviembre de 2014, se dispusieron sobre el área de estudio 28 sitios de muestreo; los cuales contaron al menos con una cámara trampa y un cebo (Karanth & Nichols 1998; Figura 11). Todos los sitios fueron georreferenciados tal como se explicó en el apartado “Georreferenciación de infraestructuras rurales”. Inicialmente, entre diciembre de 2013 y julio de 2014, se instalaron los primeros 16 sitios de muestro contando cada uno con 2 cámaras (mayoritariamente digitales) para satisfacer las necesidades de una investigación paralela realizada con otros carnívoros de la zona (Figura 11a). Posteriormente, entre julio y septiembre se redistribuyó el conjunto de cámaras, incrementando el área de estudio hasta alcanzar los 28 sitios finales, (Figura 11b). Los sitios se revisaron periódicamente en cinco campañas: diciembre a febrero (45 días); marzo (10 días); mayo

(10 días); julio a septiembre (45 días); y noviembre (10 días). En algunos casos fue necesario reubicar los sitios de muestreo por pedido de los propietarios del campo (Figura 11).

Consideraciones de muestreo – Según McDonald (2004) el éxito de un estudio que involucre especies de baja detectabilidad (especies de carnívoros, por ejemplo) depende de combinar las técnicas apropiadas para incrementar la probabilidad de detección, con un procedimiento de muestreo *ad hoc* capaz de esparcir el esfuerzo de muestreo sobre toda el área de estudio. Si bien el zorro gris pampeano es de los carnívoros con mayor detectabilidad, estos principios se han aplicado exitosamente en la especie (Di Bitetti 2009; Caruso 2015). En este trabajo, al momento de elegir la ubicación de los sitios de muestreo, se tuvieron en cuenta las siguientes estrategias para incrementar la probabilidad de detección:

- Seleccionar caminos, senderos o antiguos lechos fluviales.
- Preferir aquellos con huellas, fecas u otros signos de carnívoro.
- Considerar las experiencias de los pobladores en cuanto a la presencia de carnívoros.

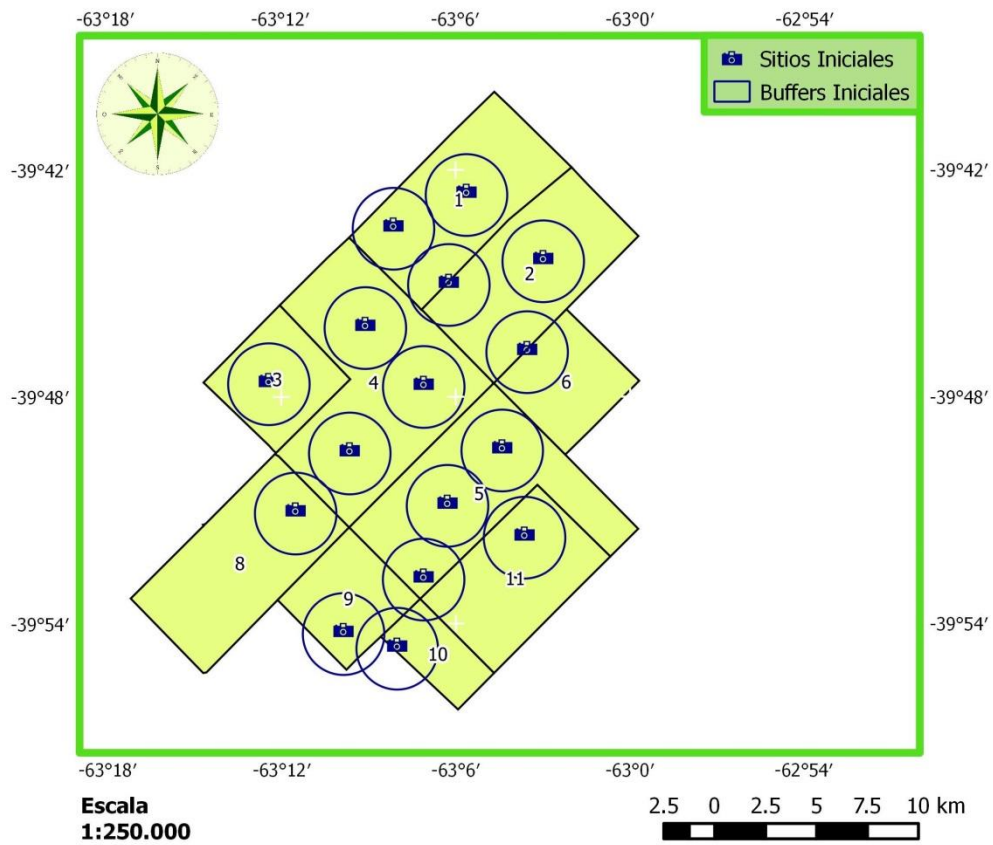
Para distribuir el esfuerzo de muestreo sobre el área de estudio, los sitios de muestreo se separaron entre sí por una distancia media ($\pm DS$) de 3923 ± 602 m en el primer período o de 3717 ± 667 m en el segundo período (ver disposición de cámaras, página anterior). Esta distancia equivale aproximadamente a los máximos diámetros de área de acción registrados para esta especie (Luengos Vidal 2009). Se utilizó esta medida intentando incrementar la independencia respecto del estudio realizado por Di Bitetti *et al.* (2009) que utilizan una distancia media ($\pm DS$) de 1217 ± 631 m observando que los individuos podrían ser detectados en más de un sitio de muestreo. Cada sitio de muestreo tendrá asociado un hábitat determinado, delimitado por un área de influencia o *buffer* (con 2 km de radio), dentro del cual pueden encontrarse uno o más ambientes en diferente proporción. Las características del paisaje en forma de mosaico imposibilitan la asignación de cada sitio de muestreo a un único ambiente.

Herramientas útiles – El proceso de ubicación de los sitios de muestreo fue facilitado por la utilización del catastro de la zona, imágenes satelitales y unidades receptoras de GPS. En primer lugar los sitios de muestreo se pre-ubicaron sobre el catastro y posteriormente se georreferenciaron una vez instalados en el campo. Las unidades receptoras de GPS fueron configuradas con el sistema de coordenadas geográficas WGS 84 tal como se detalla en la subsección “georreferenciación de infraestructuras rurales” (página 31).

Especificaciones técnicas – Las cámaras utilizadas variaron en tecnología, marca y modelo entre sitios y eventualmente dentro de un mismo sitio, según la disponibilidad y el buen funcionamiento de las mismas. Dichas cámaras se mantuvieron encendidas a lo largo de todo el día. Fueron configuradas para tomar tres fotografías (con un retraso de cinco segundos) al activarse cuando un animal pasa por delante y para que no se vuelvan a activar hasta pasado un minuto desde la última fotografía. En las fotografías nocturnas se disparó un flash infrarrojo, invisible para el ojo animal, el cual se utiliza para lograr la correcta iluminación de la imagen sin alterar el comportamiento del individuo fotografiado.

Mantenimiento – Para mantener las cámaras en funcionamiento, se realizaron controles periódicos para cambiar las pilas y las memorias de almacenamiento (en el caso de las cámaras digitales) o los rollos fotográficos (en el caso de las cámaras analógicas). En estos controles también se recomodaron las cámaras que fueron movidas por el ganado o por vandalismo, se despejó el sitio de la vegetación que pudiera obstruir el campo visual de la cámara y se recalibró la sensibilidad en los casos que pareciese necesario: se incrementó cuando el número de fotografías era escaso y se decremento cuando la memoria corría riesgo de llenarse antes del próximo control a causa de movimientos de la vegetación.

(a)



(b)

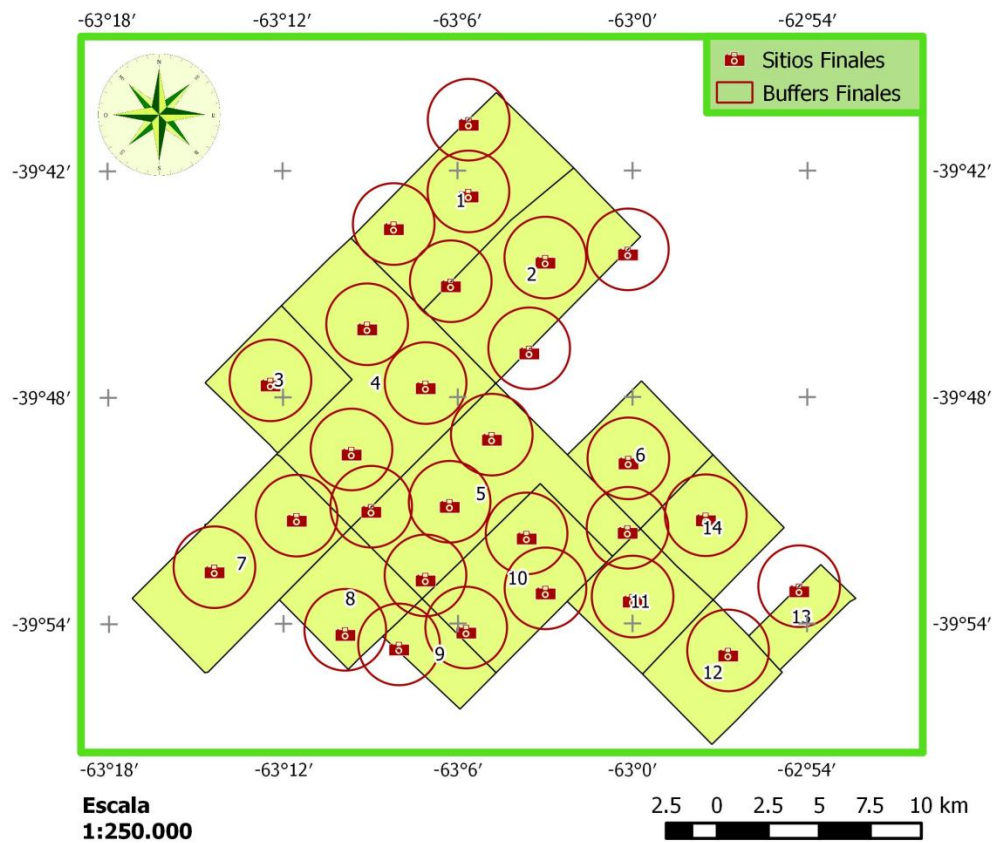


Figura 11. Ubicación de los sitios de muestreo y sus respectivas áreas *buffer* al inicio (a) y al final (b) del estudio. Los recuadros amarillos representan los campos en los que se instalaron sitios de muestreo.

RELEVAMIENTO DE ZORROS CAZADOS Y SIGNOS DE CAZA

Durante el período de junio a septiembre se mantuvo contacto periódico con pobladores locales, que mediante entrevistas desestructuradas, colaboraron en comunicar la ocurrencia de eventos de caza de zorros. De esta manera se tienden a subestimar dichos sucesos, pero se obtiene información valiosa para caracterizar las prácticas cazadoras de los habitantes de cada campo.

Adicionalmente, se utilizó la información generada por otras investigaciones realizada en forma paralela sobre el área de estudio, en la que se realizaron transectas en camioneta (diurnas y nocturnas) y a pie (diurnas) como parte del proyecto Carnívoros del Sudoeste Bonaerense, del GECM. En dichas transectas, se tomó nota de sucesos observados que pueden asociarse con la caza de zorros (signos de caza), tales como trampas cebo colocadas sobre caminos, presencia de casquillos de bala, zorros muertos o personas cazando cerca de los caminos.

A partir de la información recopilada en ambos casos se determinó la existencia o no de una cultura cazadora en los habitantes de los campos que componen el área de estudio y se reconocieron los caminos más frecuentemente utilizados por los mismos.

Análisis estadísticos

PATRONES DE USO DE HÁBITAT

Los primeros dos objetivos de esta tesis se enfocan en entender si la intensidad con la que el zorro gris pampeano utiliza su hábitat, depende de ciertas variables ambientales que lo rodean y/o de la presión de caza ejercida por el hombre. Si bien la presión de caza podría considerarse como otra variable ambiental, se la diferenció de las demás con el fin de prestarle especial atención a esta problemática socioambiental.

Para evaluar posibles cambios en el uso de hábitat, se calculó, a partir del trampeo fotográfico, un índice que representa la frecuencia con la que los individuos visitan los sitios de muestreo. Dicho índice se calcula a partir de la cantidad de fotografías tomadas en cada sitio y su separación temporal, a partir de los cual se obtiene un *número de eventos*.

Número de eventos (eventos): es el número de fotografías tomadas a zorros pampeanos con una separación temporal mayor a una hora, obtenidas en un sitio, durante un período determinado (Anexo 2).

Para que el número de eventos en un sitio de muestreo sea una medida precisa del uso de hábitat, el esfuerzo de muestreo debe ser constante (O'Brien 2011). Sin embargo, por razones logísticas e imprevistos ocurridos debido a las condiciones de intemperie, no todos los sitios de muestreo se encontraron activos simultáneamente durante el período de estudio; la cantidad de cámaras por sitio se redujo de dos a una en 16 casos; y la cantidad de sitios se incrementó hasta 28 durante el muestreo. En los sitios con dos cámaras, si bien ambas cámaras registran el mismo punto, se seleccionó solo una en cada caso para mitigar posibles sesgos debidos a la sensibilidad de los equipos. Para relativizar el esfuerzo de muestreo, se tuvo en cuenta el número de noches que se mantuvo activo cada sitio. De aquí en más nos referiremos a esta variable simplemente como "*noches*" o "*número de noches*".

Número de noches (noches): es una medida del esfuerzo de muestreo calculado a partir de la cantidad de noches muestreadas durante un período determinado.

Estadística descriptiva

Para todos los análisis descriptivos se utilizó como variable respuesta la **tasa de captura**. La misma se calculó dividiendo el número de eventos por el número de noches en los que transcurrieron dichos eventos. Se obtuvo entonces un dato en cada sitio para cada mes, pudiendo de esta manera agrupar sitios o meses según corresponda.

En primer lugar, se describió gráficamente la estructura de la tasa de captura para prevenir errores a la hora de aplicar los modelos inferenciales (Zuur *et al.* 2010):

1. **Detección de datos atípicos** (*boxplot* y gráficos de puntos)
2. **Homogeneidad de la variable respuesta** (*boxplot* condicional)
3. **Distribución de la variable respuesta** (histograma o *QQ-plot*)
4. **Colinearidad entre variables explicativas** (*scatterplot*)
5. **Relación entre variables respuesta y explicativas** (*scatterplot*)

Adicionalmente, se realizó un test de Shapiro-Wilks para evaluar la normalidad de la tasa de captura y un test de correlación de Pearson para evaluar la relación entre variables cuantitativas.

En segundo lugar, se buscó explorar la existencia de modificaciones en el uso de hábitat en relación con la presión de caza. Para ello, se graficó la tasa de captura media por mes a lo largo del año y su percentil 90, separando los sitios que se encuentran dentro de campos con cultura cazadora, de los campos donde no se acostumbra la caza. El mismo procedimiento se realizó agrupando los meses **antes** (dic. a abr.), **durante** (may. a ago.) y **después** (sep. a nov.) de la temporada de caza. Solamente en estos últimos análisis, los eventos se consideraron dentro de un rango temporal de 12 hs (en vez de 1 h) para ser conservador en la detección de los cambios asociados al uso de los sitios; ya que si los eventos se contabilizaran de una hora, serían mayores las variaciones observadas en el uso de hábitat (Di Bitetti *et al.* 2009; Lucherini *et al.* 2009).

Estadística inferencial

Las predicciones de las hipótesis biológicas planteadas en esta tesis se consideraron equivalentes a hipótesis estadísticas (Farji-Brener 2004; Tabla 3). Aquellas predicciones asociadas a los objetivos relacionados con el uso de hábitat (1 y 2) se pusieron a prueba mediante modelos lineales generalizados (MLG) o modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) dependiendo del caso (McCullagh & Nelder 1989). En los MLGM se utilizó la variable *sitio* como factor aleatorio y las demás variables como factores fijos. El número de eventos se ajustó por el número de noches mediante la función link 'logit' y su distribución se modeló mediante poisson (O'hara & Kotze 2010). Los análisis se realizaron con el programa R (versión 3.2.3; The R Foundation for Statistical Computing 2014). Los MLG se ejecutaron con la función glm del paquete 'stats' y los MLGM con la función glmer del paquete 'lme4' (Bates *et al.* 2014). Se utilizó un nivel de significación de $P < 0,05$

En el **primer objetivo** -evaluar cuáles son las **variables ambientales** que mejor explican la intensidad de **uso de hábitat**-, se utilizaron las siguientes variables explicativas:

Visibilidad asociada a cada sitio (visib): proporción de ambientes presentes en cada sitio, ponderada mediante una aproximación cualitativa de la capacidad de un humano para detectar un zorro gris pampeano en cada ambiente.

Cercanía a los potreros con ovejas (cpov): medida proporcional a la probabilidad de que un zorro que habita en el área de un sitio determinado, se encuentre con una majada de ovejas (ver relevamiento de variables ambientales, georreferenciación de infraestructuras rurales, página 30).

Presencia de corderos (pcord): presencia de corderos en el área de estudio, definida como una variable cualitativa (*dummy*) inferida a partir de las fechas habituales de parición en el área de estudio (0=sin corderos; 1=con corderos).

Presión de caza dummy (pcd): medida cualitativa (*dummy*) de la posición de un sitio respecto de los campos con cultura cazadora (0=sin caza; 1=con caza).

Sitio de muestreo (sitio): número identificador del sitio de muestreo.

Objetivos Hipótesis		1. Evaluar cuáles son las variables ambientales que mejor explican la intensidad de uso de hábitat.	2. Analizar las posibles modificaciones en el uso de hábitat ante distintos grados de presión de caza.	3. Estudiar la asociación entre el patrón diario de actividad y las variables ambientales.	4. Analizar las posibles modificaciones en el patrón diario de actividad ante distintos grados de presión de caza.
		H1	H1a) El zorro evita espacialmente los sitios con cazadores.		P1a: el número de eventos se encontrará negativamente asociado a la presión de caza.
H1b) El zorro evita temporalmente los sitios con cazadores.					P1b: La densidad de eventos será mayor de noche en sitios con presión de caza, respecto de los sitios sin caza.
H2	H2a) El zorro utiliza más los hábitats cerrados cuando lo cazan.	P2a: el número de eventos en los sitios con presión de caza será mayor en aquellos sitios con baja visibilidad; respecto de sitios con alta visibilidad.			
	H2b) El zorro utiliza más los horarios nocturnos cuando lo cazan.			P2b: En los sitios con presión de caza y baja visibilidad los picos de densidad de eventos serán más diurnos que en sitios con presión de caza y alta visibilidad.	
H3	H3a) La mortalidad producida por el invierno explica parte del uso de hábitat del zorro.	P3a: El número de eventos será menor en los sitios sin presión de caza después del invierno.			
	H3b) La mortalidad producida por la caza explica parte del uso de hábitat del zorro.	P3b: Al terminar la temporada de caza, la reducción relativa del número de eventos será mayor en sitios con presión de caza, respecto de los sitios sin caza.			
H4	H4a) El zorro no selecciona sitios con ovejas adultas.	P4a: el número de eventos será independiente de la cercanía a los potreros con ovejas.			
	H4b) El zorro selecciona sitios con corderos.	P4b: el número de eventos en los sitios cercanos a los potreros con ovejas será mayor ante la presencia de corderos.			

Tabla 3. Relación entre las hipótesis y los objetivos de esta tesis a partir de las predicciones. Se dice 'zorro' para abreviar 'zorro gris pampeano'.

Revisando cuidadosamente las hipótesis, se observa que éstas se relacionan con los objetivos mediante sus predicciones. En particular las hipótesis H2a, H4a y H4b se relacionan con el primer objetivo a partir las predicciones P2a, P4a y P4b respectivamente (Tabla 3).

En el **segundo objetivo** -analizar las posibles modificaciones en el **uso de hábitat** ante distintos grados de **presión de caza**-, se utilizaron las siguientes variables explicativas:

Presión de caza cuantitativa (pcc): medida proporcional a la probabilidad de que un zorro que habita en el área de un sitio determinado se encuentre con un cazador (ver relevamiento de variables ambientales, georreferenciación de infraestructuras rurales, página 31).

Temporada de caza (tempC): presencia de condiciones óptimas para la caza y su período posterior definida como una variable cualitativa (*dummy*) para cada sitio; inferida a partir de las fechas aproximadas de inicio y fin de la temporada de caza (0=antes; 1=durante y después).

Visibilidad asociada a cada sitio (visib): explicada en el objetivo anterior.

Presión de caza dummy (pcd): explicada en el objetivo anterior.

Sitio de muestreo (sitio): explicada en el objetivo anterior.

El segundo objetivo se relaciona con las hipótesis H1a, H2a, H3a y H3b mediante las predicciones P1a, P2a, P3a y P3b respectivamente (Tabla 3).

A continuación se detallan los modelos utilizados para poner a prueba las predicciones y se representan gráficamente las respuestas esperadas en cada caso:

P1a: El número de eventos se encontrará negativamente asociado a la presión de caza (Ecuación G; Figura 12)

$$\text{eventos}_i \sim \text{Poisson}(\mu) \qquad \text{Ecuación G}$$

$$\log(\mu) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{pcc} + \log(\text{noches}) + \varepsilon$$

$\log(\mu)$: estimador de la intensidad de uso de hábitat.

β_0 : media general del estimador cuando no hay presión de caza.

β_1 : efecto estadístico de la presión de caza cuantitativa sobre el estimador.

pcc: presión de caza cuantitativa. Aumenta cerca de lugares utilizados por cazadores.

$\log(\text{noches})$: corrección por esfuerzo de muestreo.

ε : error aleatorio

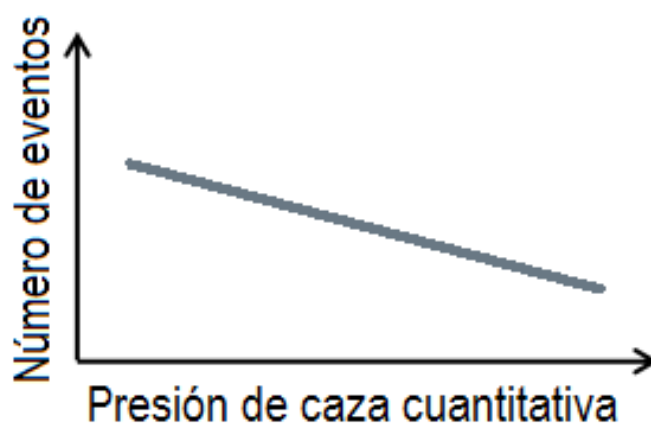


Figura 12. Tendencia esperada del número de eventos en función de la presión de caza cuantitativa, según la predicción P1a.

P2a): El número de eventos en los sitios con presión de caza será mayor en aquellos sitios con baja visibilidad; respecto de sitios con alta visibilidad (Ecuación H; Figura 13).

$$\begin{aligned} & \text{eventos}_i \sim \text{Poisson}(\mu) \\ \log(\mu) = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \mathbf{pcd} + \beta_2 \cdot \mathbf{visib} + \beta_3 \cdot \mathbf{pcd} \cdot \mathbf{visib} + \log(\mathbf{noches}) + \varepsilon \end{aligned} \quad \text{Ecuación H}$$

$\log(\mu)$: estimador de la intensidad de uso de hábitat.

β_0 : media general del estimador cuando la visibilidad es cero y no hay presión de caza.

β_1 : efecto estadístico de la presión de caza *dummy* sobre el estimador.

pcd: presión de caza *dummy*. Vale uno cuando el sitio está dentro de un campo con caza.

β_2 : efecto estadístico de la visibilidad sobre el estimador.

visib: visibilidad asociada al sitio de muestreo (variable cuantitativa)

β_3 : efecto estadístico de la interacción entre la presión de caza *dummy* y la visibilidad sobre el estimador.

$\log(\mathbf{noches})$: corrección por esfuerzo de muestreo.

ε : error aleatorio

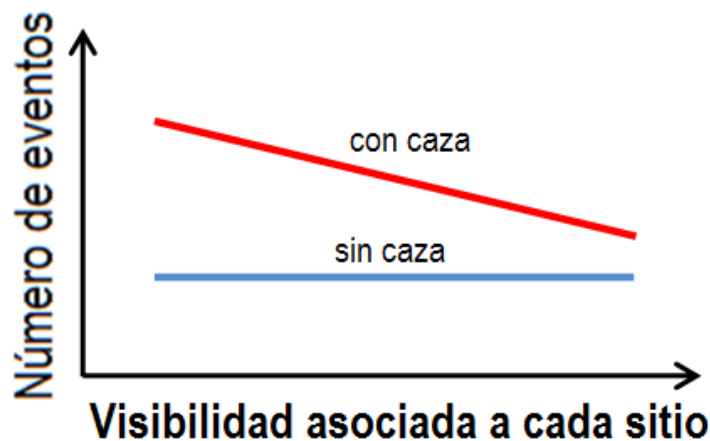


Figura 13. Tendencia esperada del número de eventos, dependiente de la presión de caza *dummy*: “con caza” ($\mathbf{pcd}=0$) y “sin caza” ($\mathbf{pcd}=1$); en función de la visibilidad asociada a cada sitio, según la predicción P2a.

P3a) El número de eventos será menor en los sitios sin presión de caza después del invierno.

P3b) Al terminar la temporada de caza, la reducción relativa del número de eventos será mayor en sitios con presión de caza, respecto de los sitios sin caza (Ecuación I; Figura 14).

$$\begin{aligned} & \text{eventos}|\text{sitio} \sim \text{Poisson}(\mu) \\ & \text{sitio} \sim N(0, \sigma_{\text{sitio}}^2) \\ \log(\mu) = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \mathbf{pcd} + \beta_2 \cdot \mathbf{tempC} + \beta_3 \cdot \mathbf{pcd} \cdot \mathbf{tempC} + \mathbf{sitio} + \log(\mathbf{noches}) + \varepsilon \end{aligned} \quad \text{Ecuación I}$$

$\log(\mu)$: estimador de la intensidad de uso de hábitat.

β_0 : media general del estimador en sitios sin presión de caza y antes de que inicie la temporada.

β_1 : efecto estadístico de la presión de caza *dummy* sobre el estimador.

pcd: presión de caza *dummy*. Vale uno cuando el sitio está dentro de un campo con caza.

β_2 : efecto estadístico de la temporada de caza sobre el estimador.

tempC: temporada de caza. Vale uno desde el mes de mayo en adelante.

β_3 : efecto estadístico de la interacción entre la presión de caza *dummy* y la visibilidad sobre el estimador.

sitio: corrección por considerar el mismo sitio de muestreo antes y después del inicio de la temporada de caza.

$\log(\mathbf{noches})$: corrección por esfuerzo de muestreo.

ε : error aleatorio.

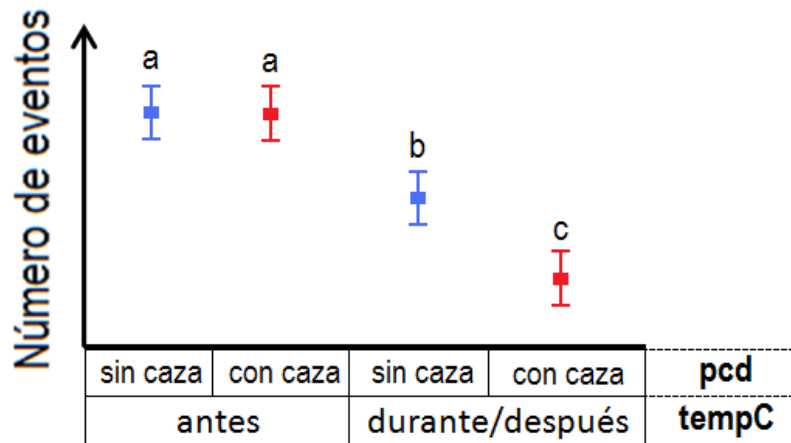


Figura 14. Diferencias esperadas en el número de eventos, dependiendo de la presión de caza *dummy* y de la temporada de caza, según las predicciones P3a (a-b celeste) y P3b (mayor diferencia entre a-b rojas, que entre a-b celestes).

P4a: El número de eventos será independiente de la cercanía a los potreros con ovejas (Ecuación J; Figura 15).

$$\text{eventos} \sim \text{Poisson}(\mu)$$

$$\log(\mu) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{cpov} + \log(\text{noches}) + \varepsilon$$

Ecuación J

$\log(\mu)$: estimador de la intensidad de uso de hábitat.

β_0 : media general del estimador en sitios alejados de los potreros con ovejas.

β_1 : efecto estadístico de la cercanía a los potreros con ovejas sobre el estimador.

cpov: cercanía a los potreros con ovejas. Es mayor en sitios próximos a los potreros con ovejas.

$\log(\text{noches})$: corrección por esfuerzo de muestreo.

ε : error aleatorio

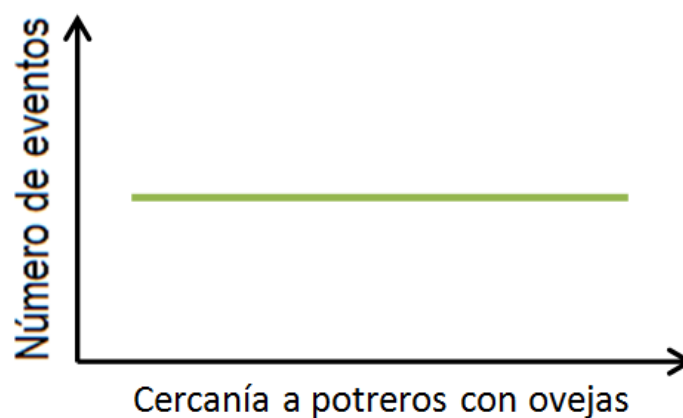


Figura 15. Tendencia esperada del número de eventos, en función de la cercanía de los potreros con ovejas, según la predicción P4a.

P4b: El número de eventos en los sitios cercanos a los potreros con ovejas será mayor ante la presencia de corderos (Ecuación K; Figura 16).

$$\begin{aligned} & \text{eventos}|\text{sitio} \sim \text{Poisson}(\mu) \\ & \text{sitio} \sim N(0, \sigma_{\text{sitio}}^2) \\ \log(\mu) &= \beta_0 + \beta_1 \cdot \mathbf{pcord} + \mathbf{sitio} + \log(\text{noches}) + \varepsilon \end{aligned} \quad \text{Ecuación K}$$

$\log(\mu)$: estimador de la intensidad de uso de hábitat.

β_0 : media general del estimador antes de la parición de los corderos (mes de julio).

β_1 : efecto estadístico de la presencia de corderos sobre el estimador.

pcord: presencia de corderos. Vale uno desde el mes de julio en adelante.

sitio: corrección por considerar el mismo sitio de muestreo antes y después de la fecha de parición de los corderos.

$\log(\text{noches})$: corrección por esfuerzo de muestreo.

ε : error aleatorio

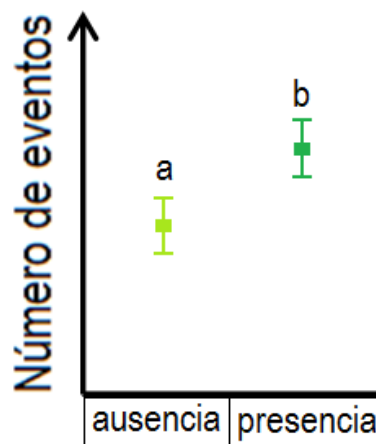


Figura 16. Diferencia esperada en el número de eventos, dependiendo de la presencia de corderos, según la predicción P4b.

Adicionalmente se calcularon los Índices de Información de Akaike (AIC) y los *pseudo* R^2 (Zuur *et al.* 2009; Ecuación L) para la comparación de los modelos.

$$\text{pseudo } R^2 = \frac{\text{devianza nula} - \text{devianza residual}}{\text{devianza nula}} \quad \text{Ecuación L}$$

Finalmente, se analizó la tendencia observada mediante estadística descriptiva de la tasa de captura antes, durante y después de la temporada de caza en sitios con y sin caza, a partir de una prueba no paramétrica de Friedman para diferencia de medias, utilizando el software InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2011). Solo en este caso se consideró un nivel de significación de $P < 0,1$.

PATRONES DE ACTIVIDAD

De igual manera que se calculó el índice para estimar la intensidad de uso de hábitat (respetando la separación de una hora para considerar un evento independiente) se registró el horario (en horas y minutos) de la primera fotografía de cada evento, para confeccionar un patrón diario de actividad general para el área seleccionada.

En cumplimiento de los objetivos tres y cuatro, se analizaron los datos dividiéndolos espacial y/o temporalmente para realizar patrones diarios de actividad con cada subconjunto de datos por separado. En cada caso se calculó un índice de solapamiento entre los patrones de cada subconjunto de datos: $\hat{\Delta}_1$ cuando el número de eventos del subconjunto con menos eventos es menor a 75, y $\hat{\Delta}_4$ cuando es mayor a 75 (Meredith & Ridout 2016).

Los patrones diarios de actividad y los índices de solapamiento se calcularon a partir del paquete 'overlap' del software estadístico R (Meredith & Ridout 2014). Para su procesamiento, los horarios de cada evento debieron ser convertidos a radianes y ordenados de menor a mayor.

En el **tercer objetivo** –*estudiar la asociación entre el patrón diario de **actividad** y las **variables ambientales***–, se utilizaron las siguientes variables explicativas:

Visibilidad asociada a cada sitio (visib): ver Uso de Hábitat, objetivo uno.

Presión de caza dummy (pcd): ver Uso de Hábitat, objetivo uno.

Este objetivo se relaciona con la hipótesis H2b mediante la predicción P2b (Tabla 3).

En el **cuarto objetivo** –*analizar las modificaciones en el patrón diario de **actividad** ante distintos grados de **presión de caza***–, se utilizaron las siguientes variables explicativas:

Visibilidad asociada a cada sitio (visib): ver Uso de Hábitat, objetivo uno.

Presión de caza dummy (pcd): ver Uso de Hábitat, objetivo uno.

Temporada de caza (tempC): ver Uso de Hábitat, objetivo dos.

Este objetivo se relaciona con las hipótesis H1b y H2b mediante las predicciones P1b y P2b (Tabla 3).

Agrupamientos de datos utilizados para poner a prueba las predicciones y las respectivas representaciones gráficas esperadas en cada caso:

P1b: La densidad de eventos será mayor de noche en sitios con presión de caza, respecto de los sitios sin caza (Figura 17).

Se compararon los patrones de actividad de los eventos ocurridos en los sitios con y sin caza. Se generó un patrón diario de actividad para el subconjunto de los sitios que se encuentran dentro de campos con caza ($pcd=1$) y otro patrón con el resto de los sitios ($pcd=0$)

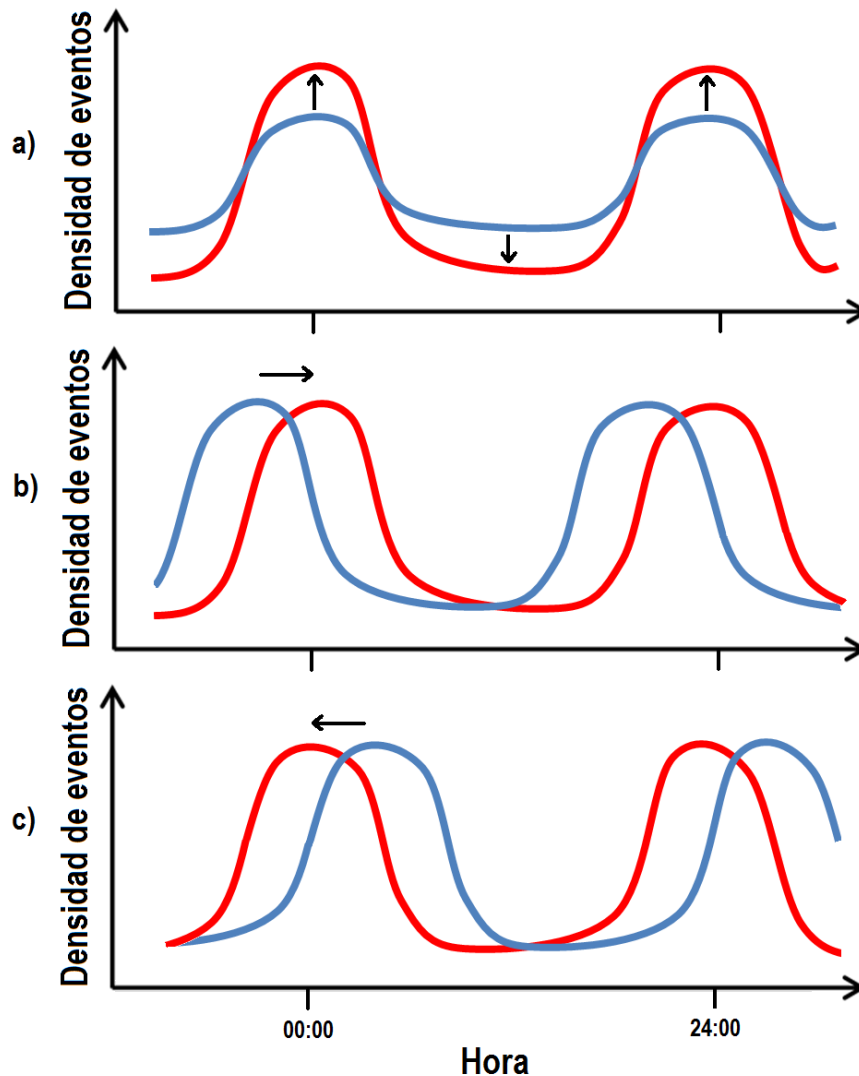


Figura 17. Posibles patrones de actividad correspondientes a la predicción P1b: a) Ambos picos de actividad son nocturnos, pero los sitios con caza (rojo) presentan mayor densidad de eventos nocturnos que los sitios sin caza (celeste) y/o ambos mínimos son diurnos, pero en los sitios con caza el mínimo es menor que en sitios sin caza; b) el pico de actividad en sitios con caza se atrasa respecto de sitios sin caza; c) el pico de actividad en sitios con caza se adelanta respecto de sitios sin caza. Notar que los picos de actividad con caza se encuentran siempre rondando la medianoche.

Adicionalmente, se compararon los patrones diarios de actividad antes y después del inicio de la temporada de caza, teniendo en cuenta para dichos períodos la duración del día en verano (luz de 6 a 20 hs) y en invierno (luz de 7 a 19 hs), distinguiendo también entre sitios con y sin caza.

P2b: En los sitios con presión de caza y baja visibilidad los picos de densidad de eventos serán más diurnos que en sitios con presión de caza y alta visibilidad (Figura 18).

Se compararon los patrones diarios de actividad de los eventos ocurridos en sitios con alta visibilidad ($\text{visib} > 0,2$) contra los sitios de baja visibilidad ($\text{visib} < 0,2$), únicamente teniendo en cuenta los sitios dentro de campos con presión de caza ($\text{pcd} = 1$).

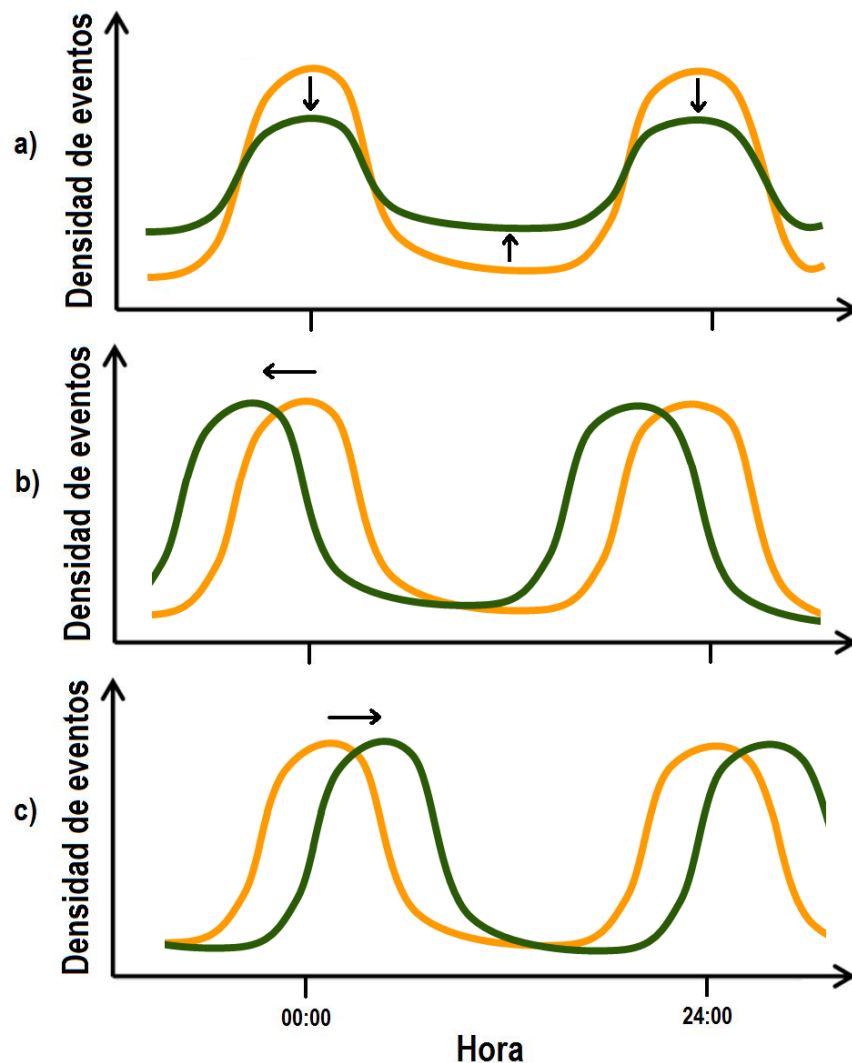


Figura 18. Posibles patrones de actividad correspondientes a la predicción P2b: a) Ambos picos de actividad son nocturnos, pero en sitios de baja visibilidad (verde) la densidad de eventos es menor que en sitios de alta visibilidad (naranja) y/o ambos mínimos son diurnos, pero en los sitios baja visibilidad este es mayor que en los de alta visibilidad; b) el pico de actividad en sitios de baja visibilidad se atrasa respecto de los sitios de alta visibilidad; c) el pico de actividad en sitios de baja visibilidad se adelanta respecto de los sitios de alta visibilidad. Notar que los picos de actividad con alta visibilidad se encuentran siempre rondando la medianoche.

RESULTADOS

Caracterización del hábitat

CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

De los 644 km² que comprendió el área de estudio luego su expansión (ver disposición de las cámaras, página 32), fue posible clasificar el 90% de la misma en cuatro categorías ambientales: Matorral de arbustos (56%); Cultivo (6%); Pastizal o barbecho (20%); y Estepa (23%) (Figura 19). El área descrita como cuerpo de agua en la clasificación previa realizada por el INTA (llamada "Bajo" en este trabajo) no fue clasificada por el método actual, comprendiendo un 4,4% del área total (Figura 19). Teniendo en cuenta el área del Bajo como una categoría ambiental, la clasificación de los ambientes se eleva al 94,4% del área total. Se corroboró a campo que en ocasiones las zonas sin clasificar corresponden a terrenos de elevación variable.

La precisión general de la clasificación fue del 81%. Para cada uno de los ambientes clasificados, la precisión fue del: 87% para Matorral de arbustos; 100% para Cultivo; 88% para Pastizal o barbecho; y 69% para Estepa.

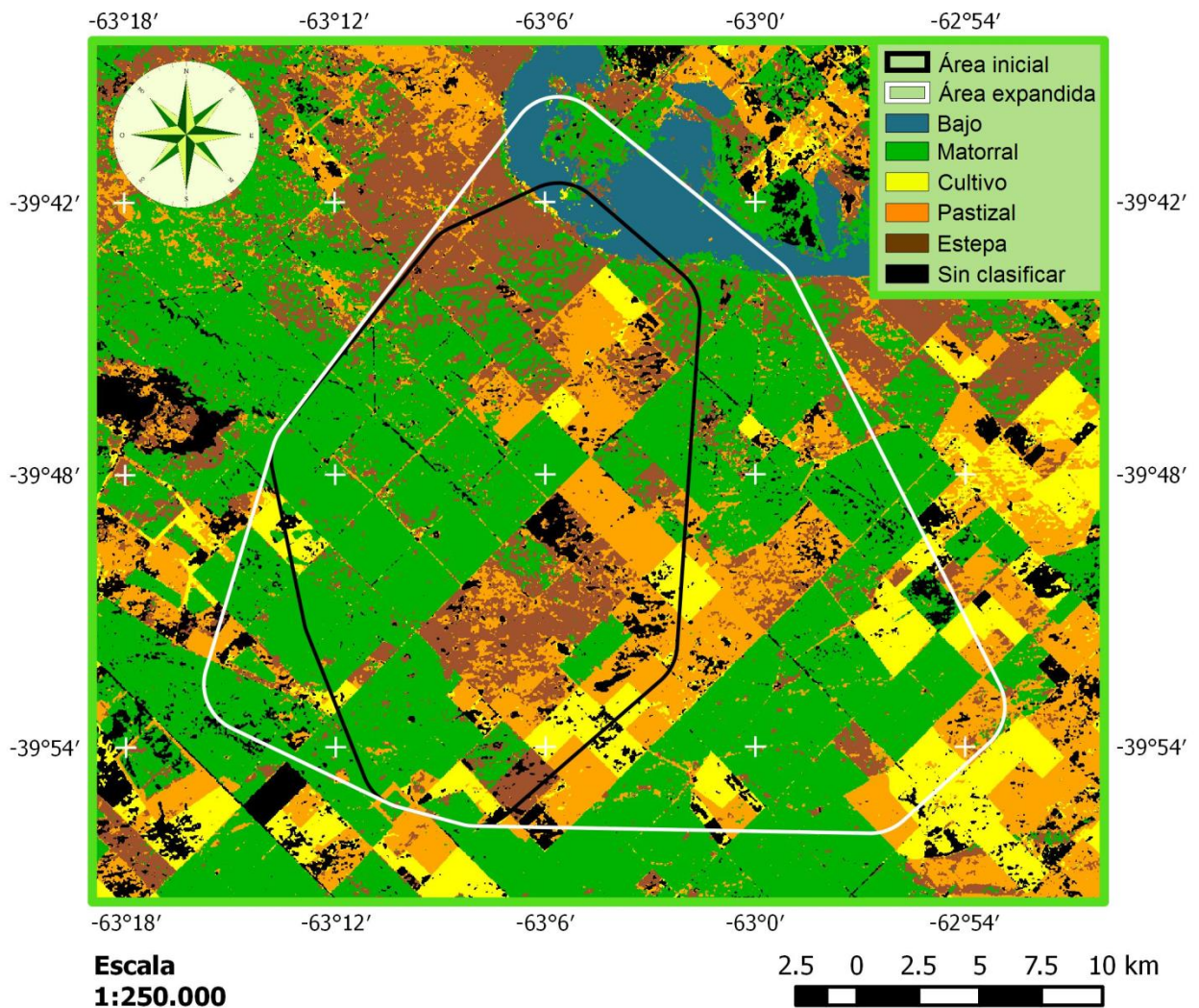


Figura 19. Clasificación supervisada del área de estudio.

VISIBILIDAD DEL HÁBITAT

Se estimó que la probabilidad de observar un zorro a pocos metros dentro del matorral es prácticamente nula comparada con cualquiera de las otras categorías ambientales y es máxima en el cultivo; siendo situaciones intermedias la estepa y el pastizal (ver *Categorías ambientales*, página 26). Los valores de visibilidad del hábitat variaron entre 0,00 y 0,49, siendo la media y la mediana coincidentes en 0,20 unidades de visibilidad (Figura 20).

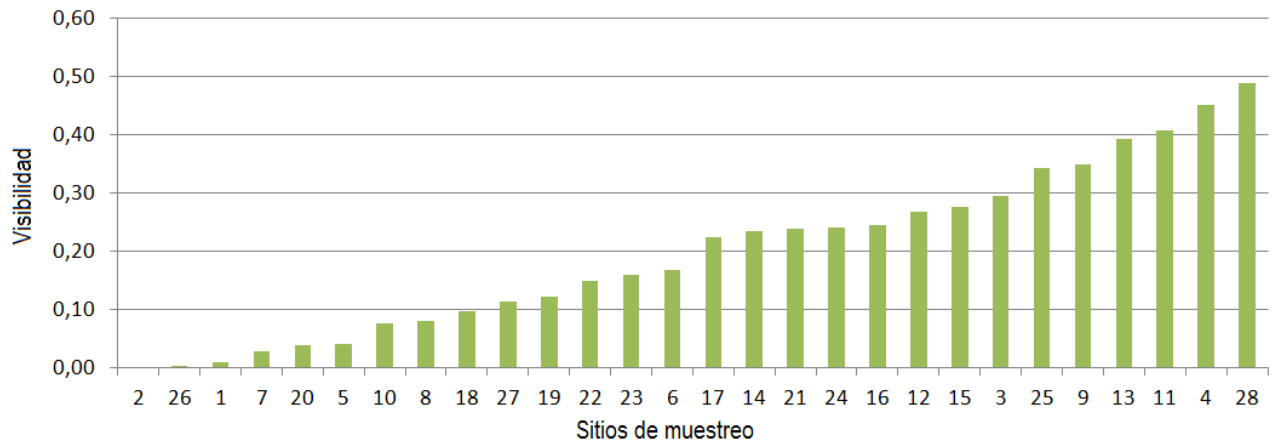


Figura 20. Visibilidad del hábitat asociado a cada sitio.

Los sitios con caza en su conjunto cuentan con una menor proporción de matorrales de arbustos que los sitios sin caza, pero con una mayor proporción de pastizales (Figura 21).

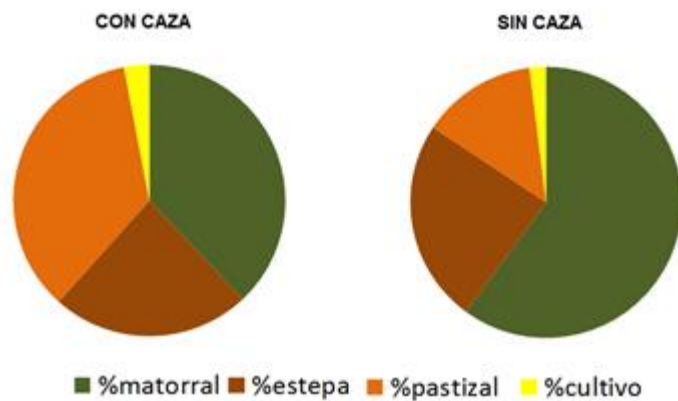


Figura 21. Proporción de ambientes en sitios con y sin caza.

El ambiente más representado en los sitios de muestreo es el matorral de arbustos (51%), seguido por la estepa y el pastizal o barbecho en partes iguales (23% en cada caso) y el menos representado es el cultivo con solo el 2% del área asociada a los sitios de muestreo. Del total de sitios, 14 poseen al menos el 50% de los alrededores cubiertos por matorrales de arbustos (Figuras 22 y 23; sitios 1, 2, 5 a 8, 10, 18 a 22, 24, 26 y 27) de los cuales cinco alcanzan el 75% (Figuras 22 y 23; sitios 1, 2, 5, 7, 8, 20, 26 y 27). Seis sitios se encuentran asociados mayoritariamente a la estepa (Figuras 22 y 23; sitios 9, 14 a 16, 22 y 23). Respecto del pastizal o barbecho, siete sitios presentan proporciones del 50% o muy cercanas (Figuras 22 y 23; sitios 3, 11, 12, 21, 24 y 25). Ningún sitio alcanza la mitad de su área asociada a cultivo. Solo tres sitios presentan más del 5% de cultivo (rango 7,5 a 36,6 %; Figuras 22 y 23; sitios 4, 6 y 13).

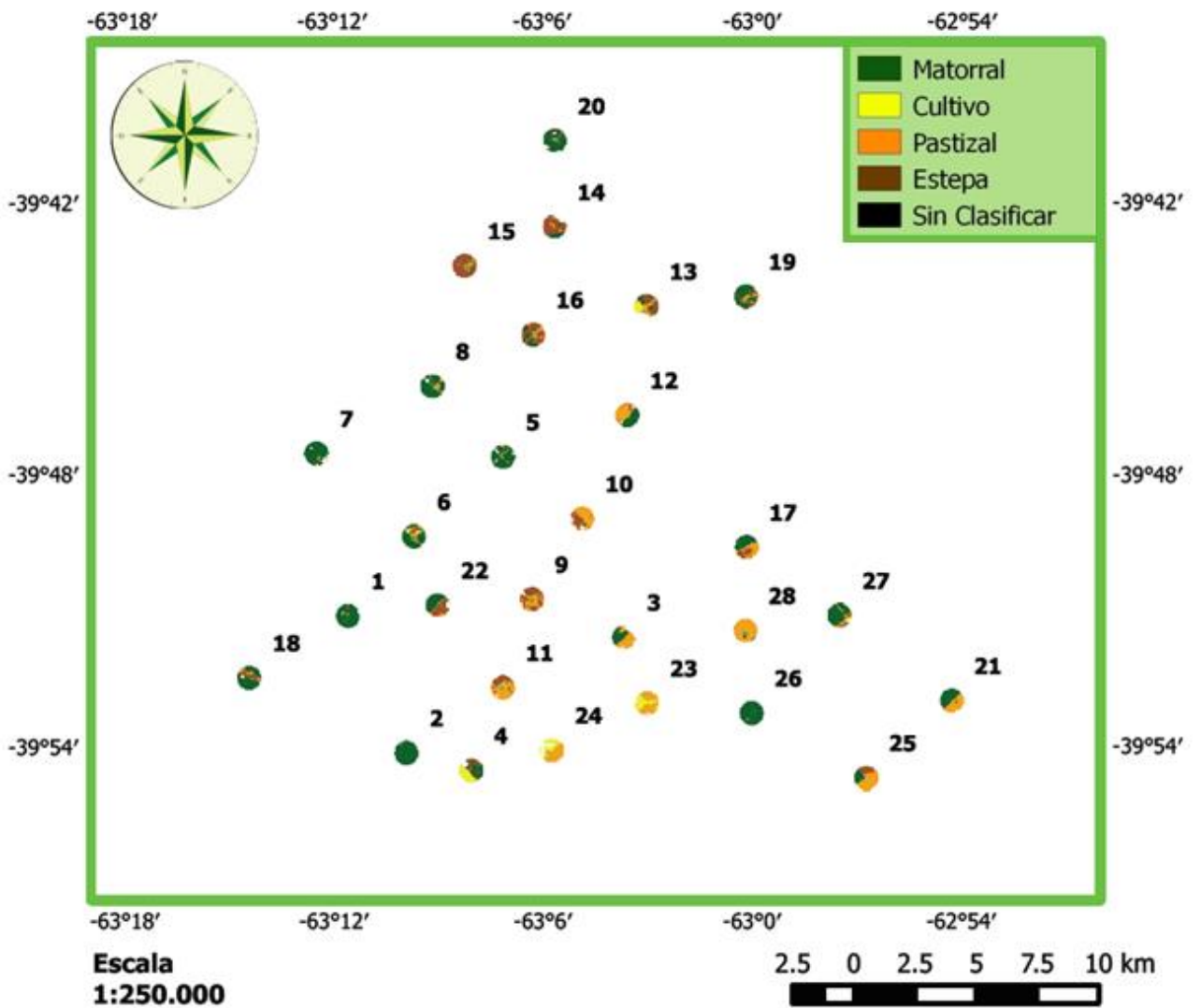


Figura 22. Áreas de 500 metros de radio alrededor de cada sitio, clasificadas según las categorías ambientales propuestas.

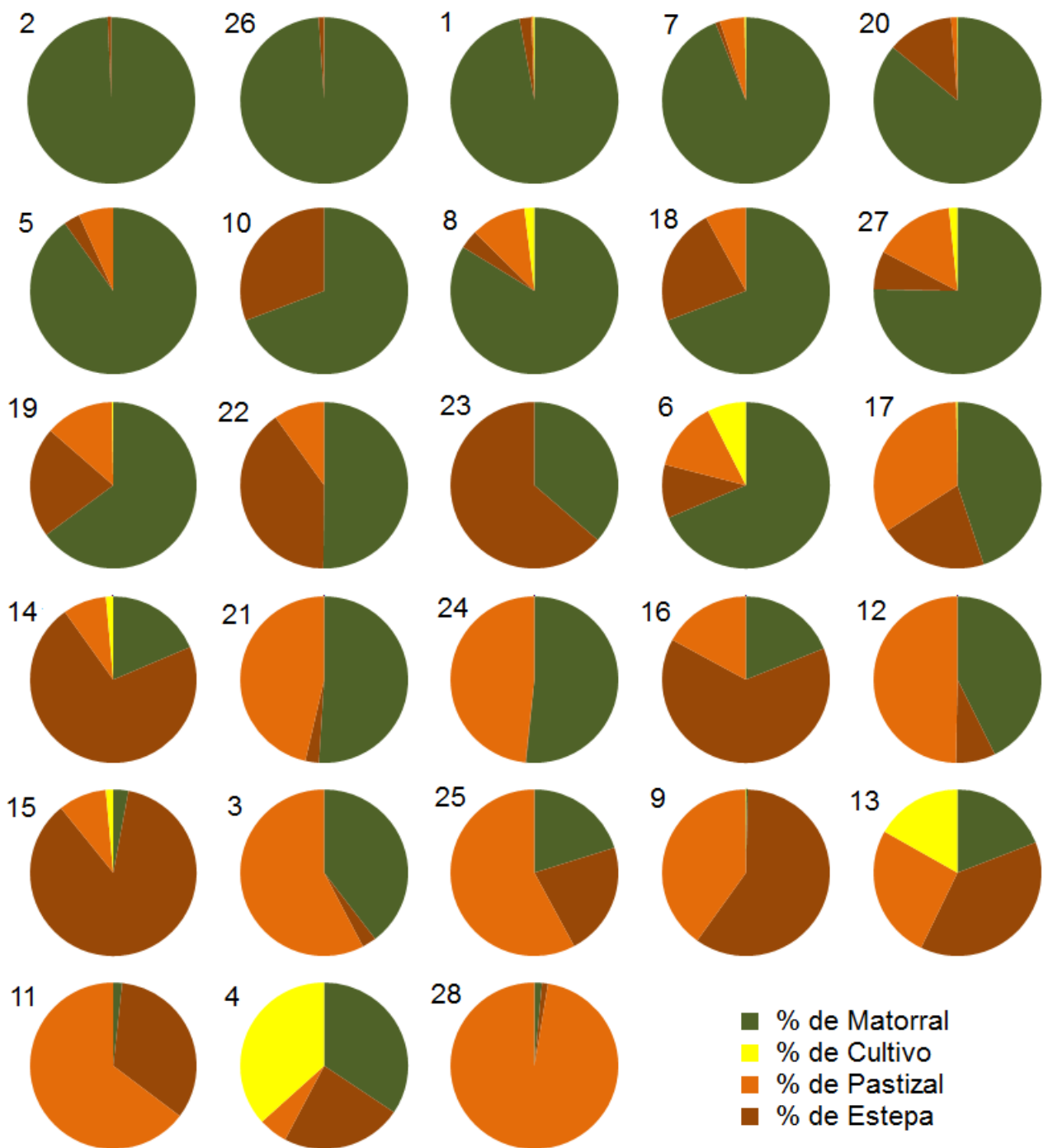


Figura 23. Proporción de categorías ambientales asociadas a los sitios de muestreo. Los gráficos se muestran ordenados de menor a mayor visibilidad, con los respectivos números de sitio arriba a la izquierda. Se tuvo en cuenta el área circular de 500 metros de radio descrito en la figura anterior.

PRESIÓN DE CAZA DUMMY (pcd)

Se identificaron seis lotes con habitantes que permiten y/o ejercen la caza dentro de sus campos (lotes 5, 9, 10, 11, 12 y 13; Figura 24). Esta información se complementó con evidencias como presencia de seis zorros muertos sin piel (lotes 10 y 13), presencia de trampas cebo (lote 5) y observación directa de cazadores recorriendo los terrenos (lotes 10, 11 y 13). Los sitios que se encuentran dentro de los seis lotes identificados, se consideraron como sitios con presión de caza (sitios 3, 4, 9, 10, 11, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 28; Figura 24).

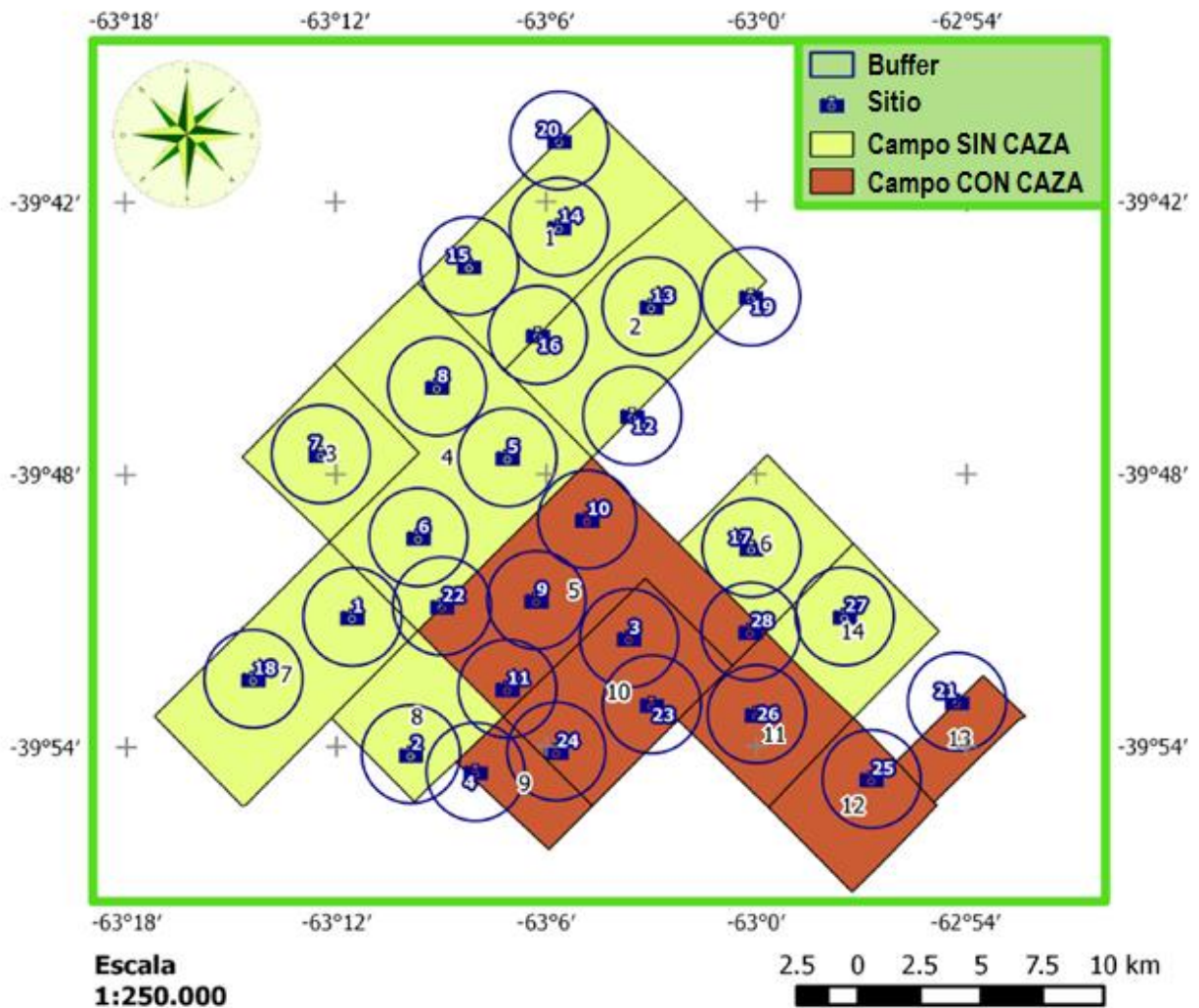


Figura 24. Identificación de lotes con y sin caza en el área de estudio, indicando la posición de los sitios de muestreo. Los lotes se numeran en negro con borde blanco y los sitios en blanco con borde azul.

PRESIÓN DE CAZA CUANTITATIVA (pcc)

Se identificaron dos cascos de estancia dentro de los campos con caza. El camino vecinal y algunos caminos dentro de los lotes 5, 9, 10, 11 y 13 fueron utilizados por cazadores durante el período de estudio (Figura 25). De los sitios dispuestos en campos sin caza, ocho presentaron mayor pcc que al menos uno de los presentes en campos con caza (Figura 26). Los ocho sitios con mayor pcc se encontraron dentro de campos con caza (Figura 26).

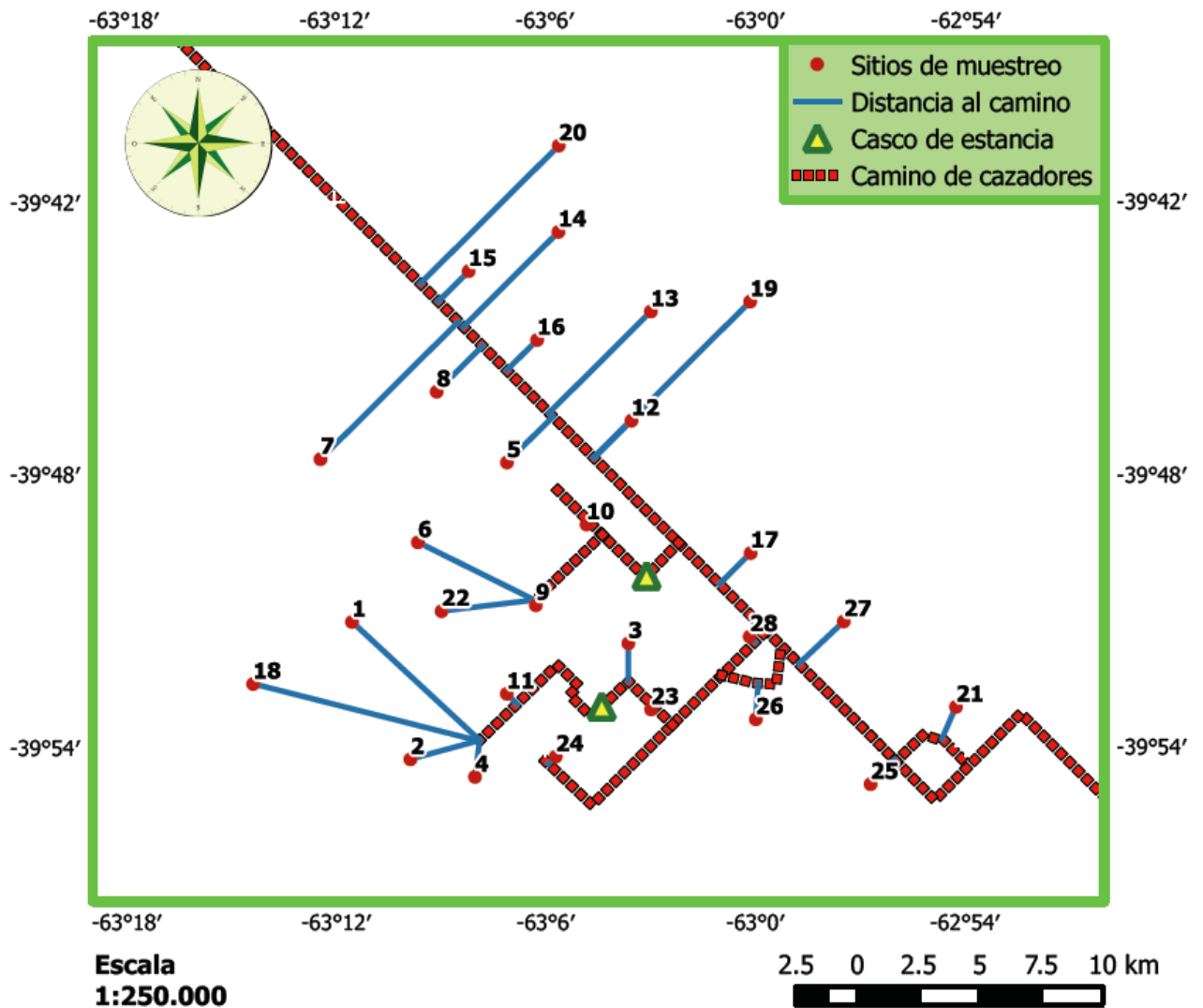


Figura 25. Mediciones utilizadas para determinar la presión de caza cuantitativa. Las distancias a los caminos se tomaron como lo indican las líneas celestes. También se utilizó la distancia entre los cascos de estancia y cada sitio.

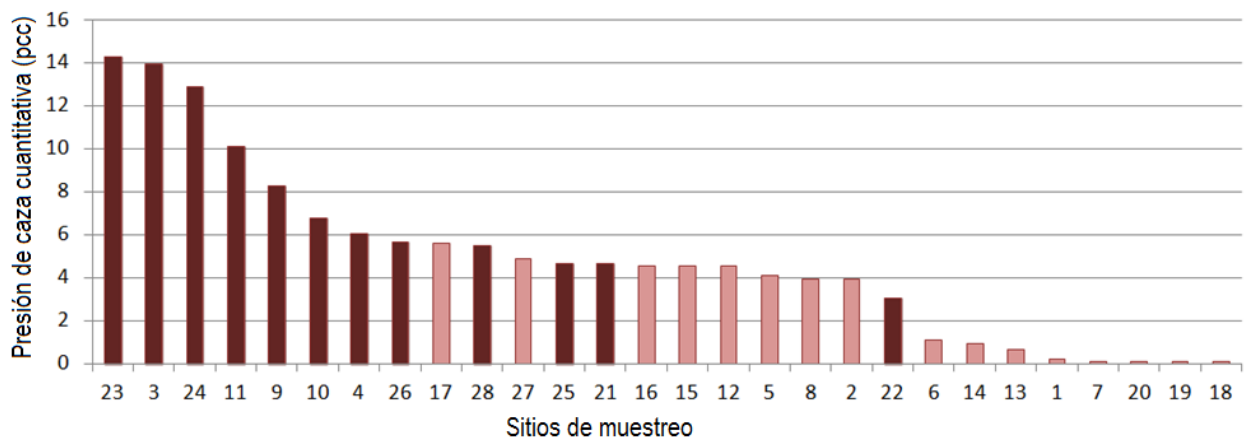


Figura 26. Presión de caza cuantitativa en cada sitio de muestreo. Las barras oscuras corresponden a sitios dentro de lotes con presión de caza. A mayor probabilidad de encuentro entre un zorro y un cazador, mayor es la presión de caza cuantitativa.

CERCANÍA A POTREROS CON OVEJAS

En el potrero del lote 2 la cantidad de ovejas fue aproximadamente cuatro veces menor que en los potreros de los lotes 7 y 10 (con más de 200 ovejas cada uno) (Figura 27). Solo seis sitios resultaron con una cercanía mayor a cinco unidades. Los demás resultaron con una cercanía menor a tres unidades y en 12 casos resultó menor a la unidad (Figura 28).

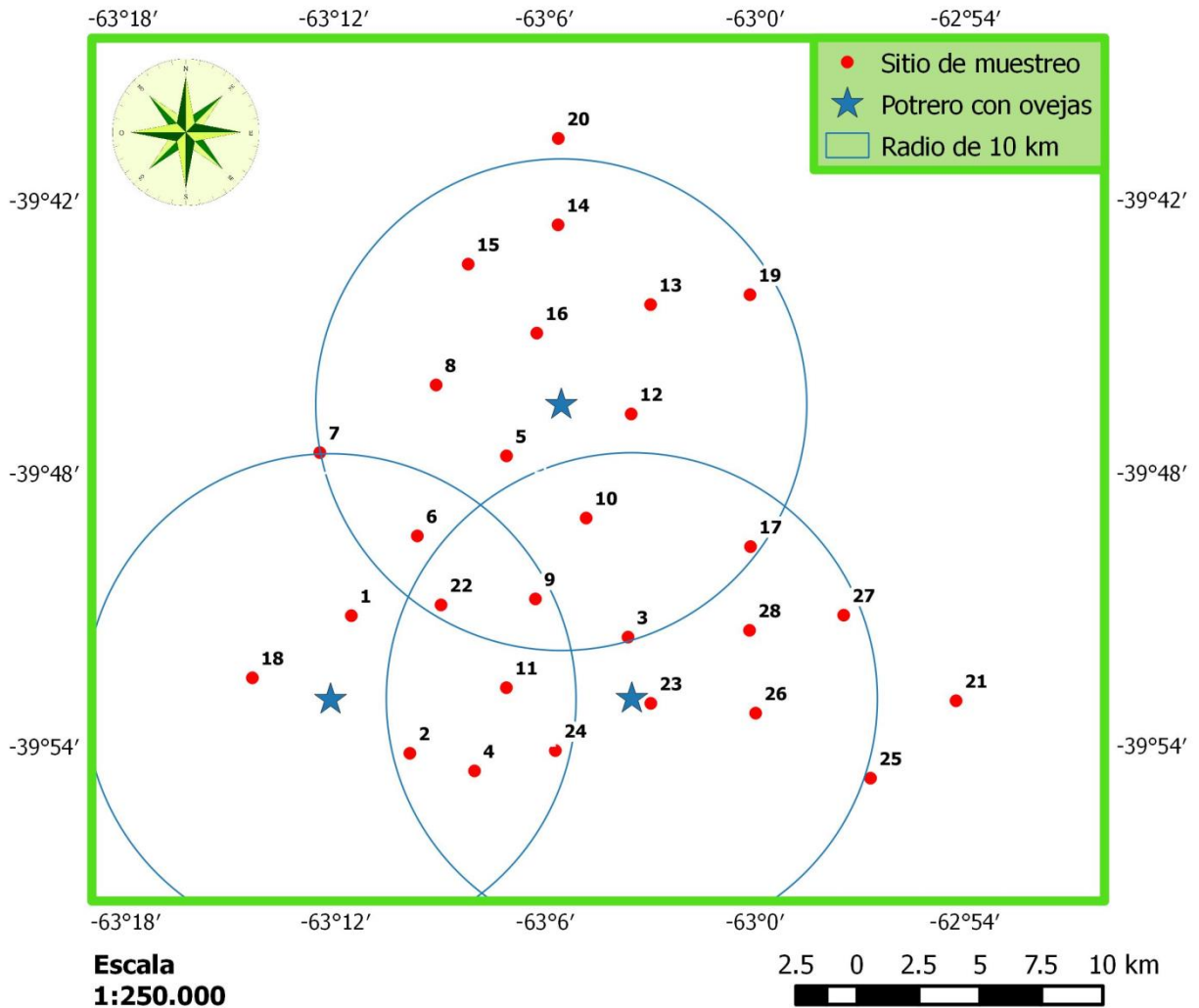


Figura 27. Posición de los potreros con ovejas respecto de los sitios de muestreo.

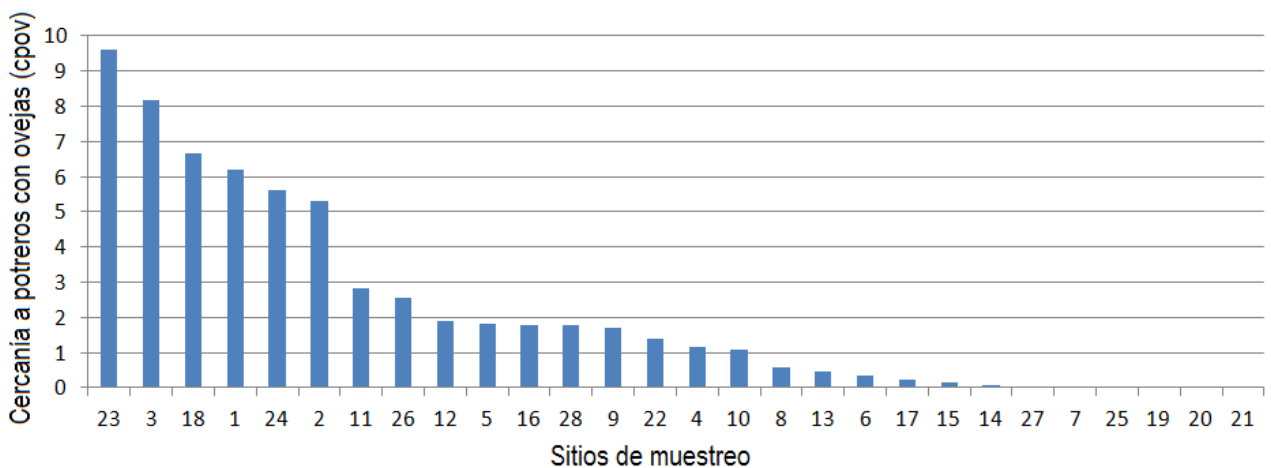


Figura 28. Cercanía a los potreros con ovejas para cada sitio de muestreo. Al aumentar la cercanía se incrementa la probabilidad de encuentro entre un zorro y una oveja.

Patrones de uso de hábitat

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LOS DATOS

A partir de las cámaras trampa colocadas en los 28 sitios de muestreo, se registraron 1905 fotografías de zorro gris pampeano, que se agruparon en 423 eventos independientes (Anexo 2). El esfuerzo total fue de 6324 noches de muestreo. Solamente el 3% de los eventos presentaron más de un individuo (dos en todos los casos). Para los análisis se excluyó el sitio 23 (ver 1. *Detección de datos atípicos*), con lo cual no se consideraron los 87 eventos y las 70 noches correspondientes. La tasa de captura media total fue de 0,05 eventos/noche (Tabla 4).

Tabla 4. Medidas resumen de las variables utilizadas evaluar la intensidad de uso de hábitat: número de eventos independientes (eventos); número de noches de muestreo (noches) y tasa de captura (TC=eventos/noches).

Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máx.	Mediana
eventos	27	12,41	8,37	0	78	4
noches	27	231,63	150,95	32	493	243
TC	27	0,05	0,06	0	0,19	0,02

1. Detección de datos atípicos

Del total de eventos, 87 fueron obtenidos en el sitio 23 durante solo 3 meses de muestreo. Dicho sitio contaba con una cámara panorámica de mayor sensibilidad, capaz de censar a mayor distancia que las demás, por lo que se decidió excluir este sitio del análisis (Figura 29). Puede observarse una asimetría en la distribución de la tasa de captura, siendo más frecuentes los valores cercanos a cero (ver paso 3; Figura 29b). No se observaron datos atípicos en las variables explicativas (ver paso 5; Figura 32).

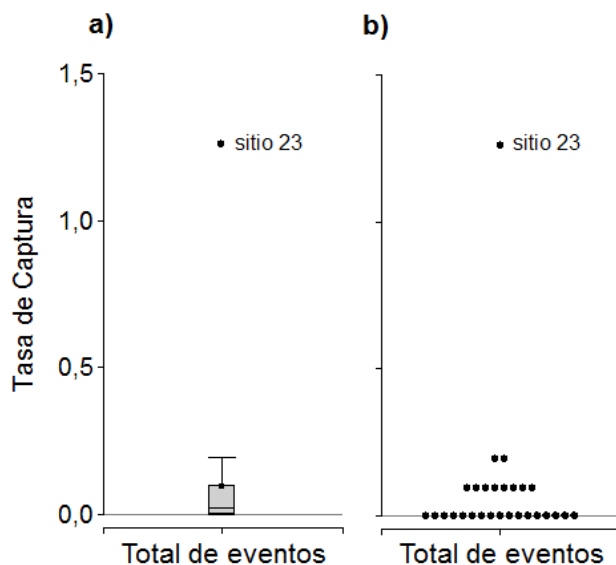


Figura 29. Dispersión de la tasa de captura para el total de los eventos a través de: **a)** Gráfico de caja que agrupa los datos entre el primer y el tercer cuartil. La línea horizontal y el punto negro de su interior son la mediana y la media respectivamente. Los bigotes distan tres veces el semi-rango intercuartílico (SRIC) desde la caja. **b)** Gráfico de densidad de puntos donde se agrupan los datos con un decimal de precisión.

2. Homogeneidad de la variable respuesta

No se observaron gráficamente grandes desviaciones de la homocedasticidad evaluando las variables cualitativas utilizadas: presión de caza *dummy* (pcd); temporada de caza (tempC); y presencia de corderos (pcord). Sin embargo, la dispersión de la tasa de captura es algo mayor en un escenario con caza (Figura 30a); o bien luego del inicio de la temporada de caza (Figura 30b); o bien ante la presencia de corderos en el área de estudio (Figura 30c). La mediana no difiere ante

un escenario con o sin presión de caza (Figura 30a), pero disminuye luego de iniciada la temporada de caza (Figura 30b), y con la presencia de corderos en el área de estudio (Figura 30c).

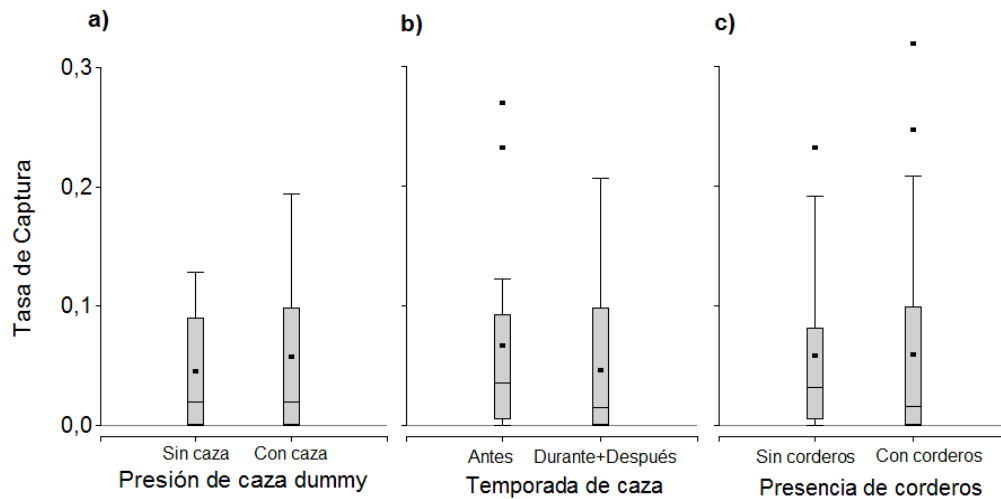


Figura 30. Dispersión de la tasa de captura respecto de: **a)** la presión de caza *dummy*; **b)** la temporada de caza; y **c)** la presencia de corderos. Las cajas contienen los datos entre el primer y tercer cuartil. Los puntos dentro de las cajas son la mediana y las líneas horizontales son la media. Los bigotes distan tres veces el semi-rango intercuartílico desde las cajas. Los puntos fuera de los bigotes indican valores extremos.

3. Distribución de la variable respuesta

La tasa de captura no sigue una distribución normal ($P < 0,001$; $W^* = 0,79$; Figura 31). La distribución de la tasa de captura es asimétrica, siendo los más frecuentes los valores cercanos a cero, lo que es de esperar en conteos de especies con baja detectabilidad (Figura 31). Ante ésta situación se recurrió al enfoque de modelos lineales generalizados (MLG) para modelar la distribución de probabilidades de la tasa de captura.

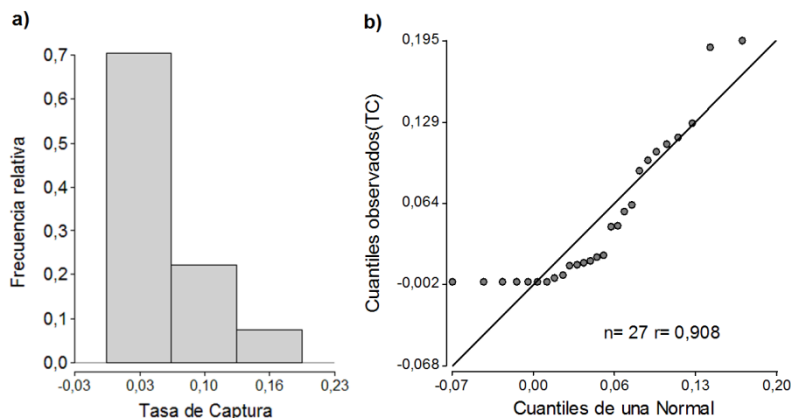


Figura 31. Falta de ajuste de la tasa de captura a una distribución normal: **a)** Frecuencia relativa de la tasa de captura separando los datos en tres grupos; **b)** Relación entre los cuantiles observados y los predichos por una distribución normal. En ambos casos se excluyen datos atípicos.

4. Colinearidad entre variables explicatorias

Gráficamente no se observa correlación entre ninguna de las variables explicatorias cuantitativas utilizadas (Figura 32, cuadrados). Sin embargo, al evaluar la correlación mediante el test de Pearson se observa una asociación lineal positiva entre la presión de caza cualitativa (*pcc*) y la visibilidad (*visib*) ($P = 0,03$; $r = 0,42$) y entre la *pcc* y la cercanía a potreros con ovejas (*cpov*) ($P = 0,04$; $r = 0,40$); en ambos casos con un alto grado de dispersión (Figura 32, relaciones resaltadas). Es de notar que tanto los sitios con alta presión de caza, como los cercanos a los potreros con ovejas se encuentran sub-representados. Respecto de la visibilidad, la representación de las diversas situaciones es más homogénea.

5. Relaciones entre variables respuesta y explicativas

No se observa una tendencia clara entre la tasa de captura y las variables explicativas cuantitativas incluidas en este análisis (Figura 32). Los dos sitios con mayor tasa de captura pueden caracterizarse como pertenecientes a un hábitat con alta presión de caza y lejos de potreros con ovejas, uno con alta visibilidad y el otro con baja visibilidad. Alternativamente, pueden encontrarse sitios con baja tasa de captura tanto para valores altos o bajos de sendas variables explicativas.

Los sitios con mayor presión de caza, aunque sub-representados, presentan una mayor dispersión que los demás. Por el contrario, los sitios más cercanos a los potreros con ovejas (también sub-representados) son menos dispersos que el resto, aunque es más probable que en este caso esta diferencia se deba justamente al menor número de datos.

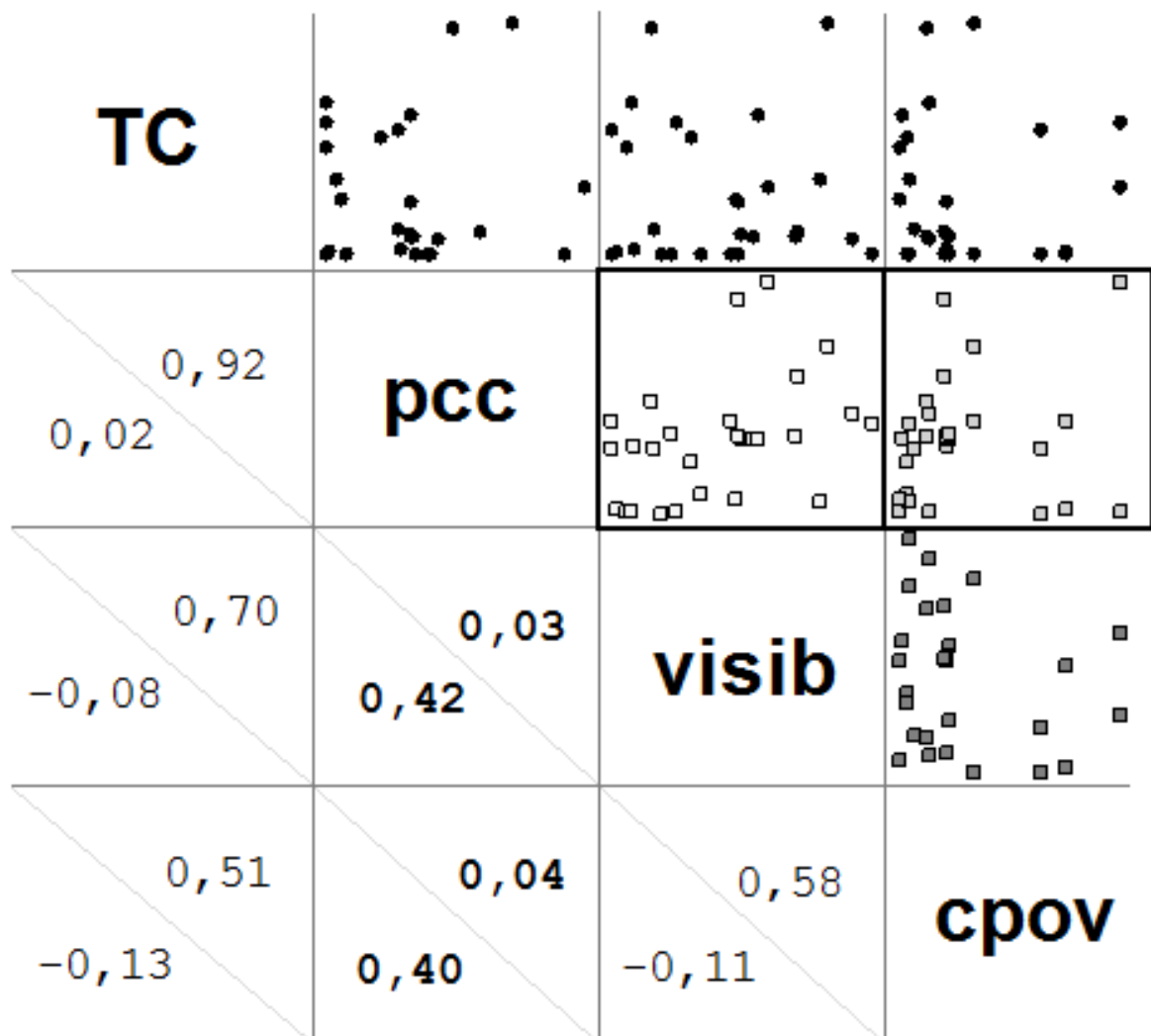


Figura 32. Arriba de la diagonal: Relación de la tasa de captura con las tres variables explicativas cualitativas estudiadas: presión de caza cualitativa (pcc); visibilidad (visib) y cercanía a los potreros con ovejas (cpov). Los ítems (círculos o cuadrados) indican la combinación de dos variables para cada uno de los 27 sitios de muestreo utilizados. Los círculos muestran la relación entre la variable respuesta y las explicativas, y los cuadrados las relaciones de las variables explicativas entre sí.

Abajo de la diagonal: Valores de probabilidad (ángulo superior derecho) y coeficientes de correlación (ángulo inferior izquierdo) correspondientes al test de correlación de Pearson. En todo caso se excluyen los datos atípicos (sitio 23).

ANÁLISIS DESCRIPTIVO SOBRE LA TEMPORADA DE CAZA Y LA PRESIÓN DE CAZA

Analizando gráficamente la tasa de captura media antes, durante y después de la temporada de caza, distinguiendo entre sitios con y sin presión de caza, se observa una tendencia diferente antes de la temporada, respecto de los períodos durante y después (Figura 33).

Antes de la temporada de caza, la tasa de captura media fue mayor en los sitios con caza respecto de los demás (Figura 33). No obstante, en el transcurso del año se observó una tendencia a la reducción de la tasa de captura en sitios con caza, en contraste con los sitios sin caza, donde la tasa de captura se mantuvo constante (Figura 33). Las diferencias entre los períodos “durante” y “después” de la temporada de caza son menos evidentes que entre cualquiera de estos dos contra el período “antes” (Figura 33).

Los valores extremos de la tasa de captura antes de la temporada de caza fueron mayores en los sitios con caza, respecto de los sitios sin caza (Figura 33). Durante y después de la temporada de caza no se observan diferencias en los valores extremos de la tasa de captura entre los sitios con o sin caza (Figura 33). Durante la temporada de caza, el valor extremo de la tasa de captura es mayor que en los períodos “antes” y “después” (Figura 33).

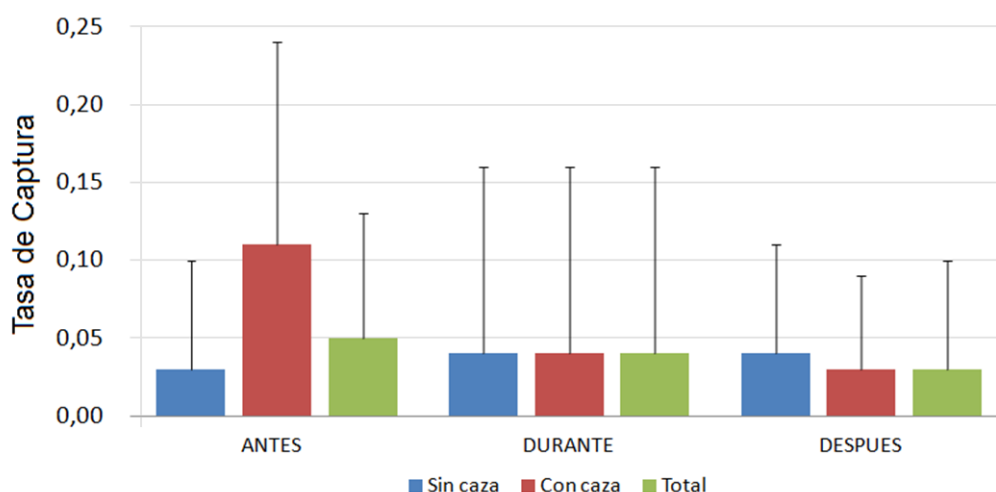


Figura 33. Tasa de captura media distinguiendo la temporada de caza (antes, durante o después) y la presión de caza (con caza o sin caza). Las columnas verdes (Total) contemplan tanto los sitios con caza como los sitios sin caza. Las barras de error representan el percentil 90.

La reducción de la tasa de captura media en los sitios con caza se observa también a una escala temporal de grano más fino (mensual), acompañada de la consecuente reducción de los valores extremos (Figura 34). La tasa de captura media de sitios con caza es predominantemente mayor en los meses previos y los primeros meses de la temporada de caza, revertiéndose esta tendencia en los últimos meses de la temporada de caza y meses posteriores (Figura 34).



Figura 34. Tasa de captura media mensual, distinguiendo los sitios con y sin caza. El área sombreada resalta los principales meses de caza. Las barras de error representan el percentil 90.

ANÁLISIS INFERENCIAL DE LAS PREDICCIONES ASOCIADAS A USO DE HÁBITAT

A continuación se exponen los resultados correspondientes a los modelos lineales generalizados, utilizados para poner a prueba las predicciones asociadas a uso de hábitat: P1a (objetivo 1), P2a (objetivos 1 y 2), P3 (objetivo 2), P4a y P4b (objetivo 1). Se enunciarán nuevamente las hipótesis y las predicciones correspondientes para contextualizar cada resultado.

En esta sección la intensidad de uso de hábitat no se mide a partir de la tasa de captura, sino que cada modelo contempla la corrección del número de eventos por el número de noches de muestreo, a partir de una función matemática específica (función link logit).

H1a) El zorro gris pampeano evita espacialmente sitios con cazadores.

P1a) El número de eventos se encontrará negativamente asociado a la presión de caza (i.e. hay efecto de la presión de caza cuantitativa y su coeficiente es negativo).

Modelo matemático estimado que describe la relación entre la intensidad de uso de hábitat y la presión de caza cuantitativa (pcc):

$$\text{eventos} \sim \text{Poisson}(\mu)$$

$$\log(\mu) = -3,254 + 0,064 \cdot \text{pcc} + \log(\text{noches}) + \varepsilon$$

No se cumple la predicción P1a. Contrariamente a lo esperado, el número de eventos se encontró positivamente asociado a la presión de caza ($P < 0,001$). Es decir que fue más frecuente la presencia de zorros en los hábitats más expuestos a los cazadores (Tabla 5; Figura 35).

Tabla 5. Estadísticos del modelo 1 y significancia de su factor: presión de caza cuantitativa (pcc). Se resalta el estimador que debía resultar negativo para que se cumpliera la predicción P1a. *** $P < 0,001$

Factor	Estimación	EE	z	P	
Intercepción	-3,25422	0,08972	-36,272	< 2e-16	***
pcc	0,06439	0,0126	5,112	3,20E-07	***

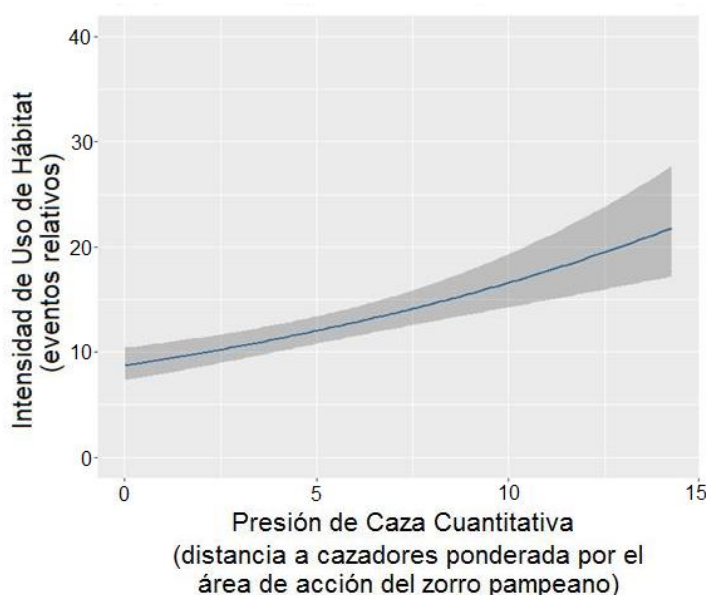


Figura 35. Incremento de la intensidad de uso de hábitat con la presión de caza. Curva predicha por el modelo 1 con su Intervalo de confianza del 95%. La tendencia es significativa ($P < 0,001$).

H2a) El zorro gris pampeano utiliza más los hábitats cerrados cuando lo cazan.

P2a) El número de eventos en los sitios con presión de caza será mayor en aquellos sitios con baja visibilidad; respecto de sitios con alta visibilidad (i.e. hay efecto de la visibilidad y su coeficiente es negativo).

Modelo matemático estimado que describe la relación entre la intensidad de uso de hábitat con la presión de caza dummy (pcd) y la visibilidad (visib):

$$\text{eventos} \sim \text{Poisson}(\mu)$$

$$\log(\mu) = -3,089 + 0,629 \cdot \text{pcd} - 0,337 \cdot \text{visib} - 0,056 \cdot \text{pcd} \cdot \text{visib} + \log(\text{noches}) + \varepsilon$$

No se cumple la predicción P2a, ya que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de visibilidad ($P > 0,59$). La intensidad de uso de hábitat es mayor en un escenario con caza ($P < 0,01$), mientras que es independiente de la visibilidad del hábitat, tanto dentro como fuera de un escenario de caza ($P > 0,59$). La interacción entre los factores no es significativa ($P > 0,94$) (Tabla 6; Figura 36).

Tabla 6. Estadísticos del modelo 2 y significancia de sus factores: presión de caza dummy (pcd); visibilidad asociada a cada sitio (visib); y su respectiva interacción (pcd x visib). Se resalta el estimador que debía resultar significativo para que se cumpliera la predicción P2a. *** $P < 0,001$ ** $P < 0,01$

Factor	Estimación	EE	z	P	
Intercepción	-3,08861	0,1144	-26,998	< 2e-16	***
pcd	0,62857	0,2369	2,653	0,00797	**
visib	-0,33655	0,63746	-0,528	0,59753	
pcd x visib	-0,05589	0,88108	-0,063	0,94942	

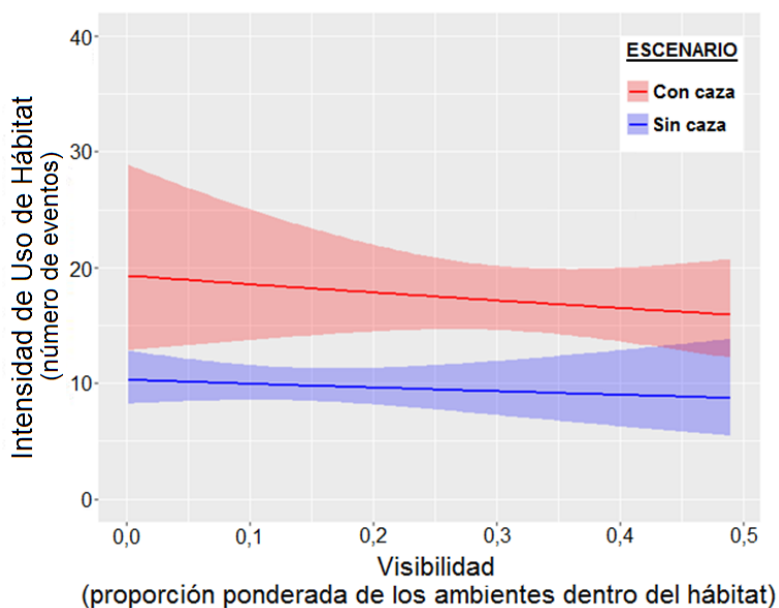


Figura 36. Diferencias entre sitios dentro y fuera de campos con presión de caza, a distintos valores de visibilidad. Curvas predichas por el modelo 2 con sus Intervalos de confianza del 95%. Es significativa la diferencia entre escenarios ($P > 0,01$), pero no lo es la tendencia respecto de la visibilidad ($P > 0,59$) ni la interacción entre los factores ($P > 0,94$).

H3) Tanto la mortalidad producida por el invierno (H3a) como la producida por la caza (H3b), explican parte del uso de hábitat del zorro gris pampeano.

P3a) El número de eventos será menor en los sitios sin presión de caza después del invierno. (i.e. hay efecto de la interacción y hay diferencia entre los sitios sin caza)

P3b) Al terminar la temporada de caza, la reducción relativa del número de eventos será mayor en sitios con presión de caza, respecto de los sitios sin caza (i.e. hay efecto de la interacción y la magnitud del efecto en sitios con caza es mayor que en sitios sin caza).

Modelo matemático estimado que describe la relación entre la intensidad de uso de hábitat con la presión de caza dummy (pcd) y la temporada de caza (tempC):

$$\begin{aligned} \text{eventos} &\sim \text{Poisson}(\mu) \\ \text{sitio} &\sim N(0, \sigma_{\text{sitio}}^2) \\ \log(\mu) &= -3,989 + 0,629 \cdot \text{pcd} + 0,173 \cdot \text{tempC} - 0,731 \cdot \text{pcd} \cdot \text{tempC} + \text{sitio} + \log(\text{noches}) + \varepsilon \end{aligned}$$

No se cumple con la predicción P3a. Se rechaza la inexistencia de interacción entre la presión de caza y la temporada de caza ($P < 0,01$). En la temporada de caza, la intensidad de uso de hábitat no se reduce en los sitios sin presión de caza (Figura 37).

Se cumple con la predicción P3b. Se reduce la intensidad de uso de hábitat en los sitios con presión de caza (Tabla 7; Figura 37).

Tabla 7. Estadísticos del modelo 3 y significancia de sus factores: presión de caza dummy (pcd); temporada de caza (tempC); y su respectiva interacción (pcd x tempC).
*** $p < 0,001$ ** $p < 0,01$

Factor	Estimación	EE	z	P
Intercepción	-3,9891	0,4186	-9,529	< 2e-16 ***
pcd	0,6881	0,6418	1,072	0,28363
tempC	0,1731	0,1589	1,089	0,27603
pcd x tempC	-0,7308	0,2395	-3,052	0,00228 **

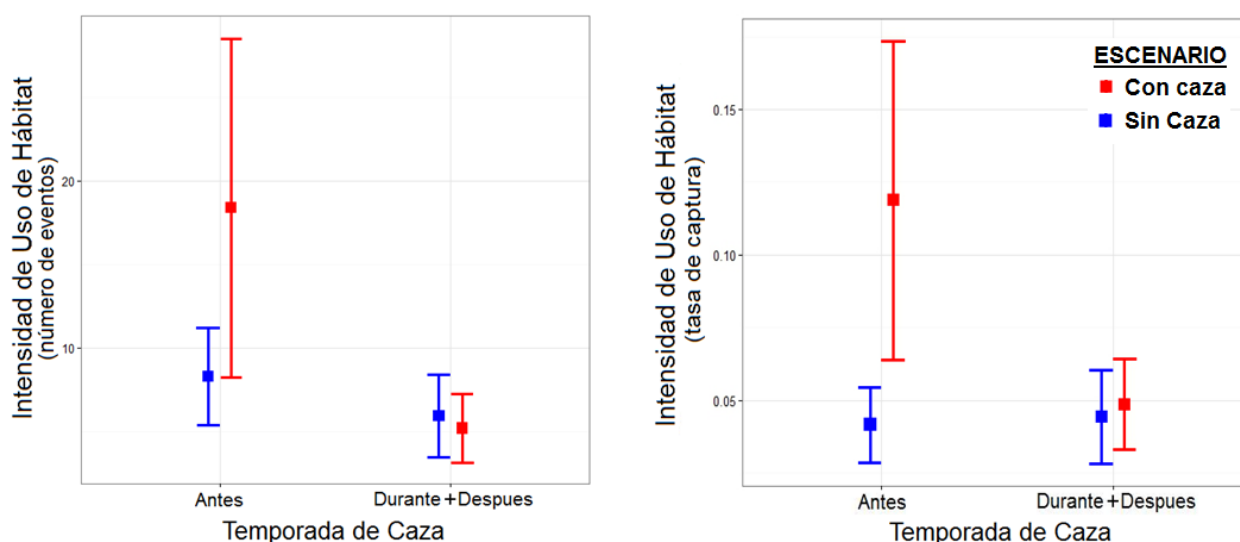


Figura 37. Cambios diferenciales entre los sitios dentro y fuera de campos con presión de caza, respecto del inicio de la temporada de caza. Izquierda: Se representa el número de eventos. Derecha: Se representa la tasa de captura (eventos/noches). Las barras de error indican el intervalo de confianza del 95% de cada conjunto de datos.

H4a) El zorro gris pampeano no selecciona sitios con ovejas adultas.

P4a) El número de eventos será independiente de la cercanía a los potreros con ovejas (i.e. no hay efecto de la cercanía a los potreros con ovejas).

$$\begin{aligned} \text{eventos} &\sim \text{Poisson}(\mu) \\ \log(\mu) &= -2,974 + 0,021 \cdot \text{cpov} + \log(\text{noches}) + \varepsilon \end{aligned}$$

Se cumple con la predicción P4a. Tal como se esperaba no se encontró una asociación clara entre la intensidad de uso de hábitat y la cercanía a los potreros con ovejas ($P > 0,327$). Es decir que la frecuencia de eventos de zorros fue semejante tanto cerca como lejos de los potreros con ovejas (Tabla 8; Figura 38).

Tabla 8. Estadísticos del modelo 4a y significancia de su factor: cercanía a potreros con ovejas (cpov). Se resalta el estimador que no resultó significativo, tal como se esperaba en la predicción P4a.

Factor	Estimación	EE	z	P
Intercepción	-2,9736	0,0735	-40,477	<2e-16 ***
cpov	0,0207	0,0211	0,981	0,327

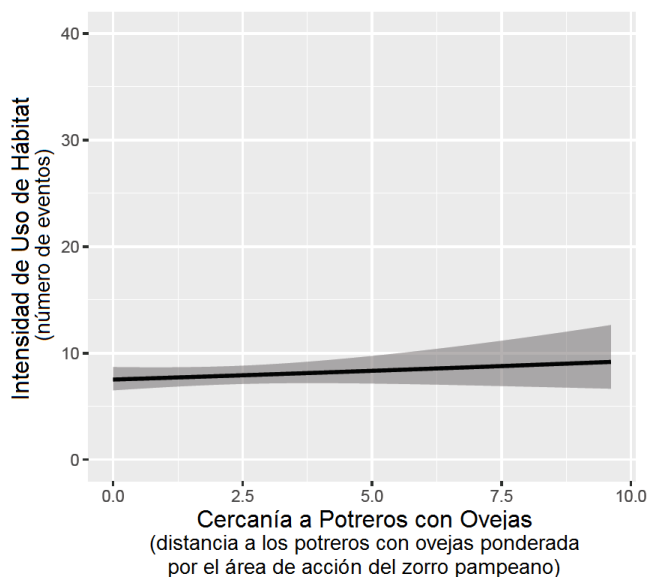


Figura 38. Independencia de la cercanía a potreros con ovejas. Curva predicha por el modelo 4a con su Intervalo de confianza del 95%. La tendencia no es significativa.

H4b) El zorro gris pampeano selecciona sitios con corderos.

P4b) El número de eventos en los sitios cercanos a los potreros con ovejas será mayor ante la presencia de corderos (i.e. hay efecto de la presencia de corderos).

Modelo matemático estimado que describe la relación entre la intensidad de uso de hábitat de los sitios cercanos a los potreros con ovejas ($\text{cpov} < 1$; $n=26$) con la presencia de corderos (pcord):

$$\text{eventos}|\text{sitio} \sim \text{Poisson}(\mu)$$

$$\log(\mu) = -4,268 + 0,441 \cdot \text{pcord} + \text{sitio} + \log(\text{noches}) + \varepsilon$$

Se cumple con la predicción P4b. Tal como se esperaba se encontró un aumento de la intensidad en el uso de hábitat en los sitios cercanos a los potreros con ovejas ante la presencia de corderos, es decir, luego de la fecha de parición ($P < 0,01$) (Tabla 9; Figura 39). Sin embargo, la diferencia de las tasas medias de captura es muy pequeña y la dispersión del modelo es elevada (Figura 39b).

Tabla 9. Estadísticos del modelo 4b y significancia de su factor: presencia de corderos (pcord). Se resalta el estimador que resultó significativo, tal como se esperaba en la predicción P4a. *** $P < 0,001$ ** $P < 0,01$

Factor	Estimación	EE	z	P	
Intercepción	-4,2675	0,4866	-8,77	< 2e-16	***
pcord	0,4413	0,1547	2,852	0,00435	**

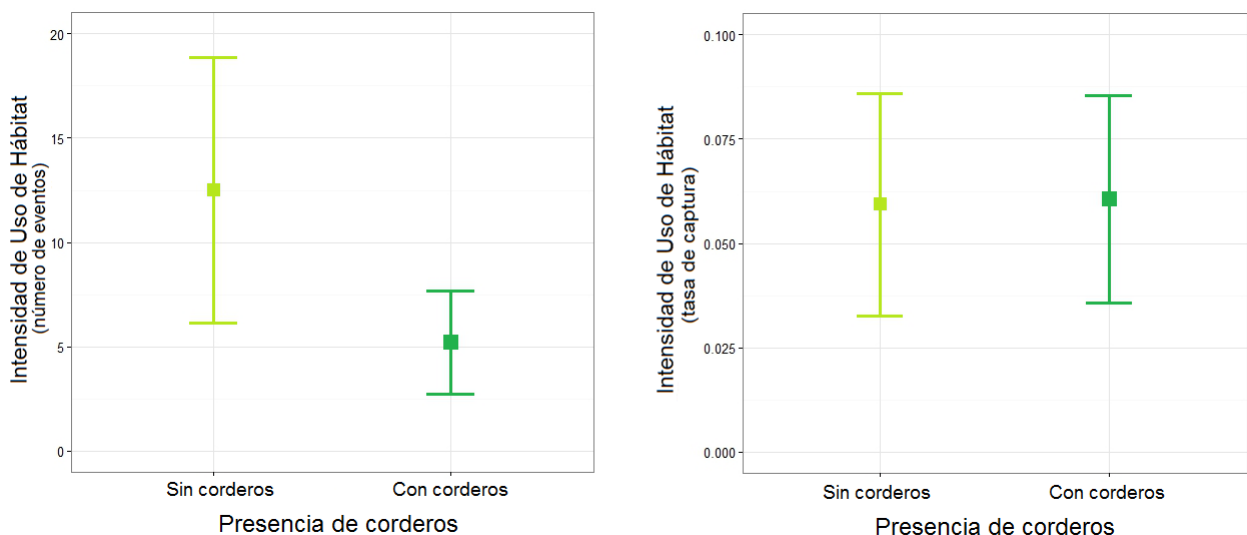


Figura 39. Cambios en los sitios cercanos a potreros con ovejas, respecto de la presencia de corderos. Las barras de error indican el intervalo de confianza del 95% de

Comparación de modelos

Todos los modelos explican solo una pequeña proporción de la devianza total (*pseudo* R^2 ; rango 0,18 a 6,30), sugiriendo que ninguna de las variables estudiadas son útiles por separado para entender completamente los patrones de uso de hábitat. Los modelos M4b y M3 presentan los mejores valores de AIC, proponiendo que la presencia de corderos y la temporalidad anual asociada a la presión de caza son aproximadores parsimoniosos; aunque su precisión es limitada, ya que los *pseudo* R^2 son el segundo y tercero más bajo respectivamente (Tabla 10). Los modelos M1 y M2 presentaron los mejores valores de *pseudo* R^2 , indicando que la presencia de sitios con cazadores y los hábitats cerrados producen aproximaciones más precisas; pero no son tan parsimoniosos como los anteriores, ya que ocuparon la tercera y cuarta posición con sus respectivos AIC (Tabla 10). El modelo M4a obtuvo el peor valor tanto para el *pseudo* R^2 como para el AIC (Tabla 10), apoyando la falta de importancia de la presencia de ovejas adultas en el área de estudio.

Tabla 10. Comparación de los *pseudo* R^2 (arriba) y los AIC (abajo) obtenidos por cada modelo. Mejores valores a la izquierda y peores a la derecha. Las líneas indican el cambio en el orden relativo de los modelos entre los parámetros evaluados.

<i>pseudo</i> R^2	M1	M2	M3	M4b	M4a
	6,30	6,30	3,77	3,67	0,18
AIC	M4b	M3	M1	M2	M4a
	209,8	300,6	447,3	450,7	616,1

Confirmación de tendencia anual

Se confirmó la tendencia a la disminución de la tasa de captura observada en campos con caza, respecto de campos sin caza (Figura 33). Se hallaron diferencias entre la tasa de captura antes y después de la temporada de caza ($P < 0,1$). No se hallaron diferencias antes y durante, o durante y después de la temporada de caza ($P > 0,1$).

No se rechazó la mantención del uso de hábitat en campos sin caza, antes durante o después de la temporada de caza ($P < 0,1$).

Patrones de actividad

Utilizando la totalidad de los eventos obtenidos, excepto los considerados como datos atípicos (359 eventos; ver Uso de Hábitat, Detección de datos atípicos), el patrón de actividad diaria del zorro gris pampeano, denota un patrón predominantemente nocturno que se acentúa antes de la media noche, aproximadamente entre las 20 hs y las 23 hs (Figura 40). El zorro gris pampeano se mantiene activo durante todo el día y su período de mínima actividad se encuentra después del mediodía, aproximadamente durante cinco horas (Figura 40).

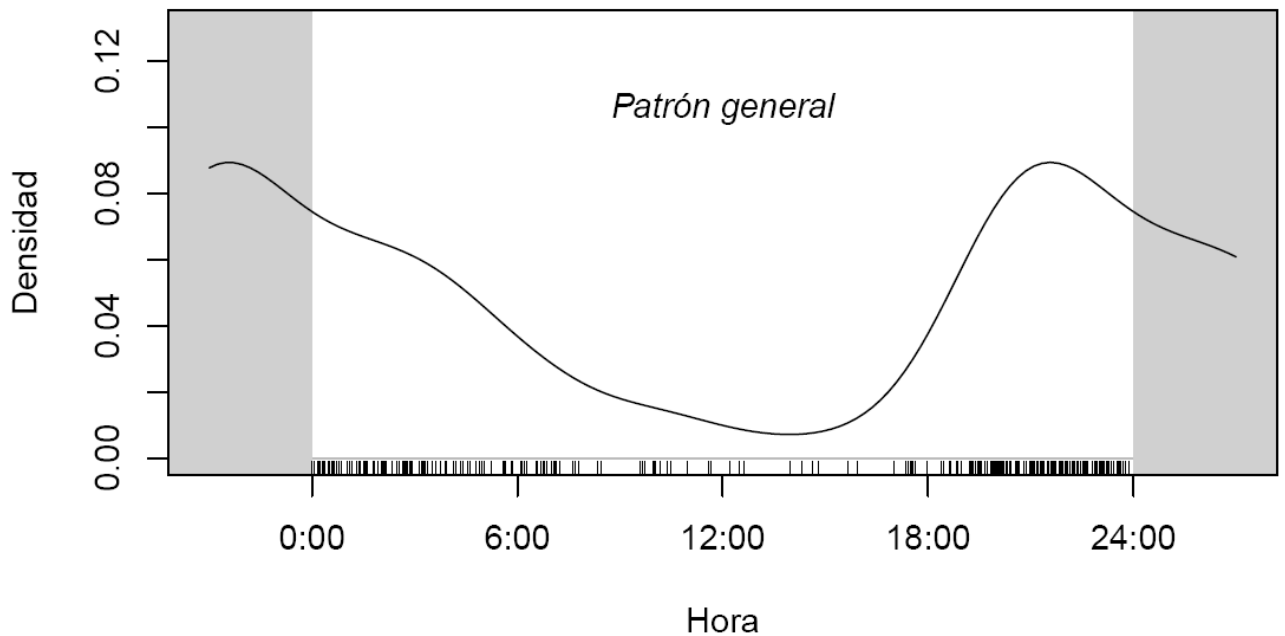


Figura 40. Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano, contemplando el total del período de estudio y todos los sitios de muestreo (359 eventos). Sobre la base del gráfico se indica el horario de cada evento. En los márgenes grises se repite el patrón, tres horas antes y después de la medianoche.

Tal como se procedió en la sección anterior, a continuación se reescribirán las hipótesis y predicciones para enmarcar los resultados.

H1b) El zorro gris pampeano evita temporalmente los sitios con cazadores.

P1b) La densidad de eventos será mayor de noche en sitios con presión de caza, respecto de los sitios sin caza.

Se cumple con la predicción P1b. En los sitios con presión de caza, el patrón diario de actividad se observa marcadamente nocturno, siendo escasos los eventos entre las 6 hs y las 18 hs y siendo similar la cantidad de eventos nocturnos antes y después de la media noche (Figura 41a). Por el contrario, en sitios sin presión de caza, es menos intensa la actividad pasada la media noche y se extiende durante las primeras horas de la mañana (Figura 41b). En ambos casos se mantiene la tendencia principalmente nocturna observada en el patrón general (Figura 40), y aunque la actividad no se hace nula en ningún momento del día, el mínimo se acentúa a las 15 hs en sitios con caza y a las 13 hs en sitios sin caza (Figura 41). El índice de solapamiento entre ambos patrones es de 0,879 (Figura 42).

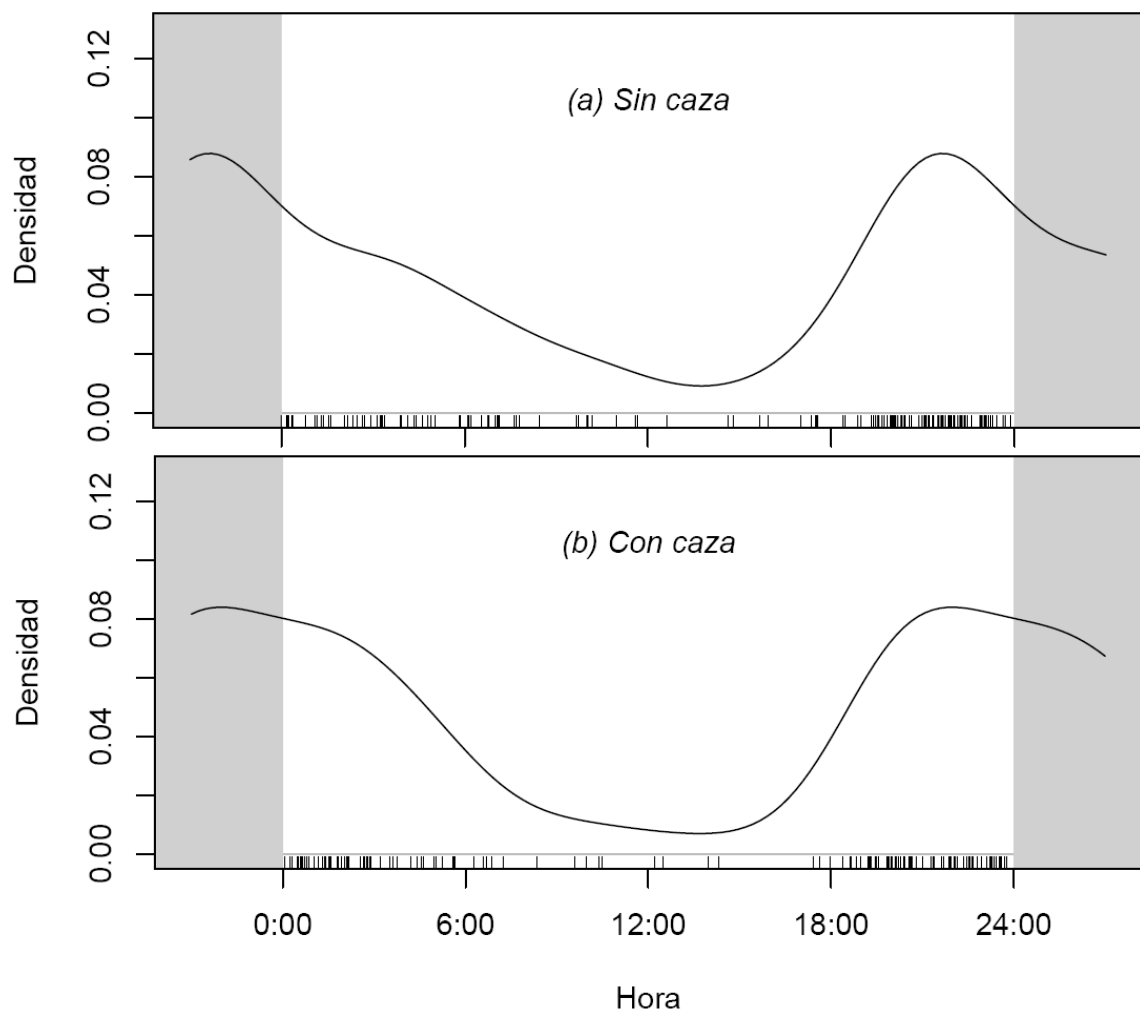


Figura 41. Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano, diferenciando entre: a) sitios sin caza (191 eventos) y b) sitios con caza (168 eventos). En ambos casos se contempla el total del período de estudio. Sobre la base del gráfico se indica el horario de cada evento. En los márgenes grises se repite el patrón, tres horas antes y después de la medianoche.

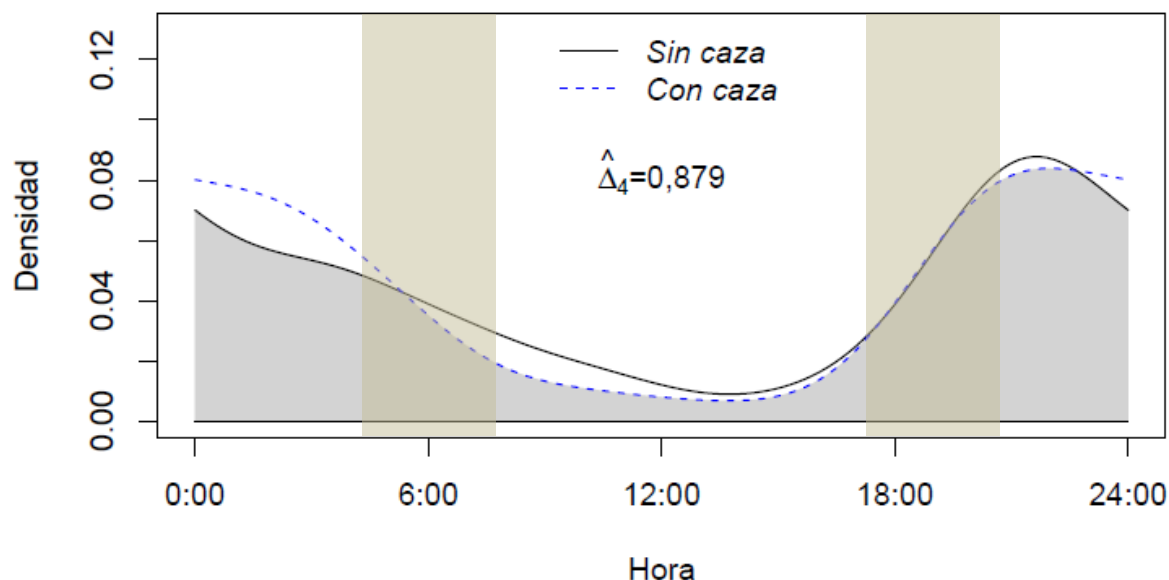


Figura 42. Comparación entre los patrones diarios de actividad con caza y sin caza, y su índice de solapamiento. Franjas verticales indican amanecer y anochecer.

Dividiendo los eventos entre día y noche, teniendo en cuenta el cambio en los horarios de luminosidad entre invierno y verano, el patrón de actividad se vuelve levemente más diurno luego de comenzada la temporada de caza (Figura 43), tendencia que se incrementa en los sitios con caza (Figura 43b).

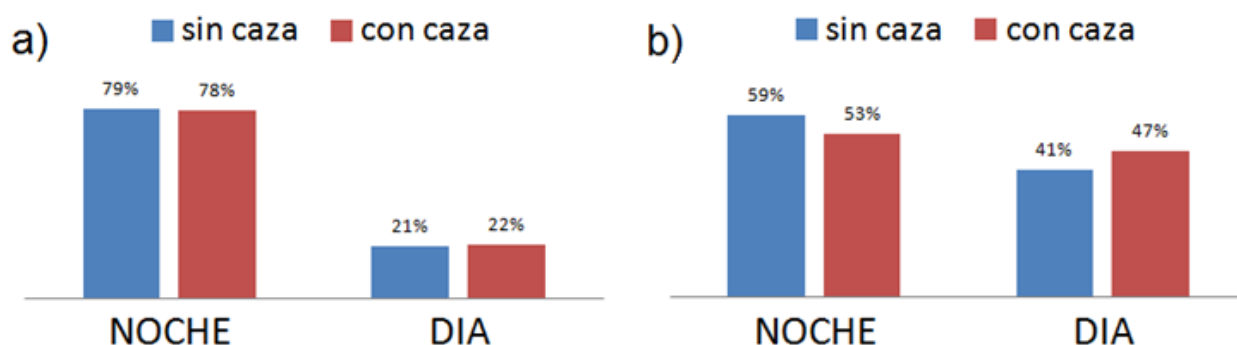


Figura 43. Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano, diferenciando entre sitios sin caza (celeste) y con caza (rojo) y entre períodos: **a) antes de la temporada de caza** (190 eventos) y **b) durante y después de la temporada de caza** (169 eventos). En ambos casos se contempla el total de los sitios de muestreo.

Antes del inicio de la temporada de caza, la actividad es más nocturna que luego de iniciada la misma (Figura 44). Antes de la temporada de caza, la actividad decrece desde las primeras horas del día hasta un mínimo de muy baja actividad entre las 12 hs y las 18 hs, incrementándose luego hasta alcanzar su pico máximo justo antes de la media noche (Figura 44a). Durante y después de la temporada de caza, se incrementa la actividad previa a la medianoche y se reduce pasada la misma, en contraste con el período anterior; el pico de máxima actividad se adelanta respecto del período en comparación, hasta alrededor de las 21 hs y no se observa un mínimo tan pronunciado como en anterior (Figura 44). El índice de solapamiento entre ambos patrones es de 0,671 (Figura 45).

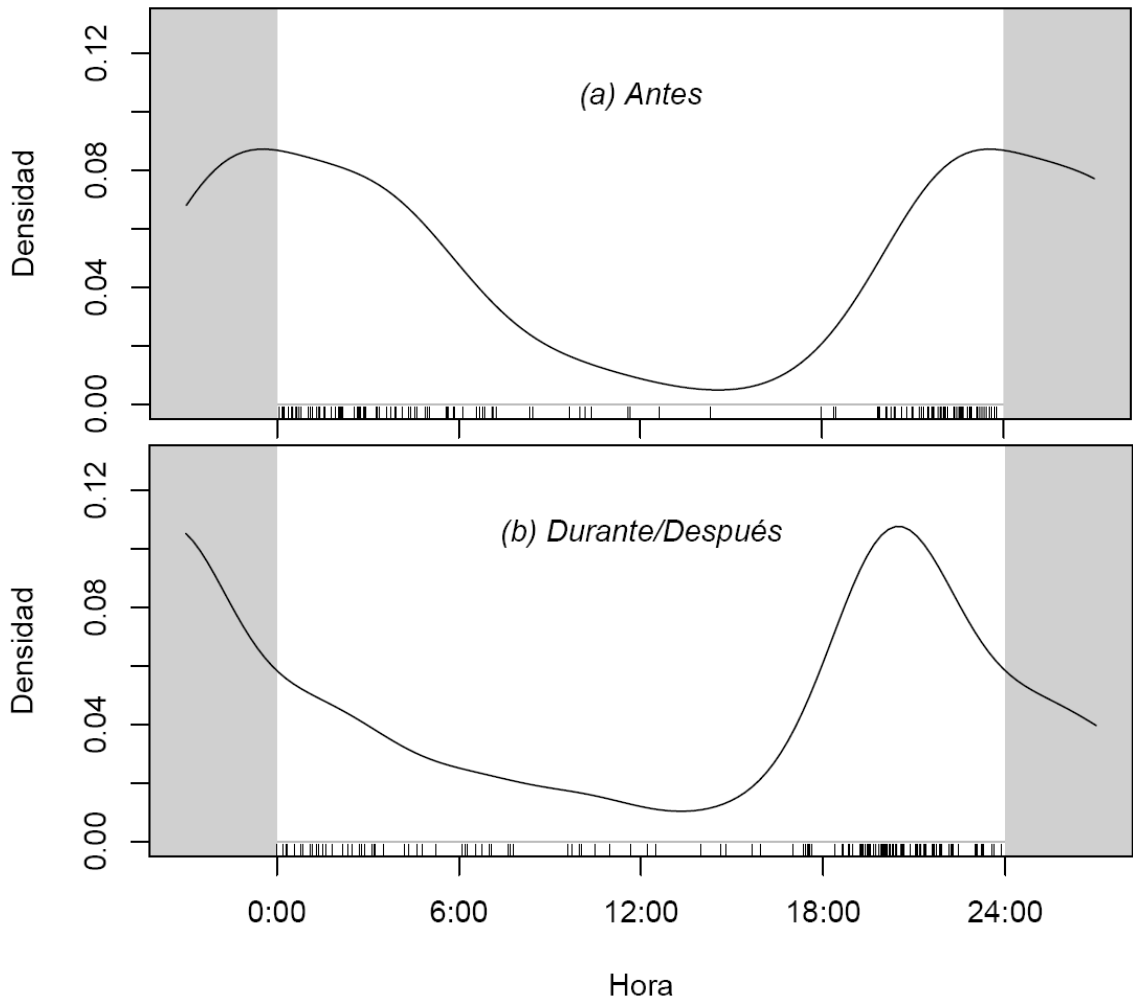


Figura 44. Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano, diferenciando entre los períodos: **a) antes de la temporada de caza** (190 eventos) y **b) durante y después de la temporada de caza** (169 eventos). En ambos casos se contempla el total de los sitios de muestreo. Sobre la base del gráfico se indica el horario de cada evento. En los márgenes grises se repite el patrón, tres horas antes y después de la medianoche.

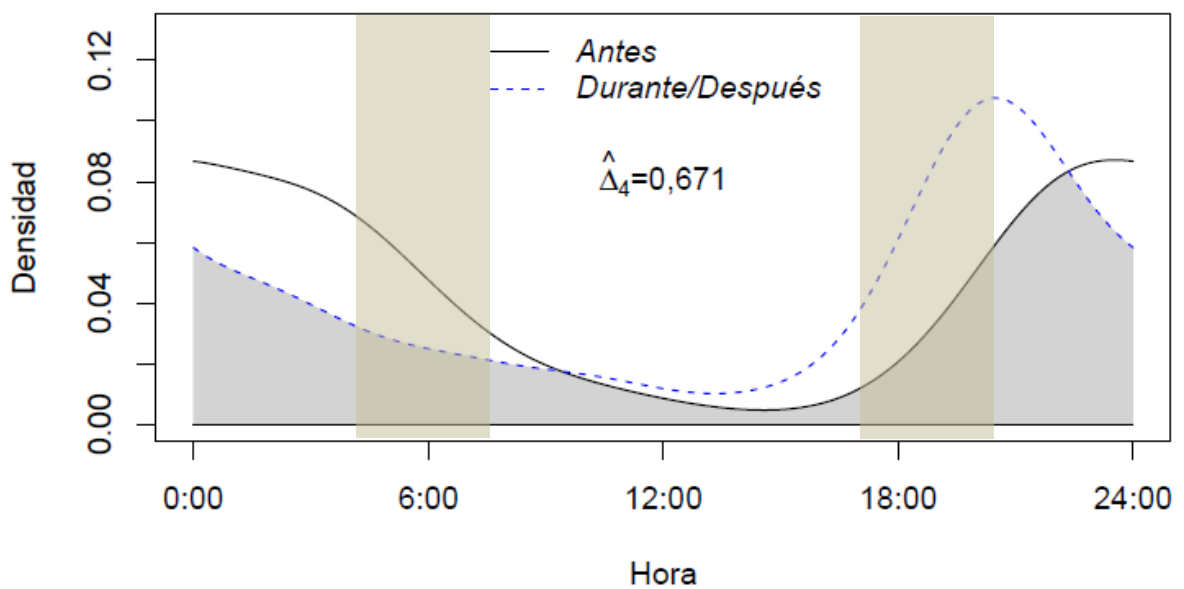


Figura 45. Comparación entre los patrones diarios de actividad antes y después del inicio de la temporada de caza, y su índice de solapamiento. En gris los períodos de transición entre día y noche. Franjas verticales indican amanecer y anochecer.

H2b) El zorro gris pampeano utiliza más los horarios nocturnos cuando lo cazan.

P2b) En los sitios con presión de caza y baja visibilidad los picos de densidad de eventos serán más diurnos que en sitios con presión de caza y alta visibilidad.

Se cumple la predicción P2b. En sitios con presión de caza y alta visibilidad el patrón diario de actividad es nocturno, concentrándose los eventos entre las 18 hs y las 6hs del día siguiente, alcanzando su pico máximo justo antes de la medianoche (Figura 46a). En sitios con presión de caza pero con baja visibilidad, la actividad se concentra en la misma franja horaria que con alta visibilidad, con la diferencia de que se observan dos picos de actividad: uno a las 5 hs y otro a las 21 hs; con un mínimo local pasada la medianoche, en contraste del máximo observado con alta visibilidad (Figura 46b). La actividad es mínima con alta visibilidad entre las 6 hs y las 18 hs, mientras que con baja visibilidad, el período de mínima actividad se acota entre las 11 hs y las 16 hs (Figura 46). Se consideró alta visibilidad a valores mayores a 0,2 (Figura 21). El índice de solapamiento entre ambos patrones es de 0,793 (Figura 47).

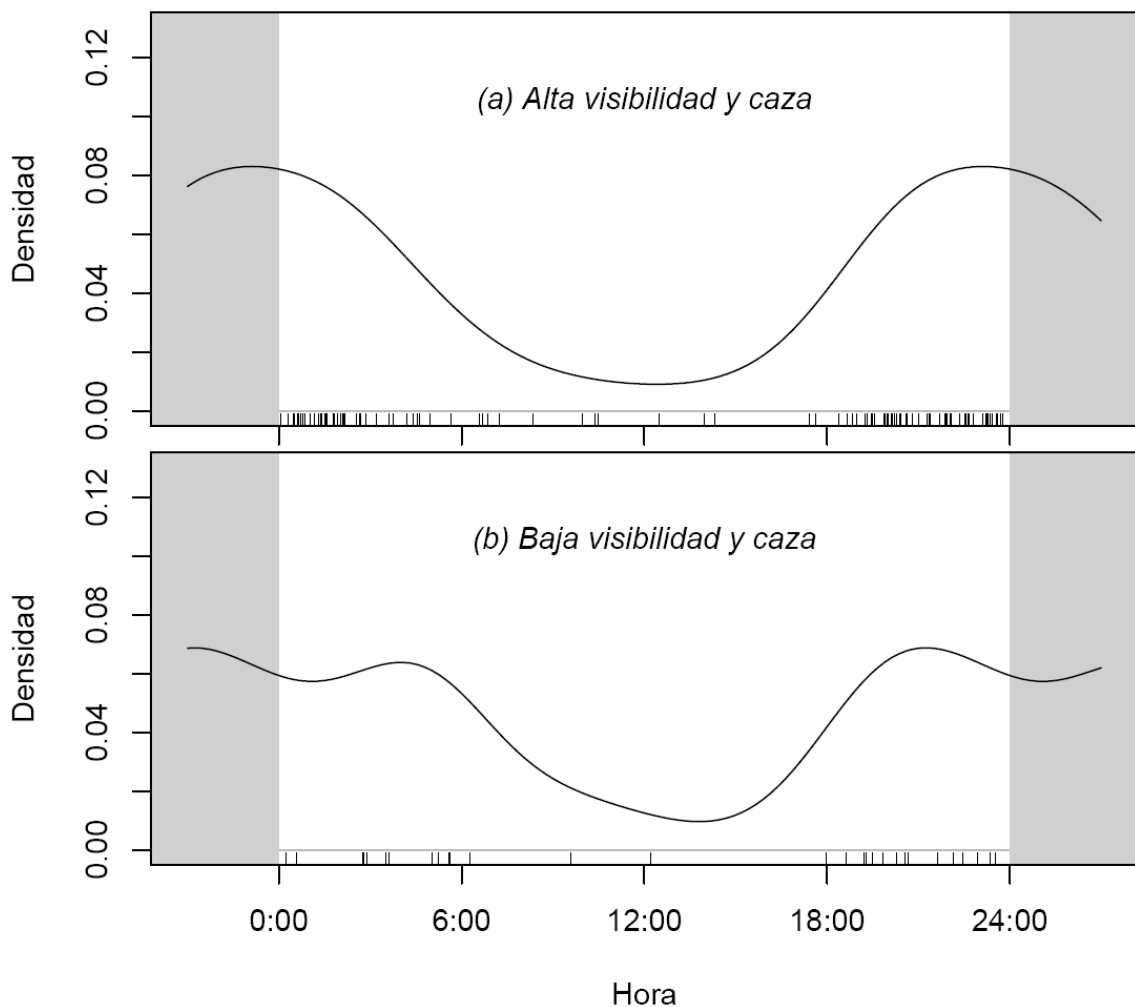


Figura 46. Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano en sitios con presión de caza, diferenciando entre: a) sitios con alta visibilidad (132 eventos) y b) sitios con baja visibilidad (32 eventos). En ambos casos se contempla el total del período de estudio. Sobre la base del gráfico se indica el horario de cada evento. En los márgenes grises se repite el patrón, tres horas antes y después de la medianoche.

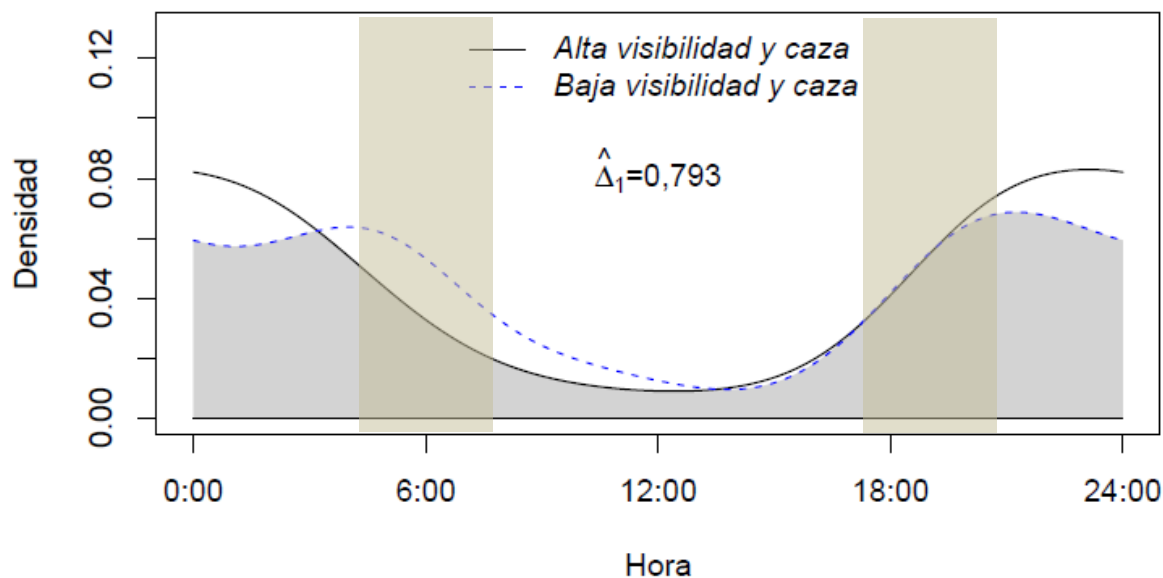


Figura 47. Comparación entre los patrones diarios de actividad con alta y baja visibilidad en un ambiente con presión de caza, y su índice de solapamiento.

Contemplando la totalidad de los sitios de muestreo, independientemente de la presión de caza, las diferencias entre los sitios con alta o baja visibilidad es menos pronunciada que al analizar solamente los sitios con presión de caza. El índice de solapamiento entre ambos patrones es de 0,859 (Figura 49) en contraste con el índice de 0,793 observado entre los sitios con caza (Figura 47). Después de la medianoche la actividad es mayor en sitios de baja visibilidad, respecto de los sitios con alta visibilidad (Figura 48) y respecto de los sitios con baja visibilidad y presión de caza (Figura 46b vs Figura 48b). El máximo local hallado después de la medianoche en sitios con baja visibilidad, concuerda con el patrón expuesto en la misma situación, restringida a sitios con caza (Figura 46b vs Figura 48b). El mínimo de actividad con baja visibilidad coincide con la situación de caza (Figura 46b vs Figura 48b); mientras que con alta visibilidad, el mínimo tiende a parecerse al patrón de baja visibilidad, que se acentúa entre las 11 hs y las 16 hs (Figura 48).

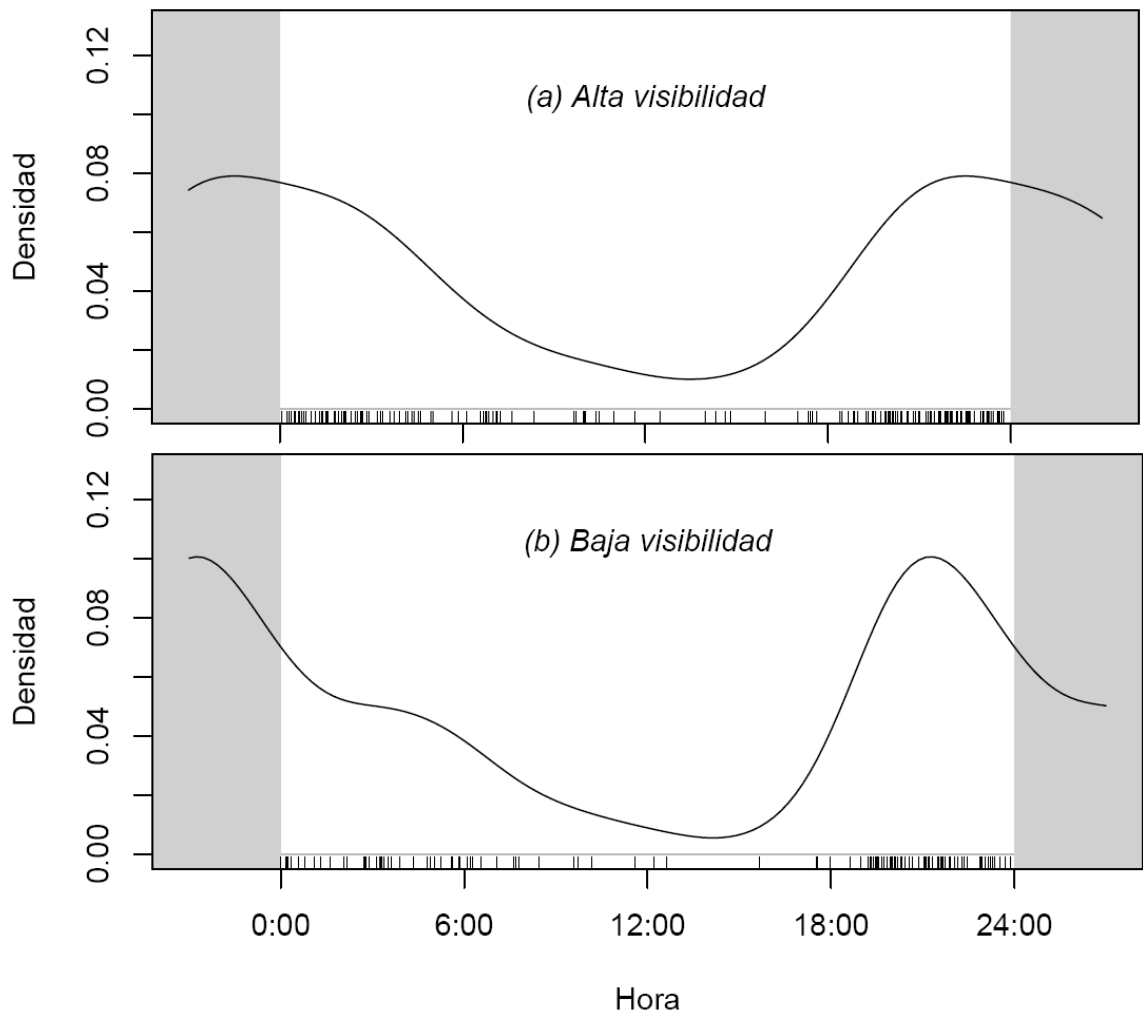


Figura 48. Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano, diferenciando entre: a) sitios con alta visibilidad (224 eventos) y b) sitios con baja visibilidad (135 eventos). En ambos casos se contempla el total del período de estudio. Sobre la base del gráfico se indica el horario de cada evento. En los márgenes grises se repite el patrón, tres horas antes y después de la medianoche.

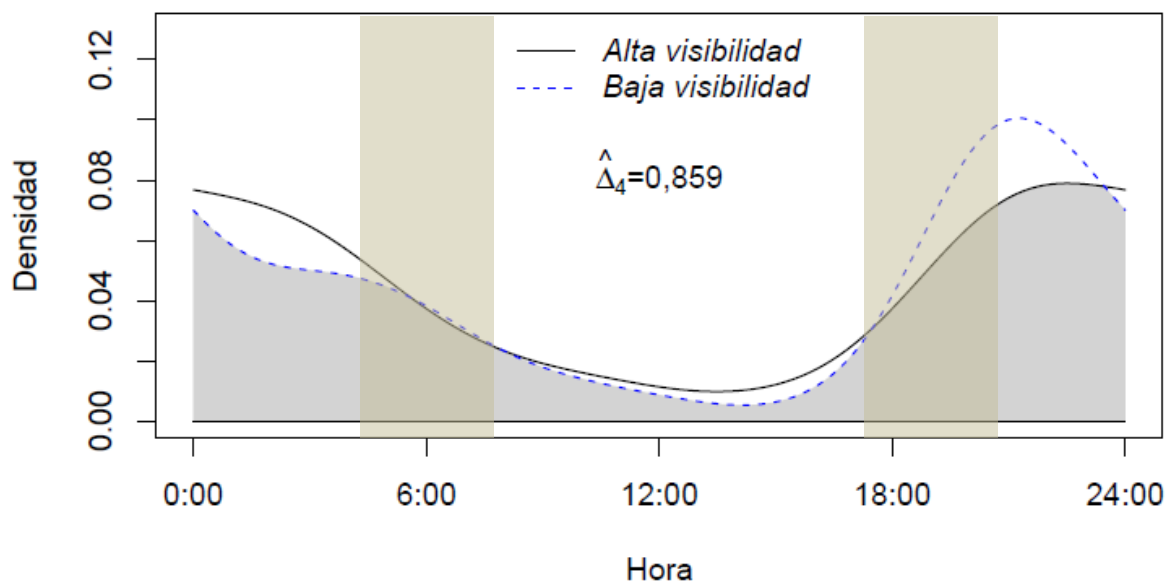


Figura 49. Comparación entre los patrones diarios de actividad con alta y baja visibilidad independientemente de la presión de caza, y su índice de solapamiento.

Dividiendo los eventos entre día y noche, teniendo en cuenta el cambio en los horarios de luminosidad entre invierno y verano, y la diferencia entre sitios con y sin caza, el patrón de actividad no presenta diferencias importantes entre sitios con alta y baja visibilidad (Figura 50).

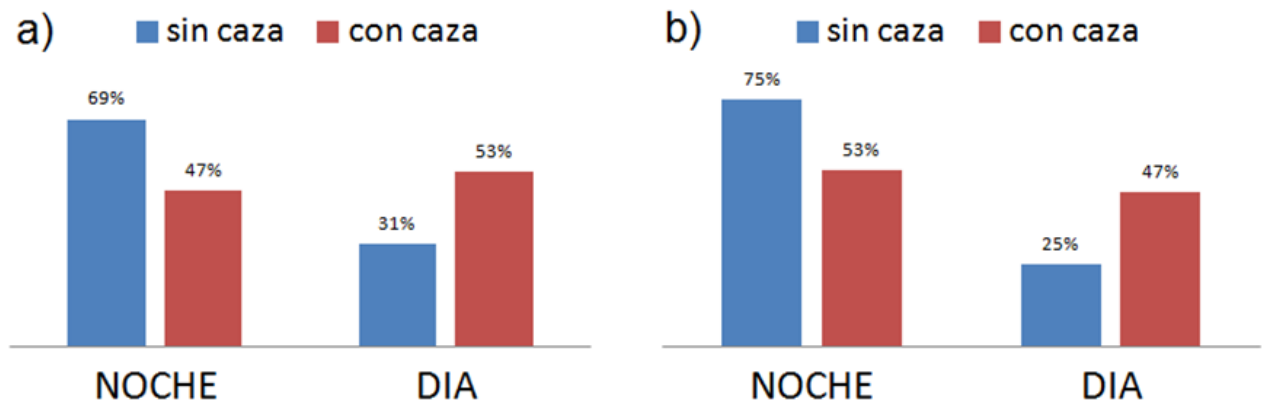


Figura 50. Patrón diario de actividad del zorro gris pampeano, diferenciando entre sitios sin caza (celeste) y con caza (rojo) y entre: **a) sitios con alta visibilidad** (224 eventos) y **b) sitios con baja visibilidad** (135 eventos). En ambos casos se contempla el total del período de estudio.

DISCUSIÓN

CONSIDERACIONES GENERALES

La flexibilidad comportamental del zorro gris pampeano es una característica que se ha manifestado en las dimensiones espacial (Luengos Vidal 2009), temporal (Di Bitetti *et al.* 2009) y trófica (Birochio 2008) de su nicho ecológico. Con flexibilidad comportamental, nos referimos a la variabilidad en la norma de reacción comportamental. Es decir, la variación en el comportamiento promedio de un animal y su cambio a lo largo de un gradiente (Dingemanse *et al.* 2010). Esta característica presenta una dificultad extra a la hora de buscar patrones emergentes de los comportamientos individuales; sumada a la propia dificultad de las especies con extensas áreas de acción y bajas densidades (McDonald 2004). En términos estadísticos, al modelizar los comportamientos del zorro gris pampeano, es de esperar que los modelos generados no expliquen un alto porcentaje de la varianza total del sistema. En todo caso, generar modelos nos servirá para aproximarnos a entender cuáles son los estímulos que pueden tener alguna importancia en la determinación de los patrones ecológicos observados, o bien para establecer prioridades en las variables a tener en cuenta al generar un plan de manejo (Johnson & Omland 2004).

Los modelos generados para esta investigación no explican en alto grado el comportamiento poblacional del zorro gris pampeano. Sin embargo, fue posible hallar tendencias significativas asociadas a la respuesta de la población estudiada, ante su extracción por parte del hombre. A partir de los resultados es posible sostener, a un segundo orden de selección –el proceso de establecer el área de acción de los individuos o grupos sociales (Johnson 1980)– que la intensidad de uso de hábitat de los zorros disminuyó a lo largo del año en campos con caza. No obstante, en términos generales el uso de hábitat fue más intenso en los sitios cercanos a las viviendas y los caminos utilizados por cazadores. Dicho de otra forma, los zorros habrían establecido sus áreas de acción en hábitats donde era más probable que los cacen, y efectivamente fueron cazados al punto de confirmarse una merma a nivel poblacional a lo largo del año.

Surge entonces preguntarse si la selección de hábitat podría ser afectada por la presencia de cazadores. Si la respuesta es afirmativa, se esperaría que los zorros se movilen a hábitats cercanos sin caza, o que restrinjan sus áreas de acción, reduciendo así la probabilidad de encuentro con los cazadores.

Determinantes del uso de hábitat

Recordemos que la selección de hábitat es un proceso que involucra una serie de decisiones comportamentales aprendidas e innatas (Hutto 1985). Las respuestas innatas ante la caza, podrían existir como resultado de la interacción con predadores de mayor tamaño como pumas o perros salvajes (Donadio & Buskirk 2006; Lucherini & Luengos Vidal 2008). La existencia de respuestas aprendidas, en cambio, dependerá de las condiciones particulares del sistema ecológico (Stephens 1991).

Que no se haya encontrado un efecto de la visibilidad del hábitat, hace pensar que los zorros no aprenden a evitar a los cazadores; ya que si fueran capaces hacerlo, sería razonable que seleccionen los ambientes con mayor capacidad de proveer refugio. Además, que se encuentren más zorros en los campos con caza (que son menos que los campos sin caza), también podría deberse a las dificultades que el sistema presenta para que se produzcan procesos de aprendizaje

tendientes a la evitación de los cazadores (Rescorla 1969; Holbrook & Schmitt 1988). O bien, a que los costos de huir de los cazadores sean menores a los beneficios que ofrece el hábitat (Holbrook & Schmitt 1988; Stephens 1993).

El aprendizaje puede ocurrir por distintos mecanismos: asociativos, no asociativos, o complejos como el aprendizaje social (Heyes 1994). En el área de estudio, el zorro gris pampeano podría aprender que existe un peligro de ser capturado por cualquiera de dichos mecanismos, al interactuar con los cazadores o sus productos. En el anexo 3 (posibles procesos de aprendizaje del zorro gris pampeano en el área de estudio) se analizan puntualmente los distintos mecanismos de aprendizaje y su posible influencia a distintos órdenes de selección. El aprendizaje social, por ejemplo, podría ser un amplificador de las respuestas de evitación a los cazadores, aunque depende de que se haya producido previamente otro mecanismo de aprendizaje. En cambio, los procesos no asociativo y asociativo se dificultan por la efectividad de los métodos de caza con armas de fuego y la baja probabilidad de encuentro entre individuos de zorro gris pampeano dada por sus hábitos solitarios.

Asimismo, para que los zorros sean capaces de reconocer y evitar cuáles son los lugares donde se los caza, deberían primero aprender a detectar la presencia de los cazadores mediante alguno de los procesos expuestos. Luego, deberían ser capaces de asociar los estímulos propios de los cazadores (olores, sonidos u objetos) con las áreas utilizadas por los mismos; ya que dichos estímulos serían por lo general temporarios, aunque el lugar seguiría siendo peligroso de todas formas. Si ambas condiciones se cumplen y los zorros reconocen los lugares con caza, no necesariamente significaría que los abandonen. La respuesta comportamental podría depender de los costos y beneficios asociados a la ocupación de uno u otro hábitat (Holbrook & Schmitt 1988). Por lo tanto, para que un zorro abandone los campos con caza, también sería necesario que los costos de huir frecuentemente de los cazadores sean mayores a los beneficios de permanecer con los recursos presentes en su hábitat.

Que el factor caza no sea determinante para el posicionamiento de las áreas de acción del zorro gris pampeano, no debe confundirse con la importancia de este factor sobre la mortalidad de los individuos. Por el contrario, la carencia de una respuesta comportamental significativa ante la presión de caza, representa un mayor riesgo para los individuos de la población; riesgo que se ve representado en la disminución de la abundancia relativa en los sitios con caza a lo largo del año.

Con este análisis no hemos explicado aún cuáles serían los principales factores que determinan el uso de hábitat. Pues bien, gracias a la clasificación de ambientes realizada, fue posible determinar que los campos con caza poseen una mayor proporción de pastizales que los campos sin caza. Además, la presión de caza se encuentra positivamente asociada a la visibilidad del hábitat. Por ende, dado que estos zorros suelen seleccionar pastizales y áreas abiertas, esta aparente coincidencia podría explicar la inicial ocupación de los campos con caza (Figura 51). La asociación entre la presión de caza y los potreros con ovejas, es otro factor a tener en cuenta por ser un potencial indicador de conflicto con el hombre, aunque su influencia se discutirá más adelante.

A continuación, se expondrán algunos criterios a tener en cuenta en la interpretación de los resultados y sus magnitudes, para el posterior análisis puntual de cada una de las hipótesis planteadas.

Abundancia relativa versus estado motivacional

La abundancia poblacional está determinada por cuatro tasas fundamentales: natalidad; mortalidad; inmigración; y emigración (Lundberg *et al.* 2000). Las tasas de inmigración y emigración se consideraron despreciables, bajo el supuesto de que las dimensiones del área de estudio son relativamente grandes, en contraste con las áreas de acción de los individuos y la territorialidad propia de las especies de carnívoros (Doncaster & Macdonald 1991; Luengos Vidal 2009). La natalidad también se consideró despreciable, ya que incluso para los primeros nacimientos dados en agosto, sumando dos meses de gestación (Crespo 1971) y otros cuatro meses en los que los cachorros permanecen en compañía de adultos cerca de las madrigueras (Sassola 2016), son muy pocas las posibilidades de detectar en el muestreo individuos nacidos durante el período de estudio. La mortalidad, en cambio, no está exenta de ser contemplada como un factor importante.

La reducción de la abundancia relativa causada por mortalidad, produce una disminución en la intensidad de uso de hábitat (medida a partir del número de eventos). Sin embargo, dicha intensidad de uso, no es exactamente proporcional a la abundancia relativa registrada en cada sitio, ya que la frecuencia de eventos se ve afectada también por el propio estado motivacional de los individuos: ya sea por hambre, sed, enfermedad, o estado de alerta por predadores. El estado motivacional sería capaz de modular los patrones observados, induciendo a los individuos a ser capturados por las cámaras más o menos frecuentemente durante el día, la semana, o el tiempo que dicho estado lo esté afectando. Pese a ello, las variaciones de la intensidad de uso a causa del estado motivacional no son tenidas en cuenta habitualmente en los muestreos con cámaras trampa (O'Brien 2011; Foster & Harmsen 2012)

Por lo tanto, al analizar la variación en el número de eventos, contemplaremos que: puede deberse a reales variaciones en la abundancia relativa a causa de mortalidad (cuando tenga sentido dicha interpretación); o bien a la variación en la cantidad de movimientos producidos por los individuos dentro de su área de acción, a causa de su estado motivacional.

Determinantes de la actividad

La luz del sol y sus fenómenos asociados como la temperatura, el viento o la humedad siempre explican parte importante de la variación en los patrones de actividad de los carnívoros, actuando como sincronizadores externos (Nielsen 1984).

La actividad de las presas, también es uno de los principales factores que se postulan para explicar la actividad de los carnívoros (Klinka & Reimchen 2002; Theuerkauf *et al.* 2003; Harmsen *et al.* 2011). Sin embargo, el zorro gris pampeano parece poder independizarse parcialmente de este factor. Su dieta diversa y adaptable no se basa únicamente en la predación, sino que contiene ítems alimenticios como la carroña y los frutos vegetales (Birochio 2008), que se encuentran disponibles independientemente del horario de actividad de sus presas. Como se mencionó en la introducción, la actividad diaria del zorro gris pampeano es más homogénea a lo largo del día en áreas relativamente conservadas (Luengos Vidal 2009). La capacidad del zorro gris pampeano de satisfacer sus necesidades vitales utilizando recursos disponibles durante el día, es más evidente al ver el patrón bimodal registrado en simpatria con el zorro de monte (*C. thous*), donde uno de los picos de actividad se produce a plena luz del día (Di Bitetti *et al.* 2009). Algo similar se ha visto en el zorro rojo (*Vulpes vulpes*) cuya actividad puede volverse más nocturna en hábitats con poblaciones humanas intolerantes, respecto de zonas menos pobladas o turísticas (Lucherini *et al.* 1995). En lobos con una historia evolutiva de persecución por parte del hombre, se postuló que la

actividad diaria podría modificarse dependiendo de la actividad humana, aunque se concluyó que dicha modificación se daría de manera indirecta, a partir de la acción del hombre sobre sus presas (Theuerkauf *et al.* 2003).

REFORMULACIÓN DE LAS HIPÓTESIS BIOLÓGICAS

H1) El zorro gris pampeano no evita espacialmente los hábitats con cazadores, pero en presencia de estos reduce la actividad durante el día.

Que la intensidad de uso de hábitat aumente acorde a la presión de caza, no significa que el zorro gris pampeano seleccione positivamente los hábitats a causa de la caza. Podría sugerirse, en todo caso, que la mortalidad producida por la caza sea sobre-compensatoria (Sandercock *et al.* 2011). Lo que sucedería si sistemáticamente se caza a los individuos de menor valor reproductivo, produciendo una liberación de recursos para los demás individuos (con mayor valor reproductivo que los cazados) y produciendo así un patrón con mayor intensidad de uso en áreas con caza.

Para resolver este dilema, debería calcularse la tasa de recambio poblacional, para lo que sería necesario seguir esta población en el tiempo, controlando la migración, y así deducir si la mortalidad observada tiene efectos sobre-compensatorios, sub-compensatorios o exactamente compensatorios.

Gáspero *et al.* (2012) registraron en el Parque Nacional Lihué Calel (PNLC) una mayor abundancia de zorro gris pampeano que en campos ganaderos aledaños en los que se practica la caza. La mortalidad sub-compensatoria por caza o la diferencia de recursos entre el PNLC y los campos aledaños podrían explicar la diferencia de abundancia. Si la caza fuera sobre-compensatoria tendería a incrementar la abundancia en los campos aledaños, respecto de una situación sin caza. La mortalidad sobre-compensatoria podría haber sido una explicación adecuada, si el patrón de abundancia fuera el opuesto (mayor en campos aledaños). Pero como la abundancia fue menor en campos aledaños, si bien no es suficiente para negar que la caza es sobre-compensatoria, al menos no aporta evidencia en su favor.

Teniendo en cuenta que los campos con caza contienen en su mayoría hábitats con cultivo, pastizal o barbecho, es razonable sugerir que la asociación positiva de la intensidad de uso a los campos con caza, no es más que una confusión de efectos dada por la mayor disponibilidad de hábitats adecuados para la especie (Caruso 2015). Además, los hábitats con cultivos o barbecho son utilizados para la cría de ganado vacuno, lo cual podría favorecer la disponibilidad de carroña, recurso importante para el zorro gris pampeano (Birochio 2008; Luengos Vidal 2009). La presencia y abundancia de ganado son variables a tener en cuenta más precisamente en próximas investigaciones. Por el momento, parecería que el zorro gris pampeano no resigna el uso de hábitats con potenciales recursos disponibles como la carroña de ganado u otros recursos asociados a pastizales, a pesar de encontrarse más cerca de cazadores.

Sin embargo, en condición de caza, el zorro gris pampeano presenta una tendencia a ser más activo durante la segunda parte de la noche, en detrimento de las primeras horas del día. Una posibilidad para explicar dicho patrón, es que conociendo los hábitos nocturnos de la especie, los cazadores actúen principalmente durante la noche. En consecuencia, los zorros incrementarían su actividad para no ser capturados; produciendo un gasto energético que sería compensado con la reducción de la actividad durante las primeras horas de la mañana. Otra opción, es que independientemente del horario de caza, en hábitats donde se suele perseguir a los zorros, estos reduzcan su actividad a la luz del día reduciendo la probabilidad ser descubiertos. Una tercera

opción, es la combinación de ambos efectos: el incremento de la actividad nocturna evitando la captura y la reducción de la actividad diurna evitando el encuentro.

Este patrón de actividad puede hacernos pensar nuevamente en la capacidad de aprendizaje de los zorros. Ya que pareciera que reconocen la presencia de los cazadores. De todos modos, debe tenerse en cuenta que no necesariamente los zorros reconozcan a los cazadores, sino que tal vez solo reconozcan la presencia de algo poco común dentro de su hábitat como la presencia de seres humanos; activando posiblemente algún tipo de respuesta innata de evitación. En tal caso, la aparente respuesta de evitación temporal se debería, no a la presencia de cazadores, sino a la presencia de humanos en horarios poco habituales para el zorro gris pampeano.

Independientemente de cómo se genera el patrón de evitación temporal, la flexibilidad que el zorro gris pampeano ha manifestado al encontrarse en potencial competencia (Di Bitetti *et al.* 2009), habría de manifestarse también ante un potencial predador o peligro desconocido.

También es interesante preguntarse acerca de los cambios observados en el patrón de actividad a lo largo del año. Antes de la temporada de caza la mayoría de los zorros presentes en el área de estudio se encontraban en sitios con caza, lo que explicaría la similitud entre el patrón de actividad previo a la temporada de caza y el patrón de caza. Sin embargo, esta explicación presupone que la caza ocurre también previamente al período definido como temporada de caza, lo cual es posible ya que en el área de estudio convive la caza comercial con la caza de control.

El cambio observado en el patrón de actividad a lo largo del año (antes y después del inicio de la temporada de caza), posiblemente se deba a las condiciones ambientales más que a un efecto de la caza, ya que presenta el patrón opuesto al encontrado para campos con y sin caza. Vale recordar que la caza comercial coincide habitualmente con el invierno, cuando los pelajes presentan mayor densidad y son más valiosos para la venta.

H2) Cuando lo cazan, el zorro gris pampeano no recurre a hábitats cerrados. Sin embargo, al disponer de hábitats cerrados, la actividad es menos nocturna que en los demás.

La selección de hábitats parece ser independiente de la potencial utilidad del hábitat como refugio, entendiendo el refugio como sitios donde pueda esconderse de predadores y realizar sus actividades vitales. Los pastizales y cultivos son utilizados por los zorros en el establecimiento de sus madrigueras (Martinez 2016; Sassola 2016). En particular, los pastizales podrían proveerles beneficios tales como diversidad de presas (Birochio 2008), facilidad para cavar las cuevas (por ausencia de estructuras resistentes) y refugio, aunque este último se encontraría en menor medida que en los matorrales de arbustos. Carecer del refugio de los matorrales de arbustos (el ambiente con menor visibilidad), podría representar un costo energético extra, si los zorros realizan un esfuerzo evitable en los pastizales o cultivos al esconderse de los cazadores. Que los beneficios del pastizal sean mayores que los eventuales costos pagados por carecer del refugio de los matorrales de arbustos, explicaría la falta de selección de dichos ambientes de muy baja visibilidad. De una u otra forma, los matorrales de arbustos que brindarían un potencial refugio ante cazadores, no serían seleccionados incluso en condiciones de caza.

Estudios previos realizados por Luengos Vidal (2009) en la localidad bonaerense de Aparicio (APA), y en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (PPET), indican que los zorros seleccionan negativamente la matriz del paisaje (Cavallini & Lovari 1994). En el caso de APA la matriz es agrícola-ganadera contrariamente a PPET donde la matriz es serrana. En ambos casos la matriz

predomina ampliamente por sobre el resto de los elementos del paisaje. En nuestro caso, si bien la estructura del paisaje se asemeja más a la de un mosaico, el ambiente más representado es el matorral de arbustos, que casualmente es el ambiente que más refugio podría proveer. Por lo tanto, la matriz no sería típicamente agrícola-ganadera, más allá de que los matorrales de arbustos se utilizan en algunos casos para albergar ganado. Podría sugerirse entonces que el zorro gris pampeano prioriza la heterogeneidad de ambientes dentro de su área de acción (su hábitat), por sobre la presencia de cazadores (Cavallini 1996), accediendo así a una mayor gamma de recursos (Hutchinson 1957).

Retomando el argumento planteado en la hipótesis previa, parecería que el zorro gris pampeano no resigna el uso de hábitats con potenciales recursos disponibles como la carroña de ganado (ver H1), o los ambientes adecuados para ubicar sus cuevas y/o su alimento a pesar de encontrarse más visibles o más cerca de los cazadores (ver H2).

Para analizar el comportamiento temporal, conviene recordar que el patrón de actividad con caza y refugio es levemente bimodal, con uno de los picos antes de la medianoche y otro próximo al amanecer. Nuevamente, más de un proceso puede utilizarse para explicar el patrón de actividad. Una primera opción (supuesta en un principio para redactar la predicción P2b), sería que en los hábitats con refugio los zorros no necesitan esconderse de los cazadores y por ende están más activos durante el día, aprovechando así recursos disponibles durante las horas de luz. No obstante, debe tenerse en cuenta que el patrón bimodal observado en los sitios con refugio y caza, es justamente un subconjunto del observado en los sitios con caza. Teniendo esto en mente se presenta una segunda opción: los zorros evitan el día en los campos con caza (ver H1) y dentro de estos son buscados activamente por los cazadores principalmente en hábitats con refugio, por lo que la actividad en estos hábitats se reduce alrededor de la medianoche.

El patrón de actividad de campos con caza (con todos los eventos) se asemejaría más al patrón de caza y alta visibilidad (que corresponde a hábitats con mayor proporción de pastizal), por la mayor abundancia relativa de zorros en pastizales respecto de los matorrales de arbusto.

También es válido preguntarse si los diferentes patrones de actividad observados en sitios con caza, pero con distinta disponibilidad de refugio, se deben al efecto de la caza o al uso particular que el zorro realice del matorral de arbustos. Al respecto, se pueden comparar los patrones de actividad de los sitios totales (con y sin refugio) respecto de los sitios con caza (con y sin refugio). De esta manera se observa que la superposición entre los patrones, es menor cuando solo se tienen en cuenta los sitios con caza. Es decir que la diferencia de actividad entre hábitats con y sin refugio, se vería pronunciada por la presencia de cazadores.

H3) La mortalidad producida por la caza, es útil para explicar la reducción en el uso de hábitat, pero no lo es la eventual mortalidad producida por el invierno.

La mortalidad debida a las bajas temperaturas del invierno no habría sido importante, o al menos lo suficientemente importante como para ser detectado por el método de muestreo (Figura 51). Durante el invierno, las condiciones climáticas extremas producen una disminución en la riqueza y abundancia de recursos, lo que sumado a un mayor requerimiento energético para termorregulación, podría traducirse en una mayor tasa de mortalidad (Storm 1976). Sin embargo, en este trabajo no se observó una reducción significativa en el uso de hábitat del zorro gris pampeano en sitios no expuestos a la caza durante el invierno.

En estudios previos se ha detectado que el zorro gris pampeano utiliza con mayor frecuencia ambientes con presencia de humanos y ganado, respecto de ambientes silvestres similares (Di Bitetti *et al.* 2009), contrariamente a lo observado cuando en los ambientes con humanos se practica la caza (Gáspero *et al.* 2012). En este trabajo, los campos con caza presentan mayor intensidad de uso, pero esta diferencia se expresa claramente solo antes de comenzada la temporada de caza, cuando la natalidad del año anterior comenzaría a manifestarse en el muestreo; ya que los juveniles comenzarían a abandonar sus madrigueras natales (Sassola 2016). Los juveniles podrían establecerse temporalmente en hábitats cercanos a sus madrigueras natales ya que su territorialidad sería más flexible aún que en los adultos (Newsome 1995).

La mortalidad producida por la caza sería la responsable de la reducción en el uso de los campos con caza a niveles basales (similares a los sitios sin caza). No hay suficiente evidencia para decir que los zorros en campos con caza abandonan su territorio en busca de campos sin presión de caza, ya que para ello se tendría que haber registrado un incremento del uso en los sitios sin caza durante o después de la temporada. Sin embargo sería apresurado descartar esta idea, aunque menos parsimoniosa, ya que tampoco se produjo una reducción del uso significativa en los sitios sin caza a pesar del invierno. Es decir que, tal vez los hábitats con caza proporcionen una pequeña cuota de individuos a los hábitats sin caza, compensando eventuales muertes producidas por las bajas temperaturas del invierno (Figura 52).

Los zorros muertos durante la temporada de caza, sin duda han aportado a la reducción del uso de hábitat de los campos con caza. Sin embargo, la importancia de este factor queda en suspenso debido a la imposibilidad (o la gran dificultad) que presenta el reconocimiento de los individuos de esta especie, y por lo tanto, la estimación de su abundancia.

De todas formas, es posible hacer algunas conjeturas (Dunstone *et al.* 2002; Luengos Vidal *et al.* 2012). Tomando como referencia que el tamaño medio de área de acción obtenido en Buenos Aires fue de 213 ± 137 ha, se puede estimar que en los campos con caza podrían encontrarse alrededor de 83 individuos (rango 51 - 233). Estimación que tiende a sobreestimar el número de individuos, ya que supone que toda área presente es utilizada por los zorros. Por lo tanto, tomando el mínimo como referencia (51 individuos) y considerando que el registro de 6 zorros muertos es probablemente una subestimación de los zorros cazados en realidad, el factor caza no sería despreciable en la reducción observada del uso (más del 11%).

También es destacable la gran variación observada en el uso de los campos con caza. Posiblemente, dentro de estos campos haya sitios que son utilizados por los zorros de manera similar que en los campos sin caza y otros donde el uso es mucho más intenso. Además de la variabilidad propia de los ambientes presentes, las diferencias en la intensidad de uso podrían deberse a la utilización dispar del campo por parte de los cazadores, ya que los caminos y las rutas de acceso a los campos delimitan un patrón de uso diferente de los distintos sitios dentro de cada campo.



Figura 51. Propuesta para explicar la variación en la abundancia relativa del zorro gris pampeano en el área de estudio. Los asteriscos (*) indican tasas significativas de natalidad o mortalidad (caza). Las flechitas negras indican la magnitud y dirección del efecto.

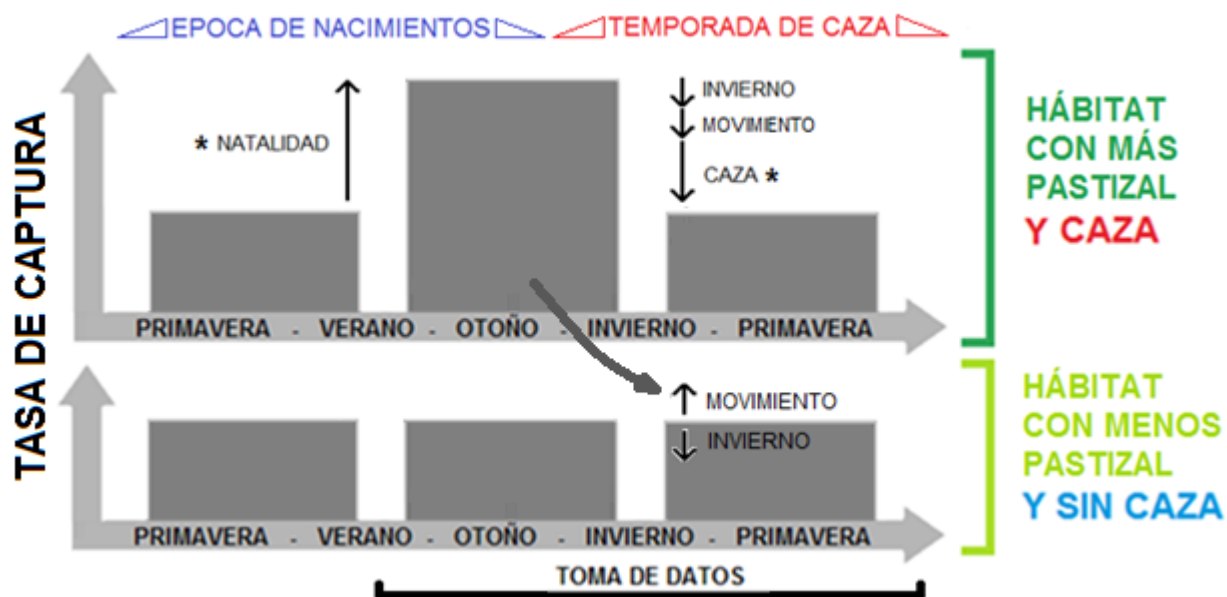


Figura 52. Propuesta alternativa para explicar la variación en la abundancia relativa del zorro gris pampeano en el área de estudio. Los asteriscos (*) indican tasas significativas de natalidad o mortalidad (caza). Las flechitas negras indican la magnitud y dirección del efecto.

H4) El zorro gris pampeano no utiliza en general los sitios cercanos a los potreros con ovejas, pero si lo hace cuando nacen los corderos.

El modelo estadístico que apoya la segunda parte de la afirmación previa es significativo, pero existe la posibilidad de que se cometa error Tipo I, a juzgar por la escasa diferencia en la tasa de captura y la elevada dispersión de la variable respuesta. Pese a ello, resultó ser el modelo más probable según el criterio de información de Akaike, por lo que se analizará el resultado obtenido.

Los zorros que habitan en las cercanías de los potreros con ovejas, serían capaces de detectar la presencia de los corderos (posteriormente a los nacimientos) e incrementar el uso de los hábitats cercanos a los potreros, acorde con un comportamiento de alimentación oportunista. En trabajos anteriores sobre la ecología trófica del zorro gris pampeano, el incremento en la abundancia de ciertas presas se vio acompañado de la intensificación de su uso como alimento (Birochio 2008).

Suponiendo que el aumento del uso dado cerca de los potreros se corresponde con la respectiva ingesta de corderos, estos constituirían una fuente de recurso capaz de modificar la organización espacial del zorro gris pampeano. De existir conflicto entre el zorro y los ganaderos de la zona, podría deberse a la aparente respuesta comportamental del zorro ante el nacimiento de los corderos.

La asociación entre la presión de caza y la cercanía a los potreros con ovejas podría funcionar como una trampa ecológica: los corderos actuarían como carnada, atrayendo a los zorros a las zonas con caza y, como se discutió anteriormente, los zorros serían incapaces de determinar cuáles son los hábitats más peligrosos (Anexo 3).

Si bien las ovejas no representarían un recurso alimenticio importante para el zorro gris pampeano, no se descarta que se alimenten de las ovejas como carroña. Igualmente, el recurso carroña aparece más aleatoriamente distribuido y/o en menor abundancia que los corderos, por lo que no se esperaría un incremento del uso con la cercanía a los potreros durante el resto del año (cuando no hay corderos).

CONCLUSIONES FINALES

- La selección del área de acción del zorro gris pampeano no depende de la presión de caza, al menos para la intensidad de caza presente en este trabajo.
- La presión de caza modificaría el patrón de actividad del zorro gris pampeano, restringiendo el acceso a los recursos disponibles durante el día como la carroña.
- La conservación de hábitats útiles como refugio no es suficiente para prevenir la caza del zorro gris pampeano, aunque su presencia podría mitigar la mortalidad de estos cánidos.
- Si efectivamente las tasas de inmigración y emigración son despreciables, la mortalidad ejercida por la caza de baja intensidad, tiene un impacto importante a nivel poblacional y escala local. Sin embargo, se desconoce su efecto en la tasa de recambio poblacional.
- Es débil la evidencia empírica que justifica el conflicto entre zorro gris pampeano y ganaderos por el uso de hábitats asociados a los corderos, al menos a un segundo orden de selección.
- Se sugiere tener en cuenta en futuras investigaciones la presencia y abundancia de ganado vacuno, como factor modelador del uso de hábitat en el área; ya que es una potencial fuente de bebida (por la instalación de bebederos), de alimento (como carroña) y de disturbios (como herbivoría o compactación del suelo), pudiendo afectar la dinámica poblacional del zorro gris pampeano.
- Sería interesante conocer más sobre la capacidad de aprendizaje del zorro gris pampeano en situación de caza, para evaluar la posible existencia de trampas ecológicas que puedan diezmar localmente sus poblaciones.
- En el plano metodológico, la clasificación supervisada de los ambientes presenta una adecuada relación costo/beneficio, particularmente cuando los mapas temáticos previos no fueron diseñados con el propósito de la investigación pertinente.
- Los modelos lineales generalizados y mixtos son una alternativa viable para poner a prueba este tipo de hipótesis, pero en este caso presentaron elevados valores de dispersión y un ajuste sub-óptimo a los datos; tal vez como resultado de la flexibilidad propia del comportamiento del zorro gris pampeano.

BIBLIOGRAFÍA

- Alderton D. & Tanner B. (1994). *Foxes, wolves, and wild dogs of the world*. Blandford, London.
- Arnaiz-Villena A., Parga-Lozano C., Moreno E., Areces C., Rey D. & Gomez-Prieto P. (2010). The origin of Amerindians and the peopling of the Americas according to HLA genes: admixture with Asian and Pacific people. *Current genomics*, 11, 103-114.
- Bardeleben C., Moore R.L. & Wayne R.K. (2005). A molecular phylogeny of the Canidae based on six nuclear loci. *Molecular phylogenetics and evolution*, 37, 815-831.
- Barlow J.C. (1965). Land mammals from Uruguay: ecology and zoogeography. Tesis doctoral. University of Kansas.
- Bates D., Maechler M., Bolker B. & Walker, S. (2014). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.1-7. Retrieved July 19, 2014, from <http://cran.r-project.org/package=lme4>.
- Berta A. (1987). Origin, diversification, and zoogeography of the South American Canidae. Pp. 455-471, en: *Studies in Neotropical Mammalogy: Essays in honor of Philip Hershkovitz*, Fieldiana, Zoology, new series.
- Berta A. (1988). Quaternary evolution and biogeography of the large South American Canidae (Mammalia, Carnivora). *Geological Sciences*.
- 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.
- Borromei A. (1995). Palinología, estratigrafía y paleoambientes del Pleistoceno tardío-Holoceno en el valle del río Sauce Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Polen*, 7, 19-31.
- Borromei A. (1998). Vegetación y clima del Cuaternario tardío en el valle superior del río Sauce Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Polen*, 9, 5-15.
- Brown A., Martínez Ortiz U., Acerbi M. & Corcuera J. (2006). *La situación ambiental argentina 2005*, Buenos Aires.
- Bustamante C., Porini G. & Bó R. (2010). Evaluación preliminar de la situación y recomendaciones para el manejo para el zorro gris pampeano en la Provincia de Buenos Aires. *XXIII Jornadas Argentinas de Mastozoología*, Bahía Blanca.
- Cabrera A.L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 14, 1-42.
- 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.
- Castillo D.F. (2002). Composición y variación estacional de la dieta del zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en el Parque Provincial Ernesto Tornquist. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional del Sur.
- Cavallini P. (1996). Variation in the social system of the red fox. *Ethology, Ecology & Evolution*, 8, 323-342.
- Cavallini P. & Lovari S. (1994). Home range, habitat selection and activity of the red fox in a Mediterranean coastal ecotone. *Acta Theriologica*, 39, 279-287.
- Clutton-Brock J., Corbet G.B. & Hills M. (1976). A review of the family Canidae, with a classification by numerical methods. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*, 29, 117-119
- Cravino J., Calvar M., Poetti J., Berrutti M., Fontana N., Brando M. & Fernández J. (2000). Análisis holístico de la predación en corderos. Un estudio de caso, con énfasis en la acción de "zorros" (Mammalia, Canidae). *Veterinaria*, 35, 24-41.
- Crespo J. (1971). Ecología del zorro gris *Dusicyon 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.
- Di Bitetti M.S. (2012). ¿Qué es el hábitat? Ambigüedad en el uso de jerga técnica. *Ecología Austral*, 22, 137-143.
- Di Bitetti M.S., Di Blanco Y.E., Pereira J.A., Paviolo A. & 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.
- Di Pasquio F., Folguera G. & Onna A. (2011). La ecología disciplinar y la intrusión de la problemática ambiental: hacia la "percepción de fenómenos globales". *Observatorio Medioambiental*, 14, 21-37.
- Di Rienzo J., Casanoves F., Balzarini M., Gonzalez L., Tablada M. & Robledo C.W. (2011). InfoStat versión 2011. En: *Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Díaz Pineda F. & Schmitz M.F. (2003). Tramas espaciales del paisaje. Conceptos, aplicabilidad y temas urgentes para la planificación territorial. Pp. 9-28, en *Conectividad ambiental: las áreas protegidas en la cuenca mediterránea*, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Dingemanse N.J., Kazem A.J., Réale D. & Wright J. (2010). Behavioural reaction norms: animal personality meets individual plasticity. *Trends in Ecology & Evolution*, 25, 81-89.
- Donadio E. & Buskirk S.W. (2006). Diet, morphology, and interspecific killing in Carnivora. *The American Naturalist*, 167, 524-536.
- Doncaster C.P. & Macdonald D.W. (1991). Drifting territoriality in the red fox *Vulpes vulpes*. *The Journal of Animal Ecology*, 60, 423-439.
- Dunstone N., Durbin L., Wyllie I., Freer R., Jamett G.A., Mazzolli M. & Rose S. (2002). Spatial organization, ranging behaviour and habitat use of the kodkod (*Oncifelis guigna*) in southern Chile. *Journal of Zoology*, 257, 1-11.
- Faria-Correa M. (2004). Ecología de graxains (carnívora: canidae; *Cerdocyon thous* e *Pseudalopex gymnocercus*) em um remanescente de Mata Atlântica na região metropolitana de Porto Alegre - Parque Estadual de Itapue - Rio Grande do Sul, Brasil. Tesis doctoral. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Farias 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. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Farji-Brener A.G. (2004). ¿Son hipótesis las hipótesis estadísticas? *Ecología austral*, 14, 201-203.
- Foster R.J. & Harmsen B.J. (2012). A critique of density estimation from camera-trap data. *The Journal of Wildlife Management*, 76, 224-236.
- Fuentes-González J.A. & Muñoz-Durán J. (2012). Filogenia de los cánidos actuales (Carnívora: canidae) mediante análisis de congruencia de caracteres bajo parsimonia. *Actualidades Biológicas*, 34, 85-102.
- Funes M.C., 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., Oporto N., González del Solar R., Castillo E., García E., Loekemeyer N., Bugnest F. & Mateazzi G. (2006). El manejo de zorros en la Argentina. Pp. 1-168, en: *Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable*, Buenos Aires.
- Garcez F.S. (2015). Filogeografía e história populacional de *Lycalopex vetulus* (Carnívora, canidae), incluindo sua hibridação com *L. gymnocercus*. Tesis de Maestría. Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- García Brea A., Zapata S.C., Procopio D.E., Martínez Peck R. & 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, 303-321.

- García V. (2001). Dieta, uso de ambiente y abundancia relativa del zorro gris pampeano, *Pseudalopex gymnocercus*, en la Reserva de Uso Múltiple Bahía San Blas e Isla Gama, Provincia de Buenos Aires. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- García V.B. & Kittlein M. (2005). Diet, habitat use, and relative abundance of pampas fox (*Pseudalopex gymnocercus*) in northern Patagonia, Argentina. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 70, 218-226.
- Gáspero P., Pereira J., Gómez M. & 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. *XXV Jornadas Argentinas de Mastozoología y II Congreso Latinoamericano de Mastozoología*, Buenos Aires.
- Ginsberg J.R. & Macdonald D.W. (1990). *Foxes, wolves, jackals, and dogs: an action plan for the conservation of canids*, Gland.
- Grill S. (1997). Palinología de un perfil cuaternario en el valle del Napostá Grande, Buenos Aires, Argentina. *Polen*, 8, 23-40.
- Guerschman J., Paruelo J., Bella C.D., Giallorenzi M. & Pacin F. (2003). Land cover classification in the Argentine Pampas using multi-temporal Landsat TM data. *International Journal of Remote Sensing*, 24, 3381-3402.
- Gurrutxaga San Vicente M. & Lozano Valencia P.J. (2008). Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios Geográficos*, 69, 519-543.
- Harmsen B.J., Foster R.J., Silver S.C., Ostro L.E. & Doncaster C. (2011). Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 76, 320-324.
- Heyes C.M. (1994). Social learning in animals: categories and mechanisms. *Biological Reviews*, 69, 207-231.
- Holbrook S.J. & Schmitt R.J. (1988). The combined effects of predation risk and food reward on patch selection. *Ecology*, 69, 125-134.
- Holdridge L.R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*, San José, Costa Rica.
- Hutchinson G.E. (1957). Concluding remarks - Cold Sprig Harbor Symposia on Quantitative Biology, 22, 415-427.
- Hutto R.L. (1985). Habitat selection by nonbreeding, migratory land. Pp. 455-476, en: *Habitat selection in birds*, Orlando.
- Ibáñez Asensio S., Gisbert Blanquer J.M. & Moreno Ramón H. (2011). Entisoles. En: Departamento de Producción Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y Medio Natural, Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/12883>
- International Union for Conservation of Nature (2015). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-4. <http://www.iucn.org/es>
- Johnson D.H. (1980). The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61, 65-71.
- Johnson J.B. & Omland K.S. (2004). Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 19, 101-108.
- Karanth K.U. & Nichols J.D. (1998). Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79, 2852-2862.
- Kleinbaum D.G., Kupper L.L. & Morgenstern H. (1982). *Epidemiologic research: principles and quantitative methods*, New York.
- Klinka D. & Reimchen T. (2002). Nocturnal and diurnal foraging behaviour of brown bears (*Ursus arctos*) on a salmon stream in coastal British Columbia. *Canadian Journal of Zoology*, 80, 1317-1322.
- Kraglievich L. (1930). Craneometría y clasificación de los canidos sudamericanos especialmente los Argentinos actuales y fósiles. *Physis*, 10, 35-73.

- Lopez de Casenave J., Marone L., Jaksic F. & Camus P. (2007). Escalas. Pp. 193-213, en: *Ecología de Comunidades*, Santiago.
- Lucherini M., Lovari S. & Crema G. (1995). Habitat use and ranging behaviour of the red fox (*Vulpes vulpes*) in a Mediterranean rural area: is shelter availability a key factor? *Journal of Zoology*, 237, 577-591.
- Lucherini M. & Luengos Vidal E.M. (2008). *Lycalopex gymnocercus* (Carnivora: canidae). *Mammalian Species*, 1-9.
- Lucherini M., Reppucci J.I., Walker R.S., Villalba M.L., Wurstten A., Gallardo G., Iriarte A., Villalobos R. & Perovic P. (2009). Activity pattern segregation of carnivores in the high Andes. *Journal of Mammalogy*, 90, 1404-1409.
- Luengos Vidal E. (2009). Organización espacial de *Pseudalopex gymnocercus* en los pastizales pampeanos. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur.
- Luengos Vidal E., Lucherini M., Casanave E. & Sillero-Zubiri C. (2009). Morphometrics of Pampas foxes (*Pseudalopex gymnocercus*) in the Argentine Pampas. *Mammalia*, 73, 63-67.
- Luengos Vidal E., Sillero-Zubiri C., Marino J., Casanave E. & 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.
- Lundberg P., Ranta E., Ripa J. & Kaitala V. (2000). Population variability in space and time. *Trends in Ecology & Evolution*, 15, 460-464.
- Macedo G.d.S., Prates Júnior P. & Eizirik E. (2006). Filogenia molecular das raposas sul-americanas do gênero *Lycalopex*. *Salão de Iniciação Científica*, Porto Alegre.
- Maffei L., Paredes R., Segundo A. & Noss A. (2007). Home range and activity of two sympatric fox species in the Bolivian Dry Chaco. *Canid News*, 10, 1-7.
- Márquez A. & Fariña R. (2003). Dental morphology and diet in canids and procyonids from Uruguay. *Mammalia*, 67, 567-574.
- Martinez S., Sassola N., Casanave E. & Luengos Vidal E. (2013). Características y uso de las madrigueras del zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en un área agrícola ganadera del sur de la provincia de Buenos Aires: resultados preliminares. *XXVI Jornadas Argentinas de Mastozoología*, Mar del Plata.
- Martinez S.D. (2016). Características y uso de las cuevas del zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en un área agrícola ganadera del sur de la provincia de Buenos Aires. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional del Sur.
- McCullagh P. & Nelder J.A. (1989). *Generalized linear models*, Londres.
- McDonald L.L. (2004). Sampling rare populations. Pp. 11-42, en: *Sampling rare or elusive species: concepts, designs, and techniques for estimating population parameters*, Washington.
- Menendez J. & La Rocca S. (2007). *Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos, Segunda etapa, Inventario de campo de la Región del Espinal Distritos Caldén y Ñandubay*, Buenos Aires.
- Meredith M., Ridout M. S. (2014). overlap: estimates of coefficients of overlapping for animal activity patterns. R package version 0.2.2. <http://CRAN.R-project/package=overlap>
- Meredith M. & Ridout M. (2016). Overview of the overlap package. <https://cran.r-project.org/web/packages/overlap/vignettes/overlap.pdf>
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*, Washington.
- Moreno Ramón H., Ibáñez Asensio S. & Gisbert Blanquer J.M. (2011). Aridisoles. En: Departamento de Producción Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y Medio Natural, Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/13662>
- Morrison M.L., Marcot B. & Mannan W. (2012). *Wildlife-habitat relationships: concepts and applications*, Washington.
- Moscatelli G. & Pazos M.S. (2000). Soils of Argentina: Nature and Use. *International Symposium on Soil Science: Accomplishments and Changing Paradigm towards the 21st Century and IUSS Extraordinary Council Meeting*, Bangkok, Tailandia.

- Newsome A.E. (1995). Socio-ecological models for red fox populations subject to fertility control in Australia. *Annales Zoologici Fennici*, 32, 99-110.
- Nielsen E.T. (1984). Relation of behavioural activity rhythms to the changes of day and night. A revision of views. *Behaviour*, 89, 147-173.
- Novaro A., Funes M.C., Jiménez J., Macdonald D. & Sillero-Zubiri C. (2004). Patagonian foxes. Pp. 243-254, en: *Biology and Conservation of Wild Canids*, Oxford.
- Novaro A.J., Funes M.C. & Walker R.S. (2005). An empirical test of source–sink dynamics induced by hunting. *Journal of Applied Ecology*, 42, 910-920.
- Nowak R.M. (2005). *Walker's Carnivores of the World*, Baltimore.
- O'Brien T.G. (2011). Abundance, density and relative abundance: a conceptual framework. Pp. 71-96, en: *Camera Traps in Animal Ecology*, Toshoko, Japón.
- O'hara R.B. & Kotze D.J. (2010). Do not log-transform count data. *Methods in Ecology and Evolution*, 1, 118-122.
- Orians G.H. & Wittenberger J.F. (1991). Spatial and temporal scales in habitat selection. *American Naturalist*, 137, S29-S49.
- Pardiñas U.F., Abba A.M. & Merino M.L. (2004). Micromamíferos (Didelphimorphia y Rodentia) del sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina): taxonomía y distribución. *Mastozoología Neotropical*, 11, 211-232.
- Paruelo J.M., Di Bella C. & Milkovic M. (2014). *Percepción remota y sistemas de información geográfica. Sus aplicaciones en Agronomía y Ciencias Ambientales*, Buenos Aires.
- Pedlar J.H., Fahrig L. & Merriam H.G. (1997). Raccoon habitat use at 2 spatial scales. *The Journal of Wildlife Management*, 61, 102-112.
- Pérez Ballari A., Botana M.I. & Scarpati O. (2009). Distribución de las sequías e identificación de áreas de riesgo (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Huellas*, 13, 130-146
- Perini F.A., Russo C. & Schrago C.G. (2010). The evolution of South American endemic canids: a history of rapid diversification and morphological parallelism. *Journal of Evolutionary Biology*, 23, 311-322.
- Porini G. & Ramadori D. (2007). Estado de conocimiento sobre el manejo de zorros de interés económico en Argentina. Informe para: Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Port D. (2002). Partilha de recursos entre duas espécies de cánidos (*Cerdocyon thous* e *Pseudalopex gymnocercus*) simpátricas no sul do Brasil. Tesis de Maestría. Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Pradella Dotto J. (1997). Estudio da dieta de *Pseudalopex gymnocercus* (Fischer, 1814) e de *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766)(Mammalia, Canidae) e sua relação com a mortalidade de cordeiros no Rio Grande do Sul. Tesis de Maestría. Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- Prevosti F.J., Segura V., Cassini G. & Martin G.M. (2013). Revision of the systematic status of patagonian and pampean gray foxes (Canidae: *Lycalopex griseus* and *L. gymnocercus*) using 3D geometric morphometrics. *Mastozoología Neotropical*, 20, 289-300.
- QGIS Development Team (2014). Valmiera GIS geographic information system. <http://www.qgis.org>
- Redford K. & Eisenberg J. (1992). *Mammals of the Neotropics, Volume 2: The Southern Cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay*, Chicago.
- Rémillard S., Luengos Vidal E., Lucherini M., Manfredi C., Calmé S. & Casanave E.B. (2010). Conviviendo con los carnívoros: análisis de situación en el Espinal. *XXIII Jornadas Argentinas de Mastozoología*, Bahía Blanca.
- Rescorla R.A. (1969). Conditioned inhibition of fear resulting from negative CS-US contingencies. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 67, 504-509.
- Resolución 230/06. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente de la República Argentina.

- Ringuelet R.A. (1961). Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina. *Physis*, 22, 151-170.
- Rubí Bianchi A., Cravero S.A.C. & Elena H. (2014). Atlas climático. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <http://geointa.inta.gov.ar/visor/>
- Sandercock B.K., Nilsen E.B., Brøseth H. & Pedersen H.C. (2011). Is hunting mortality additive or compensatory to natural mortality? Effects of experimental harvest on the survival and cause-specific mortality of willow ptarmigan. *Journal of Animal Ecology*, 80, 244-258.
- Sassola N., Martínez S., Casanave E. & Luengos Vidal E. (2012). Caracterización del comportamiento parental del zorro gris pampeano *Pseudalopex gymnocercus* en estado silvestre en la región de la pampa Argentina. *XXV Jornadas Argentinas de Mastozoología y II Congreso Latinoamericano de Mastozoología*, Buenos Aires.
- Sassola N.C. (2016). Caracterización del comportamiento del zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*) en estado silvestre en el período de crías emergentes, en la región pampeana. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional del Sur.
- Schoener T.W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185, 27-39.
- Sillero-Zubiri C., Reynolds J. & Novaro A.J. (2004). Management and control of wild canids. Pp. 107-122, en: *The Biology and Conservation of Wild Canids*, Oxford.
- Sillero-Zubiri C. & Switzer D. (2004). Management of wild canids in human-dominated landscapes. Pp. 257-266, en: *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs. Status survey and conservation action plan*, Gland.
- Stephens D. (1991). Change, regularity, and value in the evolution of animal learning. *Behavioral Ecology*, 2, 77-89.
- Stephens D.W. (1993). Learning and behavioral ecology: incomplete information and environmental predictability. Pp. 195-218, en: *Insect Learning: Ecological and Evolutionary Perspectives*, New York.
- Storm G.L., Andrews R.D., Phillips R.L., Bishop R.A., Siniff D.B. & Tester J.R. (1976). Morphology, reproduction, dispersal, and mortality of midwestern red fox populations. *Wildlife Monographs*, 49, 3-82.
- Theuerkauf J., Jędrzejewski W., Schmidt K., Okarma H., Ruczyński I., Śniezko S. & Gula R. (2003). Daily patterns and duration of wolf activity in the Białowieża Forest, Poland. *Journal of Mammalogy*, 84, 243-253.
- Thorntwaite C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38, 55-94.
- Tonni E. & Cione A. (1999). Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 147, 257-281.
- Treves A. & Karanth K.U. (2003). Human-carnivore conflict and perspectives on carnivore management worldwide. *Conservation Biology*, 17, 1491-1499.
- Turner M.G. (2005). Landscape ecology: what is the state of the science? *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36, 319-344.
- Turner M.G., Gardner R.H. & O'Neill R.V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice*, New York.
- Vanak A.T. & Gompper M.E. (2007). Effectiveness of non-invasive techniques for surveying activity and habitat use of the Indian fox *Vulpes bengalensis* in southern India. *Wildlife Biology*, 13, 219-224.
- Vandermeer J.H. (1972). Niche theory. *Annual review of Ecology and Systematics*, 3, 107-132.
- Vieira E. & Port D. (2007). Niche overlap and resource partitioning between two sympatric fox species in southern Brazil. *Journal of Zoology*, 272, 57-63.
- Vila Subirós J., Llausàs Pascual A., Varga Linde D. & Ribas Palom A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 48, 151-166.

- Vuillermoz P. & Sapoznikow A. (1998). Hábitos alimenticios y selección de presas de los carnívoros medianos en la Reserva de Vida Silvestre "Campos del Tuyú". *Boletín Técnico*, 44, Buenos Aires.
- Wayne R.K., Geffen E., Girman D.J., Koepfli K.P., Lau L.M. & Marshall C.R. (1997). Molecular systematics of the Canidae. *Systematic Biology*, 46, 622-653.
- Wozencraft W. (2005). Order Carnivora. Pp. 532-628, en: *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*, Baltimore.
- Zunino G., Vaccaro O., Canevari M. & Gardner A. (1995). Taxonomy of the genus *Lycalopex* (Carnivora: Canidae) in Argentina. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 108, 729-747.
- Zuur A.F., Ieno E.N., Walker N., Saveliev A. & Smith G. (2009). *Mixed effects models and extensions in ecology with R*, New York.
- Zuur A.F., Ieno E.N. & Elphick C.S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1, 3-14.

ANEXO

Anexo 1 – Balance hídrico del área de estudio

La precipitación total junto con la temperatura y la combinación de ambos (la humedad efectiva) son considerados los principales factores climáticos que intervienen en los procesos vitales, condicionando la fisonomía de la vegetación y la actividad de los animales en un área dada (Holdridge 1987). Para caracterizar la relación entre precipitación y temperatura dentro del área de estudio, se realizó un balance hídrico basado en el método de Thornthwaite (1948); para lo cual se utilizó la planilla de cálculo provista en la materia de grado “Ecología Ambiental, FCEN, UBA”.

En dicha planilla se ingresó la temperatura media mensual, la precipitación mensual y la capacidad de campo del área de estudio.

Utilizando el sistema de información geográfica Visor Geolnta (Rubí Bianchi *et al.* 2014) se compararon las características climáticas de las ciudades más cercanas con el área de estudio: Viedma y Bahía Blanca (Tabla 11).

Se utilizó la temperatura y precipitación media mensual de Viedma para realizar el balance hídrico, extraídos de la Guía Climática del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (<http://www.smn.gov.ar/servicios climaticos/?mod=elclima&id=2>).

La capacidad de campo se estimó a partir de bibliografía en 160mm (Figura 53; Pérez Ballari *et al.* 2009).

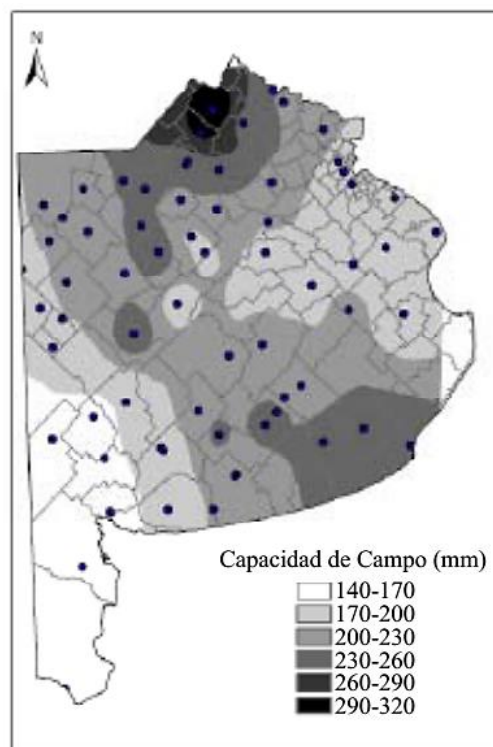


Figura 53. Capacidad de campo de la provincia de Buenos Aires. Extraído de Pérez Ballari *et al.* 2009.

Tabla 11. Diferencia de condiciones climáticas entre el área de estudio y las ciudades más cercanas.

Parámetro	Lugar				
	Bahía Blanca	diferencia	Área de estudio	diferencia	Viedma
Temperatura máxima anual	21,7	0,1	21,6	0,8	20,8
Temperatura media anual	15,4	0,6	14,8	0,5	14,3
Temperatura mínima anual	8,9	0,9	8,0	0,2	7,8
Precipitación anual	666	220	446	68	378
Días anuales de granizo	1,0	-0,2	1,2	-0,1	1,3
Días anuales de helada	35,6	-1,3	36,9	-1,0	37,9
Humedad relativa anual	62,5	1,5	61,0	2,6	58,4
Temperatura de rocío anual	7,8	0,6	7,2	1,4	5,8
Latitud	38°39'S		39° 53'S		40°49'S
Longitud	62°13'W	200 km	62° 54'W	130 km	62° 59'W
msnm	70	45	25	19	6

Anexo 2 – Determinación del número de eventos a partir de las cámaras trampa

Recordemos que el número de eventos es el número de fotografías tomadas a zorros pampeanos con una separación temporal mayor a una hora, obtenidas en un sitio durante un período determinado.

Para obtener esta variable, lo primero que se debe hacer es observar cuidadosamente todas las fotografías obtenidas en el campo. De estas fotografías solo algunas poseen imágenes de zorros pampeanos, ya que además de la especie en cuestión, son fotografiados todo tipo de animales como pumas, gatos monteses, maras, copetonas... y todos aquellos que puedan ser detectados por los sensores infrarrojos de las cámaras trampa; como así también los vegetales que rodean el sitio y disparan fotografías al moverse con el viento. Se debe entonces seleccionar toda fotografía con presencia de zorro gris pampeano y completar una base de datos con los siguientes campos:

Sitio	Año	Edad
Fecha de control	Hora	Sexo
Posición	Minuto	Observaciones
Día	Individuos por evento	Descartado
Mes	Fotografías por evento	

...mientras que cada registro constituye un evento. Por lo tanto, se creará un nuevo registro al observar una fotografía cuyo horario se mantiene distante al menos una hora de la primera fotografía del evento anterior.

Al realizar la base de datos, es factible que el orden en el que se revisan las fotografías no sea exactamente el orden cronológico o que se generen algunos registros con menos diferencia horaria de la requerida para contabilizar un evento. Para salvar tales inconvenientes y ordenar los eventos se puede utilizar una planilla de cálculo que siga la lógica de la Figura 54. Para ello, los eventos deben estar ordenados previamente según el siguiente orden de prioridad: sitio, año, mes, día, hora y minuto.

Observar que el primer criterio de control tiene que ver con el criterio del observador para descartar o no un evento, ya sea por un error producido por la configuración de la cámara (como colocar mal la fecha u hora de la cámara al instalarla en el campo) o por la necesidad de eliminar algún dato para reducir el sesgo por la diferente cantidad de cámaras en distintos momentos del muestreo.

De esta manera, es posible revisar con seguridad la carga de datos y cuantificar sencillamente los eventos por sitio y en el período de tiempo que corresponda, ya que los mismos se encuentran ordenados cronológicamente.

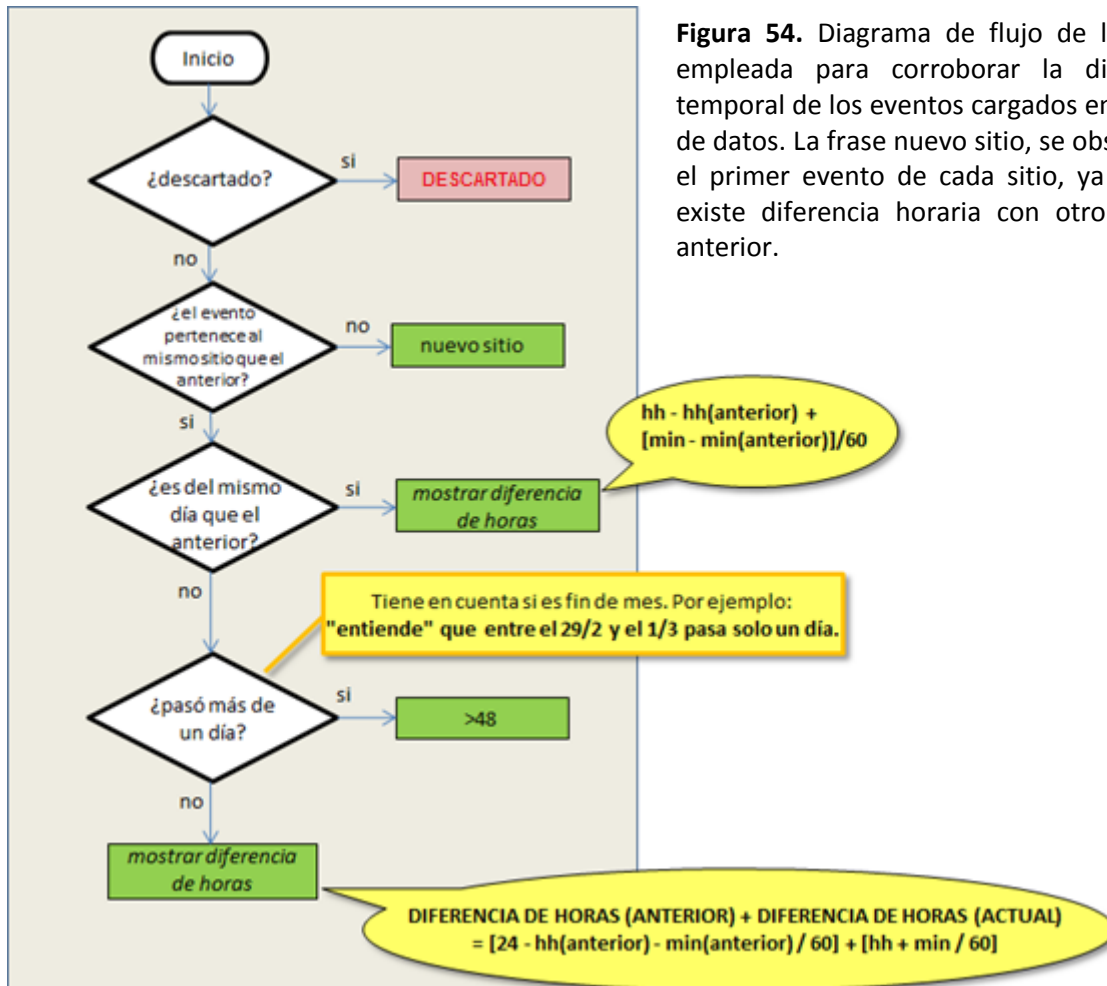


Figura 54. Diagrama de flujo de la lógica empleada para corroborar la diferencia temporal de los eventos cargados en la base de datos. La frase nuevo sitio, se observa en el primer evento de cada sitio, ya que no existe diferencia horaria con otro evento anterior.

En una planilla de cálculo *MSEXcel*, la formula necesaria para obtener la logica del diagrama sería:

```
=SI(P2=FALSE;
  SI(A1=A2;
    SI(Y(D1=D2;E1=E2;F1=F2);(G2-G1)+(H2-H1)/60;
      SI(Y((D2-D1)<>1;
        SI(O(Y(E1=2;D1=29;D2=1);Y(O(E1=4;E1=6;E1=9;E1=11);D1=30;D2=1);Y(O(E1=1;E1=3;E1=5;E1=7;E1=8;E1=10;E1=12);D1=31;D2=1)));
          FALSO;
          VERDADERO));
        ">48";
        (24-G1-H1/60)+(G2+H2/60));
    "nuevo sitio");
  "DESCARTADO")
```

Donde:

A=Sitio
D=Día
E=Mes
F=Año

G=Hora
H=Minuto
P=Descartado

Anexo 3 – Posibles procesos de aprendizaje del zorro gris pampeano en el área de estudio

El proceso de aprendizaje se conoce como **no asociativo**, cuando ocurre ante la repetición de un estímulo, produciendo una disminución (habitación) o un aumento (sensibilización) de la respuesta previa a dicho estímulo. Cuando un zorro gris pampeano se encuentra en un hábitat con cazadores, este tipo de aprendizaje podría ocurrir al enfrentarse a frecuentes persecuciones, produciendo una sensibilización de la respuesta de huida. Sin embargo, que las persecuciones sean frecuentes en determinados campos, no significa que se efectúen repetidas veces sobre un mismo individuo. Por el contrario, con la utilización de armas de fuego, es razonable suponer que las persecuciones (o eventos de caza) no se efectúan más de una vez sobre cada individuo, o se efectúan pocas veces por imprecisión del cazador. Por lo tanto, si bien el aprendizaje no asociativo es posible dentro de los campos con caza, sería improbable debido a la eficiencia que posee la técnica de caza una vez detectado el individuo.

Otro proceso de aprendizaje es el **asociativo** mediante condicionamiento clásico, que ocurre ante la asociación de un estímulo neutro (condicionado) con un estímulo relevante (incondicionado). Luego de esta asociación, el estímulo condicionado producirá la respuesta que anteriormente solo hubiera producido el estímulo incondicionado (respuesta incondicionada). Para que un zorro gris pampeano aprenda a evitar a los cazadores mediante condicionamiento clásico, deberían cumplirse ciertos requisitos. Primero, debería tener la oportunidad de encontrarse con otro individuo, lo que es muy infrecuente. A su vez, el otro individuo debe ser muerto por un cazador (estímulo incondicionado), logrando el primero escapar del cazador. Por si esto fuera poco, el individuo sobreviviente debería asociar el hecho de la muerte de su conespecífico con algún signo del cazador (estímulo condicionado), el cual sea capaz de reconocer a la hora de entrar nuevamente en contacto con un cazador. Cuál sería la respuesta incondicionada ante la muerte de un conespecífico, puede ser un tema de investigación en sí mismo. A efectos de este trabajo, podemos suponer que en el muy corto plazo puede ser: huir, esconderse, quedarse quieto o enfrentar al cazador; siendo mayor en los últimos casos la probabilidad de morir. Finalmente, para que el aprendizaje ocurra debería ser reforzado por la repetición de los sucesos mencionados. Por lo tanto, el aprendizaje por condicionamiento clásico también sería improbable, debido no solo a la efectividad del método de caza, sino también a la muy baja probabilidad de que dos o más individuos se encuentren juntos.

Aparte de los procesos anteriores, el aprendizaje puede darse a partir de formas más complejas. Se habla de **aprendizaje social** en aquellos casos en que la presencia de un animal (o sus productos) puede influenciar en forma significativa el conocimiento adquirido por otro animal. De esta manera los zorros que viven en grupos pueden beneficiarse copiando comportamientos que otros miembros del grupo adquirieron a través de un proceso de ensayo y error como los mencionados anteriormente. Aquí es pertinente una distinción en el agrupamiento o no de los zorros pampeanos. Como ya se mencionó, la observación del zorro gris pampeano formando grupos es escasa, tanto por muestreos con cámaras trampa, como con transectas utilizando vehículos. Sin embargo, durante casi cuatro meses post-emergencia de las cuevas las crías permanecen acompañando a los adultos, conformando grupos familiares de 4 a 7 individuos (2 adultos y 2 a 5 crías). La vigilancia de las crías es una de las conductas observadas más frecuentemente, y los adultos de ambos sexos presentan defensa activa de las crías en algunos casos (Sassola 2012). Por ende, en este lapso de vida en grupo, se genera una ventana temporal en la cual las nuevas generaciones tienen la oportunidad de copiar ciertos comportamientos de las generaciones previas. De esta manera, si los adultos hubieran aprendido a huir de los cazadores (ya sea por procesos asociativos o no) podrían transmitir dicha conducta a sus crías, amplificando la ocurrencia del comportamiento de evitación y sin necesidad de que las crías interactúen con los

cazadores. Por lo tanto, el aprendizaje social es también posible, pero se dificulta por la necesidad de que previamente alguno de los adultos haya aprendido a huir de los cazadores.

Teniendo en cuenta distintos tipos conocidos de aprendizaje social, es posible reconocer potenciales efectos a distintos órdenes de selección de hábitat:

El ***copiado de área*** se da cuando un individuo aumenta la probabilidad de dirigir su comportamiento hacia un área determinada, si observa a otros individuos activos en dicha área. Si un zorro gris pampeano aprende por copiado de área, podría modificar la elección de su área de acción respecto de otro individuo, influyendo a un segundo orden de selección. Por copiado de área, un zorro también podría incrementar la intensidad de uso en alguno de los ambientes dentro del área de acción, afectando entonces al tercer orden de selección de hábitat. Incluso podría afectar el cuarto orden de selección, si los individuos que copian son capaces de reconocer los momentos del día en que los individuos copiados utilizan determinados hábitats, cambiando el patrón de actividad diaria.

El ***copiado de objetos*** se da cuando un individuo aumenta la probabilidad de dirigir su comportamiento hacia un objeto determinado, si observa a otros individuos dirigiendo su comportamiento hacia ese tipo de objetos. Si un zorro gris pampeano aprende por copiado de objetos, el nivel de selección al que influya dependerá de la distribución espacial de dichos objetos. Si por ejemplo, un zorro se alimenta de un determinado tipo de carroña, puede aumentar la probabilidad de que otros individuos incluyan este ítem en su imagen de búsqueda; influyendo así a un cuarto nivel de selección. Pero si la carroña está distribuida más frecuentemente en hábitat con cultivos o pastizales, el patrón de uso representaría una selección preferencial de los pastizales; influyendo entonces sobre el tercer nivel de selección.

AGRADECIMIENTOS

Al pueblo de la República Argentina, que mantiene como uno de sus ideales, el derecho a una educación pública, gratuita, autónoma, cogobernada, laica y masiva.

A la Universidad Nacional del Sur, y en particular al Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos que me recibió, a pesar de la distancia para emprender este trabajo. A su directora, la Dra. Emma Casanave. A la Lic. María de las Mercedes Guerisoli por hacer posible el trabajo de campo y compartirlo, y al Dr. Nicolás Caruso por su colaboración en los análisis estadísticos y la lectura crítica del documento original. Especialmente a la Dra. Estela Luengos Vidal, quien me guió con sus consejos, me escuchó durante decenas de extensas videoconferencias y me enseñó todo sobre nuestro querido zorro gris pampeano. Gracias Estela por recibirme en tu casa, por confiar en mí y por apoyarme en este camino.

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por la cantidad y calidad de los aprendizajes y las personas que encontré dentro de ella. A todos los investigadores que me apoyaron siendo alumno: Pablo Picca, por ser el primero que me abrió las puertas de su conocimiento y su humanidad; Majo Corriale y Débora Di Francescantonio por compartir mi primera experiencia de trabajo de campo; Nancy Andrioli, introducirme en la citogenética; Roberto Bó y Haidée Pizarro, por el entusiasmo y la pasión que transmiten a sus alumnos; Sole Fernandez quien siempre está para ayudar; Ricardo Gürtler y Javier López de Casenave, por sus sólidas enseñanzas de ecología, Lu (mi ayudante estrella) y a la gran cantidad de docentes, algunos excelentes, que dieron lo mejor de sí en mi preparación. Finalmente a María Busch, mi tutora, quien me alentó a hacer lo que me gusta, como esta tesis.

A ustedes compañeros y amigos míos: Esperanza, Nahue P., Clari, Anita, Yami, Juan F., Juan R.R., Caro, Migue, Maru, Nahue A., Leo, Marian, y a todos los que compartieron conmigo el entusiasmo, el compromiso y la dedicación por aprender juntos algo sobre la vida.

A mi escuela secundaria "El Cuba" que me recibió como docente y me dio la oportunidad de trabajar haciendo esta dura pero hermosa carrera. A mis antiguos y actuales compañeros que hacen del día a día un buen momento. Especialmente a mis alumnos, a quienes dedico día a día todo mi empeño.

Al Grupo Scout San Patricio, que me enseñó valores y saberes prácticos a partir del contacto con la gente y la naturaleza toda. A todos los guardo en mi 'corazón'.

A mi familia toda. A mi mamá y mis hermanos, que son y siempre serán mis grandes ejemplos. A mis primos, mis tíos y a la abuelita Mimí. Porque sin ellos no sería quien soy. Ellos saben cuánto los quiero. Gracias a mi medio herpido. Gracias Nati, amor mío, por aguantarme y alentarme siempre. Gracias por tu amor incondicional y por cuidar en tu vientre a Joaquín, a quien le daremos juntos lo mejor. Y quien sabe en un futuro a...

Gracias al azar o probablemente a Dios, por poner en mí camino a tanta gente maravillosa y a otra no tanto, que forjaron mi personalidad. Y por tener la extremadamente rara posibilidad de acceder a toda esta inmensa cantidad de conocimiento y educación, que se invirtió en mí desde el inicio de mis días. Ahora, me veo entonces en la más inmensa responsabilidad de hacer todo lo que sea posible para contribuir al desarrollo sustentable de este mundo. Comenzando por esta patria y en primera instancia por mi hogar, a los que dedicaré de manera incondicional, la pequeña porción que yo poseo de aquella maravillosa cosa que algún día me propuse estudiar: la vida.

Alejandro Daniel Santo Domingo
Jaguar Guía

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me dio dos luceros que cuando los abro
Perfecto distingo lo negro del blanco
Y en el alto cielo su fondo estrellado
Y en las multitudes el hombre* que yo amo.

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me ha dado el sonido y el abecedario
Con él las palabras que pienso y declaro
Madre amigo hermano y luz alumbrando,
La ruta del alma del que estoy amando.

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me ha dado la marcha de mis pies cansados
Con ellos anduve ciudades y charcos,
Playas y desiertos montañas y llanos
Y la casa tuya, tu calle y tu patio.

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me dio el corazón que agita su marco
Cuando miro el fruto del cerebro humano,
Cuando miro al bueno tan lejos del malo,
Cuando miro al fondo de tus ojos claros.

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me ha dado la risa y me ha dado el llanto,
Así yo distingo dicha de quebranto
Los dos materiales que forman mi canto
Y el canto de ustedes que es el mismo canto
Y el canto de todos que es mi propio canto.

Gracias a la vida

“Violeta Parra”

*léase, en este caso, la mujer...

