



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

**EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE PERROS (*Canis lupus familiaris*) DE
LIBRE DESPLAZAMIENTO EN DOS PARQUES NACIONALES COSTEROS
DE LA REGIÓN DE ATACAMA**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de
Concepción para optar al título profesional de Ingeniero en Conservación de
Recursos Naturales

POR: Raúl A. Castillo Madrid

Profesor Guía: Rafael García

Abril, 2024

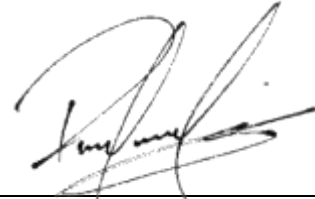
Concepción, Chile

© 2024, Raúl Antonio Castillo Madrid

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento

EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE PERROS (*Canis lupus familiaris*) DE
LIBRE DESPLAZAMIENTO EN DOS PARQUES NACIONALES COSTEROS
DE LA REGIÓN DE ATACAMA

Profesor Guía



Rafael Andrés García Araya

Colaborador Académico

Ingeniero Forestal, Dr.

Profesor Guía



Darío Alejandro Moreira Arce

Colaborador Externo

Biólogo Ambiental, PhD.

DEDICATORIA

Dedicado a mi padre por su esfuerzo inagotable, sacrificio y su crianza hacia mi persona. También para quienes quieran conocer una problemática contingente, que es parte de la realidad de la tercera región, buscando generar conciencia y reflexionar seriamente sobre la tenencia responsable de las mascotas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB) perteneciente al Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) y la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción por el apoyo y financiamiento otorgado para realizar esta investigación mediante el Proyecto ANID FB210006.

Agradezco afectuosamente a mis profesores colaboradores, Rafael Andrés García Araya y Darío Alejandro Moreira Arce por su disposición, paciencia y conocimiento. Los cuales me orientaron en la realización de este texto.

Agradezco a todos los integrantes del Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB) que conocí, compartimos, conversamos y sobre todo colaboraron con la revisión del texto y aportaron ideas para el diseño de este documento, especialmente al Dr. Eduardo Fuentes.

Agradezco a las amistades que me acompañaron en este proceso, a Fernanda Aburto, Matías Gutiérrez y Javiera Navarro. También a mi familia y mi novia por el cariño, apoyo recibido a lo largo de la vida y ánimo en la realización de este texto.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	9
2.1 Descripción del área de estudio	9
2.2 Colecta de datos.....	11
2.3 Análisis de datos	14
III. RESULTADOS.....	17
3.1 Detección de especies.....	17
3.1.1 Parque Nacional Pan de Azúcar	17
3.1.2 Parque Nacional Llanos de Challe	21
3.2 Relación perros y fauna nativa	25
3.2.1 Parque Nacional Pan de Azúcar	25
3.2.2 Parque Nacional Llanos de Challe	26
3.3 Análisis de Densidad de Kernel.....	28
3.3.1 Parque Nacional Pan de Azúcar	28
3.3.2 Parque Nacional Llanos de Challe	31
IV. DISCUSIÓN	33
V. CONCLUSIONES	37
VI. GLOSARIO	38
VII. BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables obtenidas en la sistematización de la información obtenida de los metadatos del muestreo con cámaras trampa.	14
Tabla 2. Número de registros independientes de cada especie y la cantidad de estaciones en las que estuvieron presente en el Parque Nacional Pan de Azúcar en los monitoreos con cámaras trampa entre los años 2018-2020.....	17
Tabla 3. Índice de Frecuencia Relativa (%) de cada especie presente en el Parque Nacional Pan de Azúcar desde el año 2018 a 2020.....	18
Tabla 4. Análisis Kruskal–Wallis de las comparaciones entre las especies estudiadas en los Parques Nacionales, Pan de Azúcar y Llanos de Challe.	19
Tabla 5. Análisis de Friedman (p-Valor), comparaciones de la tasa de captura fotográfica entre los años 2018 – 2020 para cada especie en el Parque Nacional Pan de Azúcar.	20
Tabla 6. Número de registros independientes de cada especie y la cantidad de estaciones en las que estuvieron presente en el Parque Nacional Llanos de Challe en los monitoreos con cámaras trampa entre los años 2019-2020.	21
Tabla 7. Índice de Frecuencia Relativa (%) de cada especie presente en el Parque Nacional Llanos de Challe desde el año 2019 al 2020.....	22
Tabla 8. Análisis de Friedman (p-Valor), comparaciones de la tasa de captura fotográfica entre los años 2019 – 2020 para cada especie en el Parque Nacional Llanos de Challe.	23
Tabla 9. Análisis de Friedman (p-Valor), comparaciones por pares entre las especies estudiadas en el Parque Nacional Pan de Azúcar entre los años 2018 - 2020.....	25
Tabla 10. Análisis de Friedman (p-Valor), comparaciones por pares entre las especies estudiadas en el Parque Nacional Llanos de Challe entre los años 2019 - 2020.....	27

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Distribución espacial de las cámaras trampas instaladas aleatoriamente en el Parque Nacional Pan de Azúcar (PNPDA) entre los años 2018 - 2020. ...	12
Figura 2. Distribución espacial de las cámaras trampas instaladas aleatoriamente en el Parque Nacional Llanos de Challe (PNLLCH) entre los años 2019 - 2020.	13
Figura 3. Tendencia de la tasa de detección fotográfica de los registros independientes para las especies <i>Canis lupus familiaris</i> , <i>Lama guanicoe</i> , <i>Lycalopex culpeaus</i> y <i>L. griseus</i> en el Parque Nacional Pan de Azúcar.....	20
Figura 4. Tendencia de la tasa de detección fotográfica de los registros independientes para las especies <i>Canis lupus familiaris</i> , <i>Lama guanicoe</i> , y <i>Lycalopex. griseus</i> en el Parque Nacional Llanos de Challe.	24
Figura 5. Comparación entre las medias de las especies según la tasa de captura fotográfica en el PNPDA en los años (a) 2018, (b) 2019, (c) 2020.	26
Figura 6. Comparación entre las medias de las especies según la tasa de captura fotográfica en el PNLLCH en los años (a) 2019, (b) 2020.	27
Figura 7. Áreas de mayor concentración de la tasa de captura fotográfica (N.º capturas/100 días-trampa) en el Parque Nacional Pan de Azúcar entre los años 2018 – 2020 para las especies (a) <i>Lycalopex griseus</i> , (b) <i>Lama guanicoe</i> , (c) <i>Lycalopex culpeaus</i> , (d) <i>Canis lupus familiaris</i>	30
Figura 8. Áreas de mayor concentración de la tasa de captura fotográfica (N.º capturas/100 días-trampa) en el Parque Nacional Llanos de Challe entre los años 2019 – 2020 para las especies (a) <i>Lama guanicoe</i> , (b) <i>Canis lupus familiaris</i> , (c) <i>Lycalopex griseus</i>	32

RESUMEN

En Chile, la presencia de perros de vida libre (*Canis lupus familiaris*) en áreas protegidas, especialmente en parques nacionales costeros, ha afectado a especies nativas como guanaco (*Lama guanicoe*), zorro chilla (*Lycalopex griseus*), y zorro culpeo (*Lycalopex culpeaus*). Al interior de áreas silvestres protegidas se han implementado diversas estrategias de manejo de esta especie exótica, incluido el monitoreo con cámaras trampa. Este estudio busca evaluar la presencia de perros de libre desplazamiento en dos áreas protegidas de la región de Atacama, P.N. Pan de Azúcar y P.N. Llanos de Challe, mediante el uso de cámaras trampa. Además, se compara la presencia abundancia de perro con la fauna nativa utilizando la tasa de captura fotográfica como índice de frecuencia relativa de estas especies. El guanaco fue la especie con mayor tasa de captura fotográfica en ambos parques. Además, se encontraron diferencias significativas entre los registros de estos con la presencia de perros. Existe una considerable superposición de las áreas de concentración de registros de perros y las otras especies nativas. Estos hallazgos sugieren que la presencia de perros podría estar ejerciendo un efecto negativo sobre la fauna nativa de estos parques, posiblemente por depredación, competencia y transmisión de enfermedades. Los resultados resaltan la importancia de estudiar, evaluar y gestionar la interacción entre perros y fauna nativa en áreas protegidas.

ABSTRACT

In Chile, the presence of free-roaming dogs (*Canis lupus familiaris*) in protected areas, especially in coastal national parks, has affected native species such as guanaco (*Lama guanicoe*), chilla fox (*Lycalopex griseus*), and culpeo fox (*Lycalopex culpeus*). Within protected wilderness areas, various management strategies for this exotic species, including camera trap monitoring, have been implemented. This study aims to evaluate the presence of free-roaming dogs in two protected areas of the Atacama region, N.P. Pan de Azúcar and N.P. Llanos de Challe, using camera traps. Additionally, it compares the presence and abundance of dogs with native fauna using the photographic capture rate as an index of the relative frequency of these species. The guanaco was the species with the highest photographic capture rate in both parks. Furthermore, significant differences were found between the records of guanacos and the presence of dogs. There is considerable overlap between the areas of concentration of records of dogs and other native species. These findings suggest that the presence of dogs could be having a negative effect on the native fauna of these parks, possibly through predation, competition, and disease transmission. The results highlight the importance of studying, evaluating, and managing the interaction between dogs and native fauna in protected areas.

I. INTRODUCCIÓN

Las especies exóticas, también conocidas como especies introducidas, alóctonas o foráneas, son aquellas que no pertenecen al lugar de manera natural, estas han sido transportadas generalmente por un vector atribuible a las actividades humanas (UICN, 2022). La introducción de estas especies a un nuevo territorio es una de las principales amenazas a la biodiversidad a nivel global (Seebens et al., 2017). Entre los impactos que pueden ocasionar se encuentran la depredación hacia especies nativas y competencia con estas, transmisión de enfermedades, alteración de hábitats, entre otros (Doherty et al., 2016).

Una de estas especies son los perros (*Canis lupus familiaris*) que han contribuido a la extinción de al menos 11 especies en el planeta, y estarían poniendo en peligro la persistencia de otras 188 especies, incluyendo mamíferos, aves, reptiles y anfibios (Doherty et al., 2017). No todos los individuos de esta especie impactan negativamente la biodiversidad (Contreras-Abarca et al., 2022) según la dependencia de las personas y el grado en que su conducta refleja una conexión con los ambientes antrópicos, se les ha categorizado como:

- Perros domésticos: ligados al cuidado humano que le provee suministro directo de alimento y refugio, necesarios para la vida del individuo y que logran interactuar de buena manera con el ambiente antrópico.

- Perros de libre desplazamiento o de vida libre: dependen de manera parcial del cuidado humano en cuanto a alimentación y refugio, debido a que logran obtener suministro de alimento en los ecosistemas, que además disponen de un rango de distribución amplio desenvolviéndose en ambientes antrópicos y naturales. Estos pueden ser perros sueltos, callejeros, abandonados y en proceso de ser asilvestrado.
- Perros asilvestrados: que viven en un estado completamente salvaje y libre, desligados del cuidado humano, sin suministro directo de alimentos o refugio proporcionado intencionalmente por este (Causey y Cude, 1980). Esta categoría sería la más perjudicial para la conservación de los ecosistemas.

Siguiendo lo señalado por Contreras-Abarca et al. (2022), se considera en esta investigación a los individuos de perros presentes al interior de las áreas de estudio como perros “de libre desplazamiento” o “de vida libre”

En Chile existen aproximadamente 3,4 millones de perros en la vía pública sin dueño conocido según estimaciones recientes (SUBDERE, 2022). Esto equivale a cerca de un perro por cada cinco habitantes, una de las tasas más altas a nivel mundial (Garde et al., 2022). Además, el perro asilvestrado es considerado una de las especies introducidas más dañinas para la fauna nativa (CONAF, 2013). Asimismo, un estudio en la zona centro-sur de Chile estimó que los perros en

entornos rurales mal alimentados predan (letal) o acosan (no letal) especies nativas como zorro chilla (*Lycalopex griseus*), la güiña (*Leopardus guigna*) y el pudú (*Pudu puda*) siendo un impacto significativo en las poblaciones de estas especies. Entre los efectos de las interacciones no letales en las especies nativas, se identificaron la restricción del uso del espacio y disminución en la tasa de natalidad de lagomorfos (Silva-Rodríguez y Sieving, 2011).

Los perros no solo se encuentran aledaños o inmersos en el espacio urbano o rural, sino que también en áreas dedicadas a la conservación de especies bajo algún grado de amenaza, como parques nacionales o reservas naturales.

Existe evidencia que los perros representan una seria amenaza para las especies nativas en áreas protegidas a nivel global (Doherty et al., 2017). Entre los impactos documentados se cuentan la depredación directa de especies de fauna, especialmente mamíferos medianos y pequeños. Sin embargo, faltan investigaciones sobre sus impactos en el largo plazo a nivel poblacional y en la estructura de comunidades. Asimismo, se requiere cuantificar en mayor detalle su efecto relativo frente a otras amenazas, e identificar umbrales poblacionales que representan riesgo. Un desafío clave es desarrollar e implementar estrategias efectivas de manejo y control de perros en áreas protegidas que sean viables en el contexto local, como la determinación de las zonas que mayor frecuencia de perros, que aportaría a mayores éxitos de captura de individuos.

En síntesis, si bien el rol de los perros como amenaza es indiscutible, aún hay brechas importantes en la investigación para dimensionar y mitigar sus impactos sobre la biodiversidad protegida.

El SNASPE cuenta actualmente con 107 unidades, que abarcan una superficie total de más de 18,7 millones de hectáreas, equivalentes al 21% del territorio nacional en las que se divide en 43 parques nacionales, 46 reservas nacionales y 18 monumentos naturales (CONAF, 2024). Estas áreas protegidas se distribuyen a lo largo del país, abarcando distintos ecosistemas terrestres y marinos, desde los desiertos del norte hasta los bosques subantárticos del sur. Cabe destacar que un 67,8% de la superficie que se encuentra cubierta con bosque nativo, se concentra desde la región de Los Lagos al sur (Ministerio del Medio Ambiente, 2022). Por otro lado, existe una baja representación de ecosistemas desérticos y xerofíticos protegidos por algún ASP, con solo un 1,02% protegido y un $\geq 23,6\%$ de su superficie total, respectivamente (Pliscoff, 2020). Algunos ecosistemas xerofíticos no se encuentran protegidos, mientras otros si lo están. Con el fin de monitorear la biodiversidad en estas áreas, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), organismo responsable de su administración, implementa un programa que contempla el uso de cámaras trampa, entre otras metodologías. Este monitoreo busca generar información que apoye la toma de decisiones y adaptación en el manejo de las áreas protegidas frente a presiones y amenazas a la biodiversidad.

El monitoreo mediante cámaras trampa en estas áreas ha permitido registrar la presencia de especies amenazadas como el guanaco, el zorro chilla, el zorro culpeo (*Lycalopex culpeus*), el puma (*Puma concolor*) y el gato colocolo (*Leopardus colocolo*), así como detectar presiones sobre la biodiversidad como la presencia de perros. Este tipo de información es clave para implementar medidas de conservación en estos frágiles ecosistemas del norte árido del país.

Se ha registrado un aumento en la presencia de perros producto del abandono en zonas rurales, los cuales ingresan a las Áreas Silvestres Protegidas del Estado (ASP) y sobreviven alimentándose de especies nativas, además pueden transmitir enfermedades infecciosas a otras especies (CONAF, 2013). El 86% de las unidades que integran el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) presenta presencia de perros y gatos (CONAF, 2017). se está realizando un control efectivo de perros al interior de las ASP, como una de las estrategias de conservación del guanaco (*Lama guanicoe*) para permitir la recuperación natural de sus poblaciones (CONAF, 2013). La estructura social de los guanacos generalmente es mediante grupos familiares territoriales, grupos de machos no territoriales e individuos machos solitarios en búsqueda de establecerse en un territorio, individuos viejos o heridos (Franklin, 1982). Estos poseen estrategias para estar alerta de posibles depredadores (véase Caro et al., 2004), como la “inspección de depredadores”, donde el depredador perdería

el factor sorpresa. Aunque es probable que hayan perdido estrategias defensivas para depredadores que persigan en grupos (Root-Bernstein & Svenning, 2016). Por lo que no están exentos de la depredación de los perros de vida libre, los cuales podrían alertar y desplazar a grupos de guanacos y atacar solo a los individuos solitarios. Por otro lado, los perros asilvestrados cazan en grupos, representando un mayor riesgo en las poblaciones de Guanacos (Farías et al., 2010). Por lo que es importante hacer estudios del impacto de esta especie en los parques nacionales costeros de la región de Atacama, ya que solo en el Parque Nacional Llanos de Challe han registrado más de 30 guanacos muertos por ataques de perros en menos de un año (CONAF, 2017). Además, la transmisión de enfermedades más evidente en las ASP es la sarna y el distemper canino desde los perros a los zorros (CONAF, 2017).

En el norte de Chile, la región de Atacama destaca por su alto nivel de endemismo y diversidad de especies adaptadas a condiciones desérticas. Entre las áreas protegidas de esta región se cuentan los parques nacionales Pan de Azúcar, Llanos de Challe en la zona costera y Nevado Tres Cruces en la zona cordillerana. El matorral desértico de Atacama que cubre gran parte del territorio genera que el perro deba recurrir a otras estrategias de sobrevivencia como es el incorporar en su dieta cactáceas endémicas en categoría de conservación en el norte de Chile. El perro tiene preferencia en dañar a individuos de *Copiapoa coquimbana* para alimentarse por las características nutricionales al interior de

esta especie, en comparación con las otras cactáceas estudiadas que no tuvieron la misma proporción de daño (Carevic y Barrientos, 2022).

En este sentido también se han establecido otras soluciones mediante los planes de manejos en las áreas protegidas como el muestreo mediante el uso de cámaras trampa. El propósito de este estudio es evaluar la presencia de perros y su impacto sobre mamíferos nativos, en dos áreas protegidas costeras de la región de Atacama, mediante el uso de cámaras trampa. Además, con el fin de identificar las zonas en las que se concentran los mayores registros en estos años, se utilizó la tasa de captura fotográfica que tiene potencial como un índice de frecuencia y que relaciona los registros independientes de cada especie en el área con el esfuerzo de muestreo.

Se hipotetiza que la presencia de perros de libre desplazamiento en los parques nacionales costeros de la región de Atacama influye negativamente en la presencia de la fauna nativa. El objetivo de este trabajo es determinar el patrón espacial de la densidad de presencia del perro, el guanaco, el zorro chilla y el zorro culpeo, a través de los años mediante la tasa de captura fotográfica. En específico se buscó i) determinar la frecuencia relativa de cada especie para conocer cuál de estas predomina en el ecosistema, ii) estimar por medio de la tasa de captura fotográfica la tendencia en la detección de las especies y iii)

confeccionar un mapa para la representación gráfica las áreas de mayor concentración de la tasa de captura fotográfica del perro y la fauna a estudiar.

II. METODOLOGÍA

2.1 Descripción del área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en la zona costera de la región Atacama, correspondiente al norte chico de Chile, específicamente en los Parques Nacionales Pan de azúcar y Llanos de Challe.

El Parque Nacional Pan de Azúcar (en adelante, PNPDA), que se encuentra emplazado entre las comunas de Chañaral y Taltal, el cual fue creado el 7 de octubre de 1985, presenta una extensión de 43.754 ha, y en él posee ecosistemas marinos donde existen islotes denominados “Las Chatas”, ecosistema costero y terrestre. Presenta un plan de manejo que data de 2018. Posee un endemismo caracterizado por elementos de la familia de las cactáceas, con más de 18 especies en la unidad, algunas de las cuales forma comunidades casi puras, destacando *Copiapoa grandiflora*, *Copiapoa columna alba*, *Copiapoa longistaminea* y *Copiapoa lauii* (CONAF, 2023). En sus ecosistemas, se registran 235 especies diferentes de flora y fauna (SIMBIO, 2023). Dentro de las cuales se presentan, el chungungo (*Lontra felina*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) en la zona costera, además de la presencia de zorro culpeo y guanaco.

El Parque Nacional Llanos de Challe (en adelante, PNLLCH) pertenece exclusivamente a la comuna de Huasco, presenta una superficie de 45.708 ha y fue creado legalmente a través del DS n.º 946 de 1994, del Ministerio de Bienes Nacionales, con la finalidad de proteger la formación vegetal desierto costero del Huasco (CONAF, 2023). En el área circundante se emplazan diversos poblados y “caletas” y su plan de manejo fue creado en 1997. Se tiene registro de 220 especies distintas entre fauna y flora (SIMBIO, 2023). Donde característicamente hay presencia de zorros culpeos, zorros chilla, guanaco y se ha registrado actualmente presencia de puma y gato colocolo mediante cámaras trampa.

Según la clasificación climática de Köppen esta región presenta el clima desértico frío BWk (IDE, 2017). La comuna de Chañaral, donde esta inserto el Parque Nacional Pan de Azúcar, posee una precipitación de 10 mm al año, concentradas en el mes de Mayo, su temperatura media anual es 15,8 °C donde la máxima se registra en el mes de Febrero y en Julio se presenta las más baja. La humedad relativa más baja corresponde en Agosto con un 68,97% y la más alta se registra en Abril con un 75,84%. El Parque Nacional Llanos de Challe, ubicado en la comuna de Huasco posee un clima desértico cálido BWk con una precipitación es de 32 mm al año, concentradas en el mes de Junio, su temperatura media anual es 17,1 °C donde su máxima y mínimas corresponden a los mismos meses que la comuna anteriormente mencionada, la humedad relativa más alta se registró en Abril de un 68,84% y la más baja se registró en Julio con un 60,20%.

El paisaje correspondiente a esta región las coberturas predominantes corresponden a ciudades situadas en la zona costera, donde la capital regional se sitúa al interior con un predominante gradiente de zonas rurales de uso agrícola y vitivinícola. En el sector de Copiapó y sus alrededores se presentan el matorral desértico y el matorral bajo desértico. (Universidad Católica de Temuco, 2022). Además de humedales estuarinos en el intermareal, palustres andinos emergentes, ribereños permanentes y temporales y tranques artificiales.

2.2 Colecta de datos

Se obtuvo registros fotográficos de la fauna presente en el área entre los años 2018-2020 en el PNPDA y entre los años 2019-2020 en el PNLLCH, mediante el uso de cámaras trampa que fueron instaladas por personal de CONAF y guardaparques de las diferentes ASP (Figuras 1 y 2). Cada unidad fue estructurada espacialmente en cuadrantes de un km, se seleccionaron aleatoriamente estos para la instalación de las cámaras considerando las condiciones topográficas y la superficie de cada parque nacional. Las cámaras permanecieron activas durante 30-71 noches lo cual varió según el área protegida (CONAF, 2018; CONAF, 2019; CONAF,2020). Para este estudio, únicamente se incluyeron los registros de mamíferos medianos y grandes

capturados por las cámaras trampa, siendo guanaco, zorro chilla, zorro culpeo y perros.

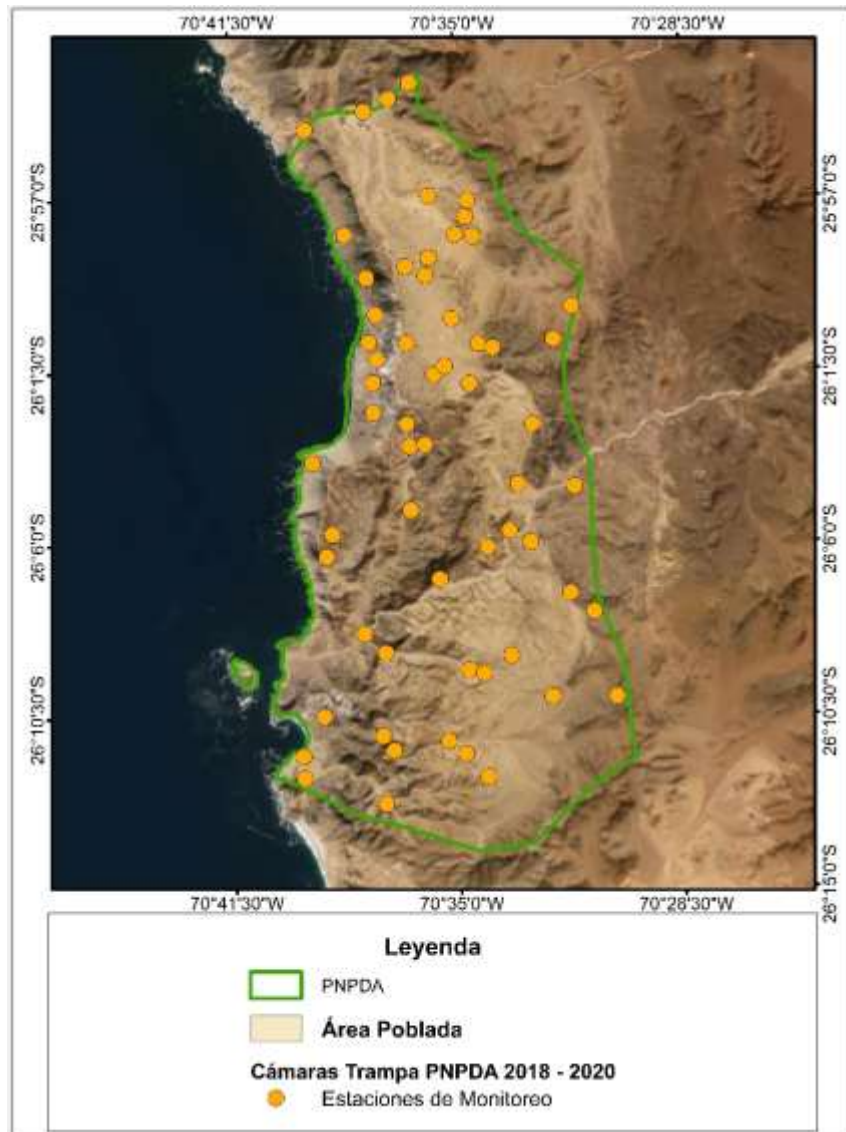


Figura 1. Distribución espacial de las cámaras trampa instaladas aleatoriamente en el Parque Nacional Pan de Azúcar (PNPDA) entre los años 2018 - 2020.

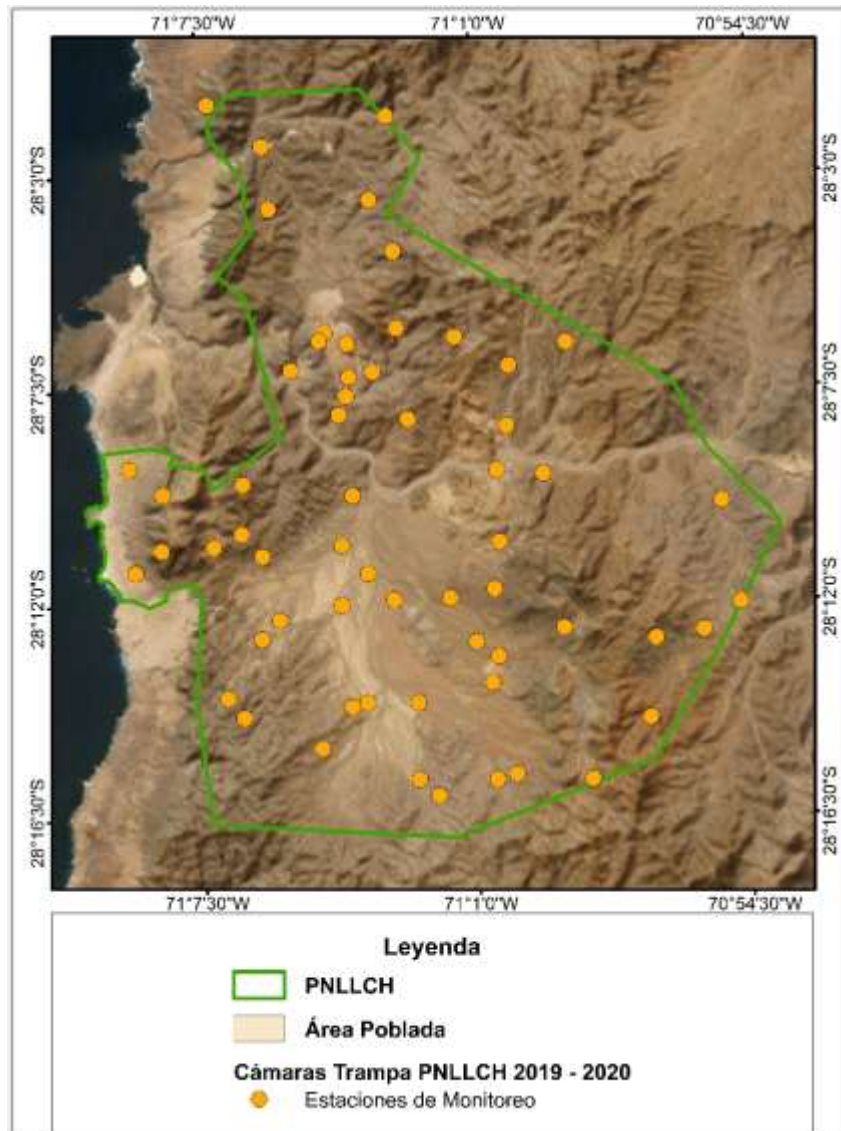


Figura 2. Distribución espacial de las cámaras trampa instaladas aleatoriamente en el Parque Nacional Llanos de Challe (PNLLCH) entre los años 2019 - 2020.

Se excluyeron las detecciones de otros grupos taxonómicos como aves, lagomorfos, reptiles y roedores debido a las dificultades en la identificación

precisa de la especie correspondiente a partir de las fotografías obtenidas. De esta manera, también se excluyeron las detecciones correspondientes a ganado como burros que presentaron para un solo año y en una única ASP, lo cual no aportaría al análisis realizado.

2.3 Análisis de datos

Se recopiló la información de todos los años de monitoreo en una base de datos separada para cada parque nacional. Esta base de datos incluyó varias variables que fueron utilizadas en la investigación y también facilitaron la organización y el análisis de la información (Tabla 1).

Tabla 1. Variables obtenidas en la sistematización de la información obtenida de los metadatos del muestreo con cámaras trampa.

Nombre de la estación de muestreo	Número de días activa	Total de registros independientes por cámara	Tasa de captura fotográfica
Código asignado por cuadrante	$\Delta t - 1$	Sumatoria de los registros independientes	$\frac{\text{N.º fotografías independientes}}{\text{N.º de días de trampa}} * 100$

La variable “Total de registros independientes por cámara” corresponde a la sumatoria de los registros independientes de cada especie por cada estación de muestreo. Se consideraron como registros independientes a aquellos registros de individuos con una diferencia 60 min entre capturas fotográficas en la misma unidad de muestreo (i.e. cámara) para clasificar como un individuo diferente para

una misma especie. Con este valor se determinó en términos de abundancia la especie con más individuos en los años del estudio. También, se utilizó el “número de estaciones de cámaras trampa”, para el cálculo de la proporción en la detección de individuos registrados por unidad, para determinación de la especie con la mayor detección y si registró variación entre los años estudiados, en las ASP. Además, con esta variable (“Total de registros independientes por cámara”) se calculó el índice de frecuencia relativa para determinar la proporción de cada especie en cada área protegida en los años de estudio.

La “tasa de captura fotográfica” (Tabla 1) definida por (Rovero y Marshall, 2009) o también “índice de frecuencia relativa (RAI, según sus siglas en inglés)” es el número de registros independientes por cada 100 días de cámaras trampa de una especie. Se ha ocupado para comparar la frecuencia relativa entre especies, monitorear cambios temporales en esta y comparar la frecuencia entre áreas geográficamente separadas (O’Brien, 2011). En este estudio se utilizó con el enfoque principal de evaluar la tendencia en la detección y la predominancia de las distintas especies en el tiempo.

Para determinar si existen diferencias entre la tasa de captura fotográfica (variable dependiente) a través de los años para cada área de estudio se analizó mediante un análisis no paramétrico de Kruskal–Wallis utilizando un intervalo de confianza del 95%. Para evidenciar significancias entre las distintas especies y

cada año de este estudio, se realizó una prueba de análisis post-hoc de Friedman. Para determinar que pares específicos de especies presentaron diferencias significativas en la tasa de captura fotográfica, además se comparó las significancias de esta variable entre los diferentes años, para cada especie.

Se utilizó la variable “tasa de captura fotográfica” en cada año de monitoreo, por cada parque para un análisis con la herramienta “Kernel Density” en el software ArcGIS. Se determinó en base a nueve categorías de intervalos iguales, las áreas de mayor concentración de la tasa de captura fotográfica en un radio de cinco km, los valores obtenidos se podrían relacionar con la cantidad real de individuos de una especie (Rovero y Marshall, 2009). Los resultados que se obtuvieron de las zonas de mayor concentración podrían indicar la especie registrada con mayor frecuencia en cada año del estudio y además el cambio de la ubicación espacial en la que se concentrarían mayoritariamente como la densidad de presencia de las especies.

III. RESULTADOS

3.1 Detección de especies

3.1.1 Parque Nacional Pan de Azúcar

Se obtuvo la cantidad de registros independientes y el número de estaciones con registro de las diferentes especies, donde los mayores registros independientes fueron de guanacos, a excepción del año 2018 en el PNPDA, donde predominó el zorro chilla que fue la segunda especie con mayores registros, la tercera fue el zorro culpeo y finalmente el perro (Tabla 2).

Tabla 2. Número de registros independientes de cada especie y la cantidad de estaciones en las que estuvieron presente en el Parque Nacional Pan de Azúcar en los monitoreos con cámaras trampa entre los años 2018-2020.

Especie	N.º Estaciones de Cámaras Trampa			N.º de registros independientes		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Zorro Chilla	36	15	11	116	34	17
Zorro Culpeo	4	4	6	11	6	9
Perro	3	2	6	4	2	6
Guanaco	20	19	21	66	81	61

El índice de frecuencia relativa indica cuáles especies predominan proporcionalmente sobre las demás. La mayoría de los años de evaluación,

guanaco alcanzó los valores más altos, seguida por el zorro chilla (mayor en el año 2018), el zorro culpeo y finalmente el perro (Tabla 3).

Tabla 3. Índice de Frecuencia Relativa (%) de cada especie presente en el Parque Nacional Pan de Azúcar desde el año 2018 a 2020.

Especies	Frecuencia Relativa 2018	Frecuencia Relativa 2019	Frecuencia Relativa 2020
Zorro Chilla	58,88	27,64	18,28
Zorro Culpeo	5,58	4,88	9,68
Perro	2,03	1,63	6,45
Guanaco	33,50	65,85	65,59

Se obtuvo que el perro, en el año 2018 se le detectó en tres cámaras (5,17%) presentado una tasa promedio de 0,22 capturas/100 días-trampa (Tabla 2). La detección disminuyó a dos de estas para el 2019 y en el año 2020 aumentó a seis cámaras (10,16%) con un promedio de 0,14 capturas/100 días-trampa. También de manera similar lo hizo el guanaco, el cual se presentó en 20 cámaras trampa (34,48%) con una tasa promedio de 3,67 capturas/100 días-trampa para el año 2018. Lo cual disminuyó en una cámara trampa en el 2019 con un promedio de 1,74 capturas/100 días-trampa y en el año 2020 aumentó a 21 de estas (35,59%) presentando un promedio 1,45 capturas/100 días-trampa, aunque se evidenció que en estos años fue la especie con mayor tasa promedio de captura fotográfica. El zorro culpeo entre los años 2018-2019, se registró en cuatro cámaras (6,78%) con una tasa promedio para el primer año de 0,61 capturas/100 días-trampa y de 0,14 capturas/100 días-trampa para el segundo.

Los registros aumentaron a seis cámaras (10,16%) en el año 2020 con un promedio de 0,24 capturas/100 días-trampa. En cambio, el zorro chilla disminuyó su detección en el área de 36 cámaras trampa (65,51%) con un promedio 6,45 capturas/100 días-trampa para el año 2018 (siendo la mayor tasa promedio de captura fotográfica para este año) a 11 de estas (18,64%) en el año 2020 y un promedio de 0,40 capturas/100 días-trampa. En los tres años de monitoreo en esta área protegida, la tasa promedio de registro entre especie fue estadísticamente significativa (todos los casos $p < 0,05$) (Tabla. 4).

Tabla 4. Análisis Kruskal–Wallis de las comparaciones entre las especies estudiadas en los Parques Nacionales, Pan de Azúcar y Llanos de Challe.

Año	PNPDA		PNLLCH	
	X ²	p-Valor	X ²	p-Valor
2018	61,64	< 0.001	-	-
2019	24,444	< 0.001	40,905	< 0.001
2020	18,26	< 0.001	65,058	< 0.001

Al comparar esta variable para cada especie por separado entre los años del estudio (Tabla 5), se encontraron diferencias significativas solo entre los registros del zorro chilla para el año 2018, con los obtenidos para el año 2019 ($p < 0,001$) y con los del año 2020 ($p < 0,001$), las cuales se pueden apreciar de forma gráfica (Figura. 3).

Tabla 5. Análisis de Friedman (p-Valor), comparaciones de la tasa de captura fotográfica entre los años 2018 – 2020 para cada especie en el Parque Nacional Pan de Azúcar.

Especie	2018 VS 2019	2018 VS 2020	2019 VS 2020
Chilla	< 0,001	< 0,001	1,00
Culpeo	0,42	1,00	1,00
Guanaco	0,382	0,065	1,00
Perro	0,84	1,00	0,32

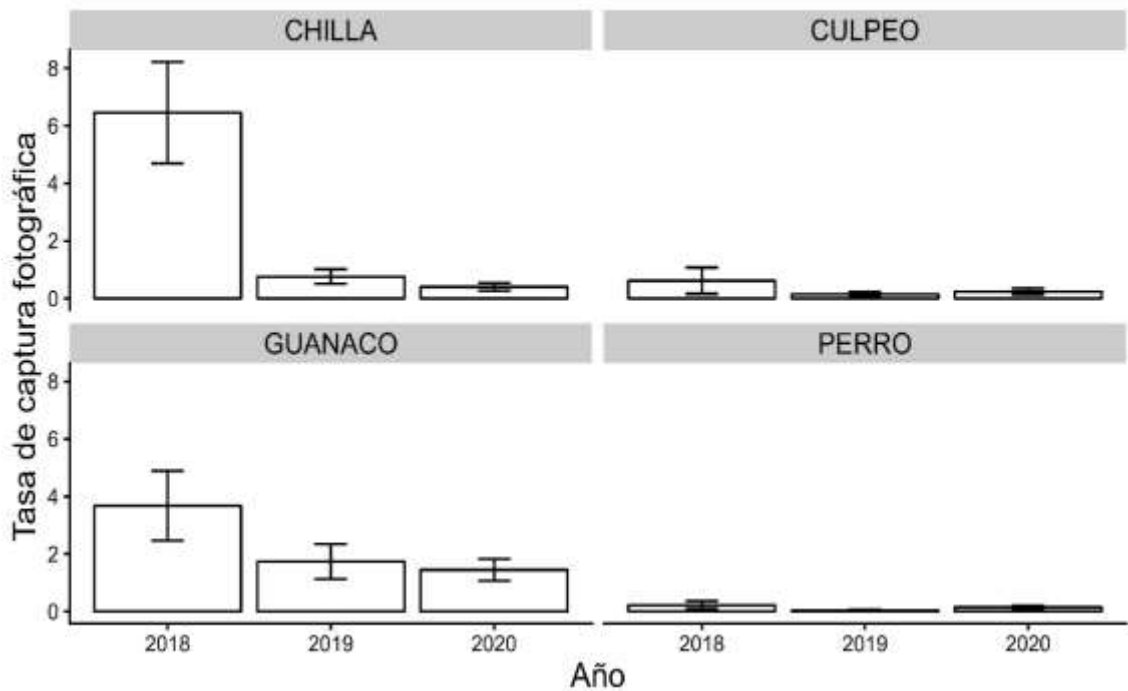


Figura 3. Tendencia de la tasa de detección fotográfica de los registros independientes para las especies *Canis lupus familiaris*, *Lama guanicoe*, *Lycalopex culpeaus* y *L. griseus* en el Parque Nacional Pan de Azúcar.

3.1.2 Parque Nacional Llanos de Challe

Respecto a los registros independientes en esta ASP, no hubo diferencias entre ambos años del estudio, siendo los mayores de guanacos, seguidos por el zorro chilla, luego el perro y en último lugar el gato colocolo (Tabla. 6)

Tabla 6. Número de registros independientes de cada especie y la cantidad de estaciones en las que estuvieron presente en el Parque Nacional Llanos de Challe en los monitoreos con cámaras trampa entre los años 2019-2020.

Especie	N.º Estaciones de Cámaras Trampa		N.º de registros independientes	
	2019	2020	2019	2020
Zorro Chilla	21	22	64	49
Colocolo	2	0	2	0
Perro	7	4	36	7
Guanaco	39	45	247	290

En base a la frecuencia relativa, la especie que predomina proporcionalmente sobre las demás en esta ASP fue el guanaco, seguida por el zorro chilla, luego el perro y finalmente gato colocolo (Tabla. 7).

Tabla 7. Índice de Frecuencia Relativa (%) de cada especie presente en el Parque Nacional Llanos de Challe desde el año 2019 al 2020.

Especies	Frecuencia Relativa 2019	Frecuencia Relativa 2020
Zorro Chilla	18,34	14,16
Gato Colocolo	0,57	0,00
Perro	10,32	2,02
Guanaco	70,77	83,82

Los perros presentaron un porcentaje de detecciones en las cámaras trampas del 11,86% equivalente a siete unidades con una tasa promedio de 1,91 capturas/100 días-trampa (Tablas 6). Lo cual disminuyó en el siguiente año a cuatro cámaras (7,54%) y con un promedio de 0,26 capturas/100 días-trampa. No obstante, la fauna nativa experimentó un aumento en la detección, el zorro chilla en 2019 fue detectado en 21 cámaras trampa (35,59%) con un promedio de 3,40 capturas/100 días-trampa. Lo que aumentó a 22 de estas en el año 2020 (41,50%) y con promedio de 2,50 capturas/100 días-trampa. En cambio, el guanaco para el 2019 se registró en 39 cámaras trampa (66,10%) con una tasa promedio de 13,08 capturas/100 días-trampa. Los registros aumentaron a 45 cámaras (84,90%) en el año 2020 con un promedio de 12,96 capturas/100 días-trampa, se determino que para los años del estudio esos presentaron la mayor tasa promedio de captura fotográfica. Importante destacar que la presencia de gato colocolo registrado solo el año 2019 en dos cámaras (3,38%) con una tasa promedio de 0,10 capturas/100 días-trampa. En los dos años de monitoreo en

esta área protegida, la tasa promedio de registro entre especie fue estadísticamente significativa (todos los casos $p < 0,05$) (Tabla. 4).

Se destaca que para cada especie no se presentaron diferencias significativas (todos los casos $p > 0,05$) en sus registros independientes por separado en ambos años del estudio (Tabla 8), lo cual se puede apreciar de forma gráfica (Figura. 4).

Tabla 8. Análisis de Friedman (p-Valor), comparaciones de la tasa de captura fotográfica entre los años 2019 – 2020 para cada especie en el Parque Nacional Llanos de Challe.

Especie	2019 VS 2020
Chilla	0,27
Guanaco	0,70
Perro	0,18

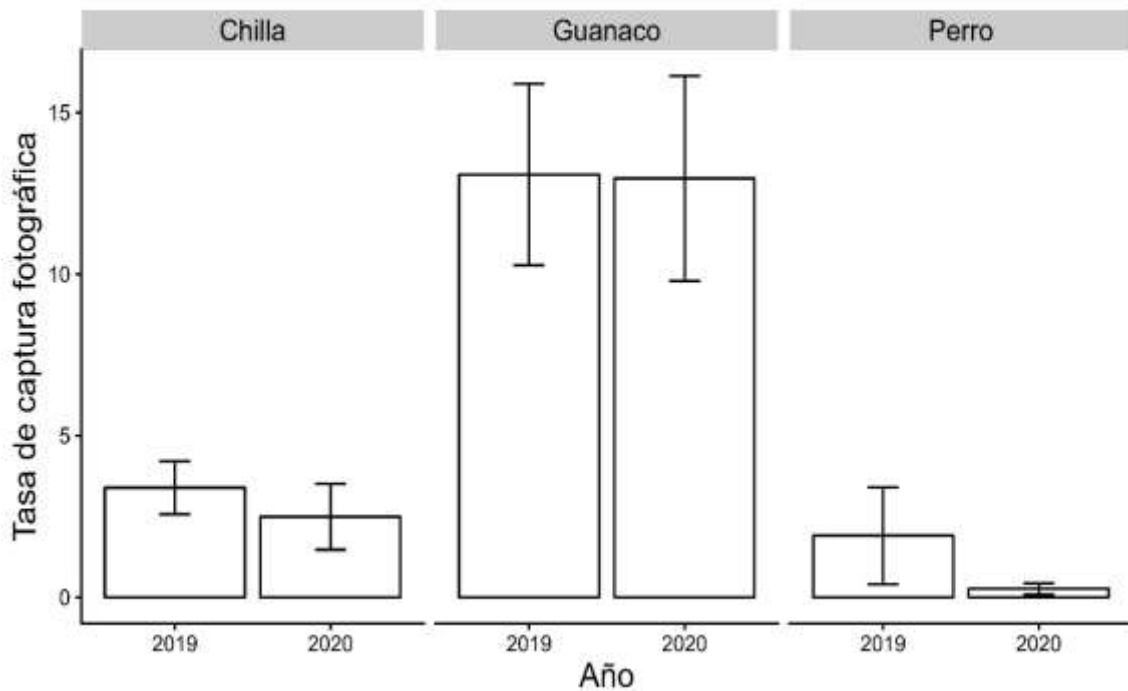


Figura 4. Tendencia de la tasa de detección fotográfica de los registros independientes para las especies *Canis lupus familiaris*, *Lama guanicoe*, y *Lycalopex. griseus* en el Parque Nacional Llanos de Challe.

3.2 Relación perros y fauna nativa

3.2.1 Parque Nacional Pan de Azúcar

En base a los resultados obtenidos del análisis post-hoc de Friedman, para el año 2018 se registró una variación en la tasa de captura fotográfica. Siendo zorro chilla el que difiere significativamente del perro ($p < 0,001$), lo cual se repitió en el año 2019 ($p = 0,01$). Se evidenció que los guanacos difirieron de manera significativa del perro ($p \leq 0,0012$) en todo el periodo del estudio (Tabla 9, Figura 5)

Tabla 9. Análisis de Friedman (p-Valor), comparaciones por pares entre las especies estudiadas en el Parque Nacional Pan de Azúcar entre los años 2018 - 2020.

Año	Especie	Chilla	Culpeo	Guanaco	Perro
2018	Perro	< 0,001	1,00	0,0012	-
2019	Perro	0,0125	1,00	< 0,001	-
2020	Perro	0,3099	1,00	0,0011	-

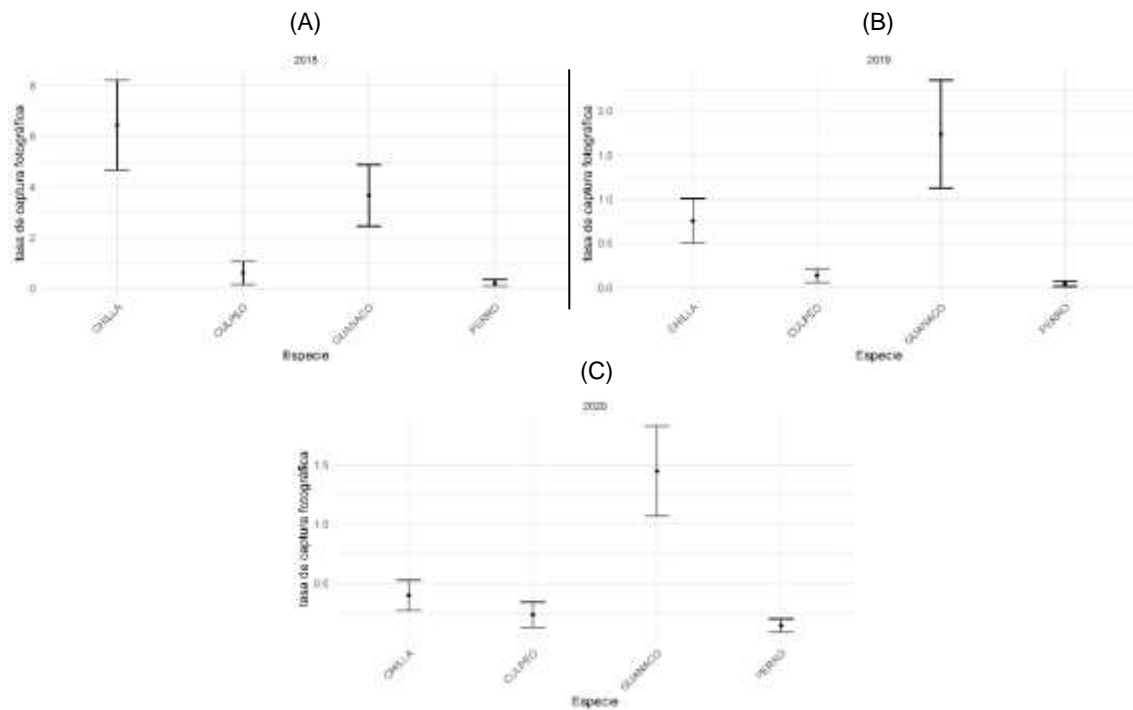


Figura 5. Comparación entre las medias de las especies según la tasa de captura fotográfica en el PNPDA en los años (a) 2018, (b) 2019, (c) 2020.

3.2.2 Parque Nacional Llanos de Challe

El análisis de Friedman determinó que el guanaco difiere significativamente de perro ($p < 0,001$) y este último a su vez difirieron del zorro chilla ($p = 0,0196$) en el año 2019. Mientras que para el año 2020 no hubo variación en las diferencias obtenidas mediante la tasa de captura fotográfica (Tabla 10, Figura 6).

Tabla 10. Análisis de Friedman (p-Valor), comparaciones por pares entre las especies estudiadas en el Parque Nacional Llanos de Challe entre los años 2019 - 2020.

Año	Especie	Chilla	Guanaco	Perro
2019	Perro	0,0196	< 0,001	-
2020	Perro	0,0023	< 0,001	-

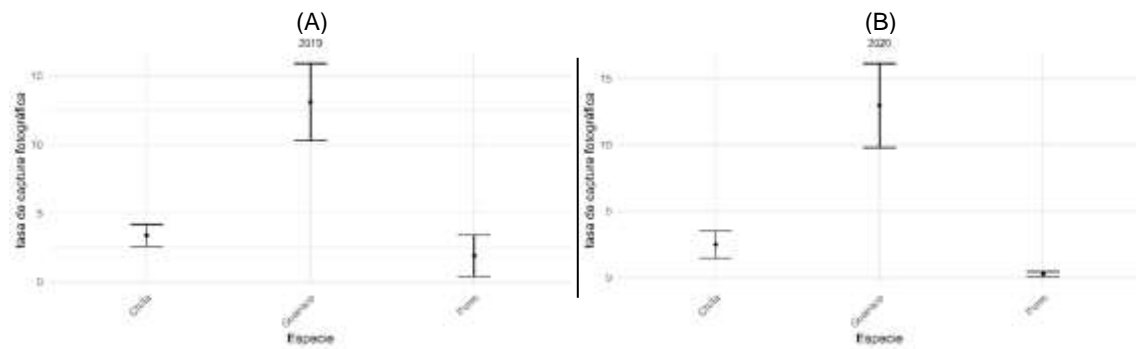


Figura 6. Comparación entre las medias de las especies según la tasa de captura fotográfica en el PNLLCH en los años (a) 2019, (b) 2020.

3.3 Análisis de Densidad de Kernel

3.3.1 Parque Nacional Pan de Azúcar

Los resultados obtenidos mediante la Densidad de Kernel revelaron patrones espaciales distintos para las diferentes especies estudiadas y en cada año del estudio, el modelo indico que estas frecuentaron todo el PNPDA (Figura. 7).

El zorro chilla en el año 2018, presentó áreas de concentración separadas en el sur y el norte con mayor índice de frecuencia (4,07 a 4,64 capturas/100 días-trampa). Lo cual se repitió para el año 2019 con una tasa de 0,62 a 0,70 capturas/100 días-trampa y se invirtió en el año 2020 con el área de mayor índice de frecuencia en el sur (con 0,26 a 0,29 capturas/100 días-trampa) (Fig. 7a).

Por otro lado, los guanacos exhibieron una distribución que abarcaba desde el norte hasta el sur del ASP en el año 2018, su mayor concentración se ubicó en el centro-norte con una tasa de 3,02 a 3,35 capturas/100 días-trampa. Para el año 2019 se ubicaron en la franja que iba del centro el sector sur, con su mayor concentración ubicada al oeste del Parque Nacional con una tasa de 1,11 a 1,23 capturas/100 días-trampa. En el año 2020 nuevamente se distribuyeron de norte a sur del ASP, donde presento dos zonas con mayor captura fotográfica ubicadas

en el suroeste y sur ambas con una tasa de 0,66 a 0,73 capturas/100 días-trampa (Fig. 7b).

La presencia de zorro culpeo se limitó a la costa del Parque Nacional, para el año 2018 estos tuvieron una zona con mayor concentración en el suroeste, la cual presento una tasa de 0,89 a 0,99 capturas/100 días trampa. En el año 2019 estos se presentaron en el norte y en el sector suroeste con mayor índice de frecuencia (0,21 a 0,23 capturas/100 días-trampa). Lo cual se mantuvo para el año 2020 con una tasa de 0,16 a 0,18 capturas/100 días-trampa (Fig. 7c).

Finalmente, los perros mostraron una mayor concentración en la zona central del ASP en el año 2018 con una tasa de 0,22 a 0,25 capturas/100 días-trampa, la cual estaba colindante a las del zorro chilla y el guanaco. Para el año 2019 esta área se presentó en la zona sureste con una tasa de 0,05 capturas/100 días-trampa, no coincidiendo con las especies nativas. Por otro lado, en el año 2020 su zona de mayor índice de frecuencia (0,09 a 0,10 capturas/100 días-trampa) se presentó en el sector suroeste, coincidiendo con las de los zorros culpeo y chilla (Fig. 7d).

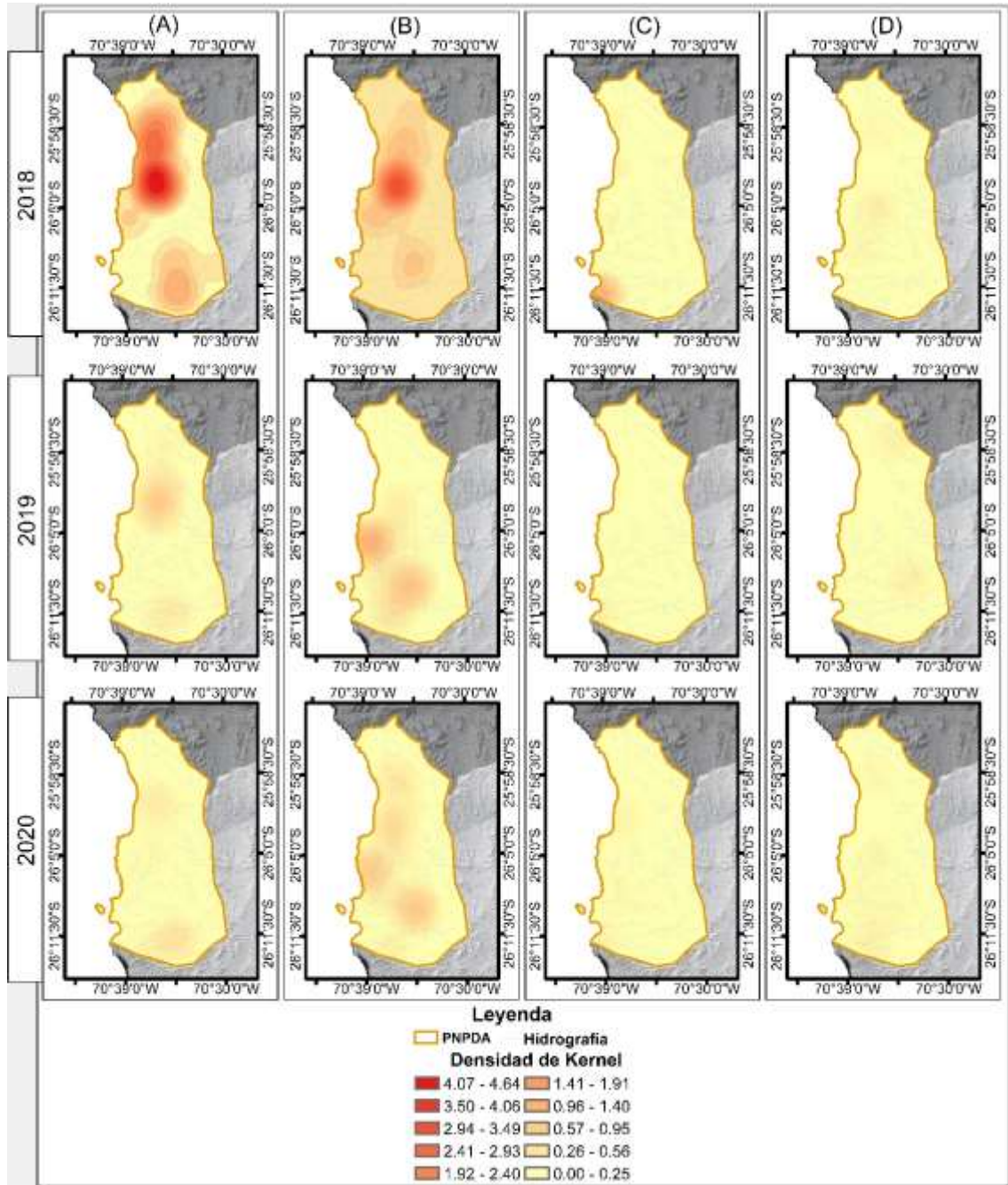


Figura 7. Áreas de mayor concentración de la tasa de captura fotográfica (N.º capturas/100 días-trampa) en el Parque Nacional Pan de Azúcar entre los años 2018 – 2020 para las especies (a) *Lycalopex griseus*, (b) *Lama guanicoe*, (c) *Lycalopex culpeus*, (d) *Canis lupus familiaris*.

3.3.2 Parque Nacional Llanos de Challe

Existe un gran contraste entre las áreas de mayor concentración de registros independientes en el PNLLCH (Figura. 8), al graficar la media de su tasa de registros fotográficos dentro de este reveló patrones espaciales con poca coincidencia. En el caso de los guanacos exhibieron zonas de alta concentración de registros independientes distribuidas en todo el ASP, pudiéndose identificar para el año 2019 en el noroeste el área con mayor índice de frecuencia (5,17 – 5,73 capturas/100 días-trampa). Por otro lado para el año 2020, la zona que presento mayor índice de frecuencias se ubicó en el centro-sur con una tasa de 7,39 a 8,18 capturas/100 días-trampa (Fig. 8a). El perro en el año 2019 presento una zona con máxima concentración, ubicada en el sector norte del ASP con una tasa de 3,01 a 3,34 capturas/100 días-trampa, próxima a las áreas de mayor concentración de las especies nativas. Para el año 2020, su área aumento a tres de estas, ubicándose en el noroeste, oeste (con mayor índice de frecuencia) y sur del ASP. La zona de mayor concentración presento una tasa de 0,31 a 0,35 capturas/ 100 días-trampa, coincidieron con las del zorro chilla (Fig. 8b). Por otro lado, el zorro chilla en el año 2019, se presentó en toda el ASP, detectándose en el noroeste con el mayor índice de frecuencia (1,69 a 1,87 capturas/100 días-trampa). En cambio para el año 2020 esta área se presentó en el sector oeste con una tasa de 1,80 a 1,99 capturas/100 días-trampa (Fig. 8c).

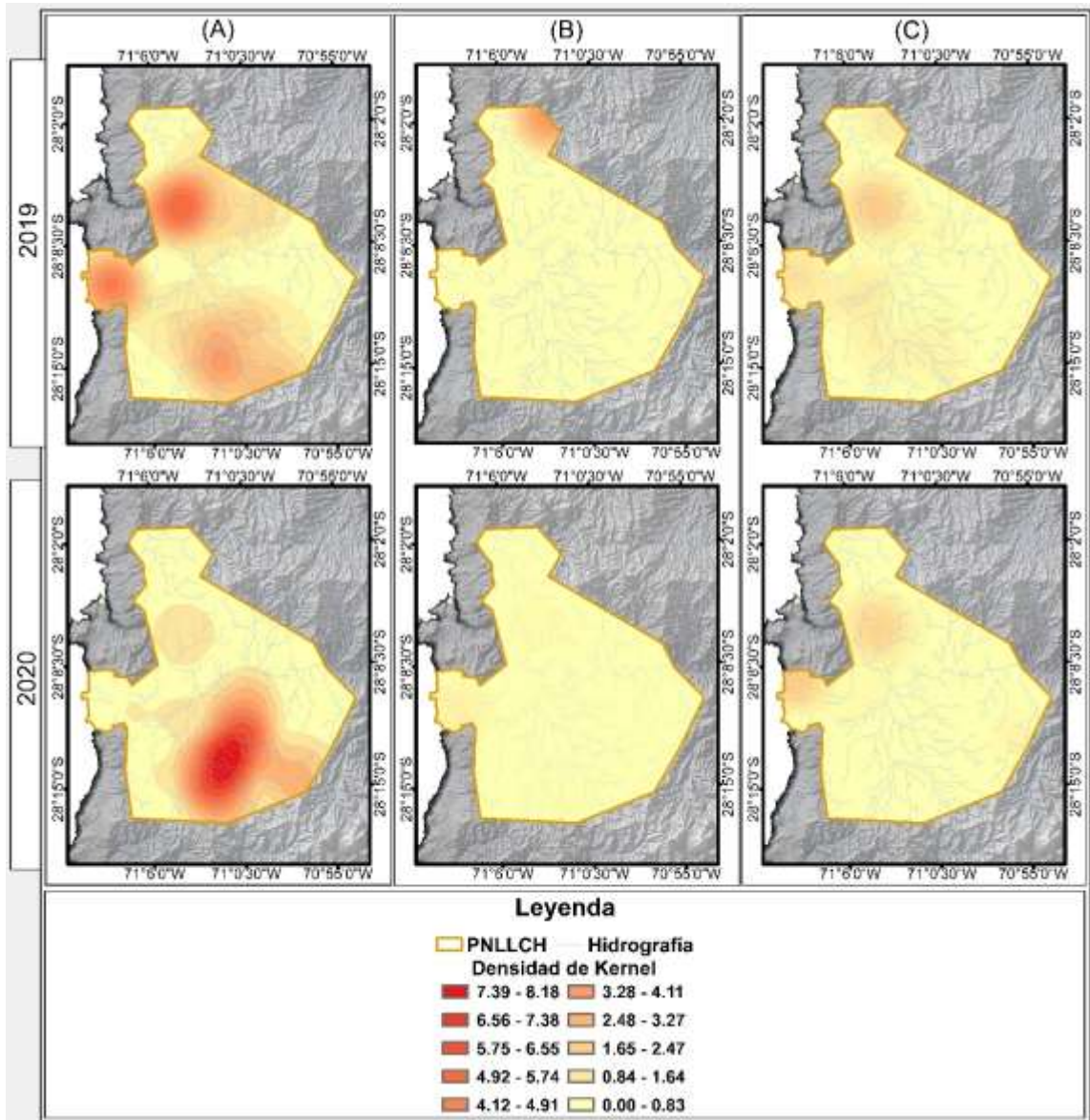


Figura 8. Áreas de mayor concentración de la tasa de captura fotográfica (N.º capturas/100 días-trampa) en el Parque Nacional Llanos de Challe entre los años 2019 – 2020 para las especies (a) *Lama guanicoe*, (b) *Canis lupus familiaris*, (c) *Lycalopex griseus*.

IV. DISCUSIÓN

Este estudio examinó la presencia y distribución espacial de perros en relación con la fauna nativa en dos áreas protegidas costeras de la región de Atacama, Chile. Los hallazgos brindan información relevante sobre la dinámica de estas especies y su posible impacto en los frágiles ecosistemas desérticos de la región. En primer lugar, se registró detección de perro mediante cámara trampa en todos los años del estudio y en ambas ASP, Aumentando (5,17% a 10,16%) para el PNPDA y disminuyendo (11,86% a 7,54%) en el PNLLCH. Además, estos no presentaron diferencias significativas en su tasa de captura fotográfica entre los años del estudio, aun así difirió significativamente con el zorro Chilla y el Guanaco. Los perros espacialmente en el PNLLCH se ubicaron en la periferia en el sector norte y oeste del área, a una distancia de $\geq 9,2$ km de la localidad más cercana “Carrizal Bajo”. Por otro lado en el PNPDA la concentración de la presencia de perros se registró desde el centro del ASP, desplazándose ligeramente hacia el sureste en el segundo año y suroeste en el tercero. Presento una distancia $\geq 3,73$ km del límite del área, con una separación de $\geq 6,5$ km del poblado más cercano “Caleta Pan de Azúcar” y $\geq 13,4$ km de la ciudad más cercana “Chañaral”, lo anterior resalta la categoría asignada de “perro de vida libre” (Contreras-Abarca et al., 2022) por la capacidad de frecuentar estas localidades y pudiendo estar en algún grado ligado a la interacción humana. Los perros mostraron una distribución espacial variable en los años de estudio en

ambas ASP. Coincidiendo el área de mayor concentración de la tasa de captura fotográfica con las de las especies estudiadas, como el caso del PNPDA para el año 2018, en el siguiente año se alejaron de las zonas correspondiente a las especies nativas. Sin embargo, en el 2020 estos volvieron a coincidir con los zorros Chilla y Culpeo. En el PNLLCH para el año 2019, los perros no coincidieron su área de mayor concentración de esta variable con las especies silvestres estudiadas, pero se ubicó próximas a estas ($\geq 6,4$ km), para el siguiente año estos coincidieron con el zorro Chilla.

Se observó una alta frecuencia de guanacos en ambos parques nacionales, lo cual realza su importancia como especie emblemática y prioritaria para la conservación en Atacama (CONAF, 2013). Se conoce la amenaza que ejerce el perro a estos camélidos, tal como se ha documentado en otros estudios (Silva-Rodríguez y Sieving, 2011; Zapata-Ríos y Branch, 2016). Además, se ha comentado que estos perros pueden desplazar, perseguir o depredar a los zorros, debido a la competencia por recursos y la transmisión de enfermedades, además alteran el patrón de actividad temporal de estos, segregándolos para evitar interacciones con estos perros (Hughes y Macdonald, 2013; Ponce et al., 2023; Vanak y Gompper, 2009; Young et al., 2011). Por lo que la coincidencia entre estas especies en los Parques Nacionales, sugieren un riesgo latente de interacciones negativas, como depredación o transmisión de enfermedades (Doherty et al., 2017; Sepúlveda et al., 2014). Debido a esta situación,

actualmente existe en Chile una moción parlamentaria para considerar al perro como una especie exótica invasora (Barraza, 2023).

Debido a que la tendencia obtenida fue a una disminución de la tasa de captura fotográfica y existió una evidente variación anual en las zonas de mayor concentración de esta tasa para las especies, estas podrían explicarse por los efectos de factores ambientales variables, como la disponibilidad de recursos hídricos en estos ambientes desérticos, ya que la cercanía a cursos de agua parece ser un factor importante en la distribución espacial de estas especies. También la productividad del ecosistema en la cual las especies efímeras presentes y que caracterizan el "desierto florido" emergerían solo en respuesta a precipitaciones ≥ 40 mm (Vidiella y Armesto, 1989). Este fenómeno toma lugar cuando se presenta El Niño, el cual aumenta las precipitaciones desencadenando aumentos en la producción primaria, como hierbas y semillas (Jaksic, 2001) Lo cual no se presentó en los años de estudio, ya que el "desierto florido" ocurrió en los años 2015, 2017 y 2022 (Universidad de Chile, 2022).

Es importante destacar que los resultados de este estudio deben interpretarse con cautela, ya que se basan en registros de cámaras trampa, los cuales proporcionan información sobre la presencia y patrones espaciales de las especies, pero no permiten inferir directamente sobre sus densidades poblacionales (Rovero y Marshall, 2009). Además, el período de estudio

relativamente corto (2-3 años) podría no capturar completamente las tendencias en la detección y los impactos que puedan ocasionar a largo plazo los perros. Futuras investigaciones deberían considerar un enfoque de monitoreo a más largo plazo, incorporando variables ambientales y modelos poblacionales más robustos para comprender mejor las interacciones entre perros y fauna nativa en estos ecosistemas. Además, sería valioso explorar estrategias de manejo y control de perros en áreas protegidas, considerando enfoques efectivos y viables en el contexto local (Gompper, 2013; Hughes y Macdonald, 2013). Si bien la tenencia responsable de mascotas es un objetivo deseable, las malas prácticas de algunos dueños que permiten la libre circulación de perros en hábitats naturales pueden tener consecuencias devastadoras. Este estudio demuestra que la presencia de perros es innegable al interior de los parques estudiados. Ante esta situación, las autoridades competentes deben considerar la implementación de medidas de control, incluyendo acciones letales para perros asilvestrados, como una alternativa necesaria y justificada para proteger la integridad de las áreas silvestres protegidas y salvaguardar la fauna nativa como lo indica el Art. 3 del proyecto de ley de caza de perros asilvestrados (Cámara de Diputados de Chile, 2024). Solo a través de un enfoque integral que combine la concientización, la regulación y, de ser necesario, intervenciones directas, podremos asegurar la preservación de estos ecosistemas únicos y las especies que los habitan.

V. CONCLUSIONES

Este estudio comparó la tendencia en la tasa de captura fotográfica de perros y tres especies de fauna nativa (guanaco, zorro chilla y zorro culpeo) en dos parques nacionales de la región de Atacama en Chile. Los resultados indican que en ambas ASP hubo una disminución en la tasa de captura fotográfica en todas las especies estudiadas. Se obtuvo que la especie que predominó en ambas ASP, mediante la frecuencia relativa, fue el Guanaco. En los Parques Nacionales se obtuvieron variaciones espaciales anuales al graficar esta variable, para la mayoría de las especies. Presentando en algunos años del monitorio que las especies estudiadas se encontraban concentradas en una misma zona, en otros alejadas entre sí o años donde el perro estuvo cercano a las especies nativas. Estos patrones contrastantes en la variación espacial anual de las especies sugieren que la presencia de perros podría ejercer un efecto negativo sobre la fauna nativa al tener mayores posibilidades de interacciones, afectándolas posiblemente por depredación, competencia y transmisión de enfermedades. En esta investigación determinamos que mediante la tasa de captura fotográfica es posible facilitar la priorización de futuras acciones de manejo del perro y conservación de las especies nativas en las áreas protegidas, debido a que las zonas de mayor concentración de las especies estudiadas nos dan una idea sobre en qué parte del área son más frecuentes estas especies.

VI. GLOSARIO

Área silvestre protegida del estado: áreas de carácter único o representativas de la diversidad ecológica natural del país o lugar con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie (genética), entre las especies y de los ecosistemas.

Cámaras trampa: es esencialmente una cámara digital conectada a un sensor infrarrojo que puede detectar objetos cálidos en movimiento, como animales. Cuando un animal atraviesa el sensor, activa la cámara para que capture una imagen o un video, los cuales son almacenados en la tarjeta de memoria para su posterior visualización. Estas cámaras pueden ser colocadas en el campo durante períodos prolongados, permitiendo así observar de manera continua un

área específica de hábitat durante semanas o incluso meses, registrando los sucesos más inusuales que ocurren en la naturaleza.

Ecosistema: Se entiende un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

Endemismo: El estado ecológico de una especie que es única en una ubicación geográfica definida, como una isla, nación, país u otra zona delimitada, o tipo de hábitat; los organismos que son nativos de un lugar no son endémicos de él si también se encuentran en otros lugares.

Especie exótica: aquellas que no pertenecen al lugar de manera natural, estas han sido transportadas generalmente por un vector atribuible a las actividades humanas.

Estación de muestreo: es una de las unidades en las que se divide un conjunto con el propósito de realizar un muestreo, considerando cada unidad como individual e indivisible al momento de la selección.

Perros domésticos: ligados al cuidado humano que le provee suministro directo de alimento y refugio, necesarios para la vida del individuo y que logran interaccionar de buena manera con el ambiente antrópico.

Perros de libre desplazamiento o de vida libre: dependen de manera parcial del cuidado humano en cuanto a alimentación y refugio, debido a que logran obtener suministro de alimento en los ecosistemas, que además disponen de un rango de distribución amplio desenvolviéndose en ambientes antrópicos y naturales. Estos pueden ser perros sueltos, callejeros, abandonados y en proceso de ser asilvestrado.

Perros asilvestrados: que viven en un estado completamente salvaje y libre, desligados del cuidado humano, sin suministro directo de alimentos o refugio proporcionado intencionalmente por este.

PNLLCH: Parque Nacional Llanos de Challe.

PNPDA: Parque Nacional Pan de Azúcar.

Registros independientes: cuando la misma cámara trampa toma más de una fotografía de la misma especie en menos de 1 hora, contamos estas fotos como

un individuo de esta y utilizamos el momento en que se tomó la primera foto para analizar una nueva actividad.

Tasa de captura fotográfica: la proporción de fotografías independientes al número de días de trampa (esfuerzo de muestreo) y multiplicado por 100.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Barraza, B. (2023). Avanza proyecto que declara perros asilvestrados como especie exótica y dispone su control. Citado el 9 de Diciembre de 2023. Disponible en <https://www.camara.cl/cms/noticias/2023/11/07/avanza-proyecto-que-declara-perros-asilvestrados-como-especie-exotica-y-dispone-su-control/>

Cámara de Diputados de Chile. (2024). Informe de Proyecto de Ley que Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=26333&prmTIPO=INFORME_PLEY

Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnaird, M., Laidlaw, R., Lynam, A., Martyr, D., O'Brien, T., Seidensticker, J., Sunquist, M., Tilson, R., & Shahrudin, W. (2001, 02/01). The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation*, 4, 75-79. <https://doi.org/10.1017/S1367943001001081>

Carevic, F., & Barrientos, E. (2022, 11/09). Efectos de la introducción de fauna alóctona (*Canis familiaris*) en ecosistemas áridos: estudio de caso en cactáceas endémicas. 2022. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292022000200129>

Caro, T. M., Graham, C. M., Stoner, C. J., & Vargas, J. K. (2004, 2004/02/01). Adaptive significance of antipredator behaviour in artiodactyls. *Animal Behaviour*, 67(2), 205-228. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2002.12.007>

Causey, M. K., & Cude, C. A. (1980). Feral Dog and White-Tailed Deer Interactions in Alabama. *The Journal of Wildlife Management*, 44(2), 481-484. <https://doi.org/10.2307/3807982>

Climate-Data.org. (2023) Clima Chañaral. Citado el 16 de Julio de 2023. Disponible en <https://es.climate-data.org/america-del-sur/chile/iii-region-de-atacama/chanaral-21686/>

Climate-Data.org. 2023. Clima Huasco. Citado el 29 de Febrero de 2024. Disponible en <https://es.climate-data.org/america-del-sur/chile/iii-region-de-atacama/huasco-55902/>

Climate-Data.org. 2023. Clima: III Región de Atacama. Citado el 16 de Julio de 2023. Disponible en <https://es.climate-data.org/america-del-sur/chile/iii-region-de-atacama-110/>

CONAF. 2013. CONAF en las Áreas Silvestres Protegidas del Estado: Conservando la Flora y Fauna Amenazada. Editores: Claudio Cunazza P., Moisés Grimberg P. y Mariano de la Maza M. Santiago, Chile. 150pp. https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1392407262LIBROconservandoamenazadaASP.pdf

CONAF. 2015. Normativa para el Manejo de Perros y otras Mascotas en las Áreas Silvestres Protegidas Administradas por CONAF. Citado el 26 de Abril de 2023. Disponible en https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1442872920NORMATIVAOFICIALMANEJOMASCOTAS SNASPE2015.pdf

CONAF 2017. Informe de identificación de las amenazas principales del SNASPE, en función de su distribución, alcance e impacto en las áreas Silvestres Protegidas por el Estado. Compromiso CEEI GASP 2017 Disponible en <https://drive.google.com/file/d/1aq6NhFLEMR-UdBb6Sa4UwonLw-Q8hAb9/view>

CONAF. 2018. Informe Final SIGI 4 DASP Atacama Monitoreo Camaras Trampas 2018 Parque Nacional Pan de Azúcar, Departamento de Áreas Silvestres Protegidas.

- CONAF. 2019. Monitoreo Camaras Trampas 2019 Parque Nacional Pan de Azúcar, Departamento de Áreas Silvestres Protegidas.
- CONAF. 2019. "Porcentaje de ASP que implementan monitoreo de OCB, OCC y OBH y seguimiento de amenazas en el año t" GASP 4 –2019 Parque Nacional Llanos de Challe, Departamento de Áreas Silvestres Protegidas.
- CONAF. 2020. Informe de Monitoreo Camaras Trampas 2020. Parque Nacional Llanos de Challe, Departamento de Áreas Silvestres Protegidas.
- CONAF. 2020. Monitoreo Camaras Trampas 2020 Parque Nacional Pan de Azúcar, Departamento de Áreas Silvestres Protegidas.
- CONAF. 2023. Parque Nacional Llanos de Challe. Citado el 06 de Abril de 2023. Disponible en <https://www.conaf.cl/parques/parque-nacional-llanos-de-challe/>
- CONAF. 2023. Parque Nacional Pan de Azúcar. Citado el 06 de Abril de 2023. Disponible en <https://www.conaf.cl/parques/parque-nacional-pan-de-azucar/>
- CONAF. (2024). Protección SNASPE. Citado el 11 de Febrero de 2024. Disponible en <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/prevencion/proteccion-snaspe/>
- Contreras-Abarca, R., Crespín, S. J., Moreira-Arce, D., & Simonetti, J. A. (2022). Redefining feral dogs in biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 265. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109434>
- Doherty, T. S., Glen, A. S., Nimmo, D. G., Ritchie, E. G., & Dickman, C. R. (2016, Oct 4). Invasive predators and global biodiversity loss. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 113(40), 11261-11265. <https://doi.org/10.1073/pnas.1602480113>

Doherty, T. S., Dickman, C. R., Glen, A. S., Newsome, T. M., Nimmo, D. G., Ritchie, E. G., Vanak, A. T., & Wirsing, A. J. (2017). The global impacts of domestic dogs on threatened vertebrates. *Biological Conservation*, 210, 56-59. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.04.007>

Farías, A., Svensson, G. L., & Jaksic, F. M. (2010). Ataque de perros. Plan Nacional de Conservación de Guanacos, Macrozona Norte y Centro, Santiago, Chile.

Franklin, W. L. 1982. Biology, Ecology and Relationship to man of the south american camelids. Pp. 457–489 in Mammalian Biology in South America (M. A. Marer & H. H.- Genoways, eds.). University of Pittsburgh, Pittsburgh.

Garde, E., Marin-Vial, P., Perez, G. E., & Sandvig, E. M. (2022, Jan 19). A Review and Analysis of the National Dog Population Management Program in Chile. *Animals (Basel)*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/ani12030228>

Gompper, M. E. (2013). Free-Ranging Dogs and Wildlife Conservation. *Oxford University Press*.
<https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199663217.001.0001>

Hughes, J., & Macdonald, D. W. (2013, 2013/01/01/). A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. *Biological Conservation*, 157, 341-351. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.07.005>

Instituto de Desarrollo Agropecuario (IDE). (2017). Zonas climáticas de Chile según Köppen-geiger escala 1:1.500.000. Citado el 12 de Julio de 2023. Disponible en <https://www.ide.cl/index.php/clima-y-atmosfera/item/1556-zonas-climaticas-de-chile-segun-koeppen-geiger-escala-1-1-500-000>.

IPBES. (2024). Endemism. Citado el 8 de Abril de 2024. Disponible en <https://www.ipbes.net/endemism>

Jaksic, F. M. (2001, 2001/06/01). Ecological effects of El Niño in terrestrial ecosystems of western South America. *Ecography*, 24(3), 241-250. <https://doi.org/https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2001.240301.x>

Kaplan, A. (2010). Sampling Unit. En P. Peterson, E. Baker, & B. McGaw (Eds.), *International Encyclopedia of Education* (3rd ed.). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.01361-0>

Ley N° 18362 sobre Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, art. 1. (1984). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29736>

Lucherini, M., J.I Reppucci, R.S. Walker, M.L. Villalba, A. Wurstein, G. Gallardo, A. Iriarte, R. Villalobos & P. Perovic. 2009. Activity pattern segregation of carnivores in the high Andes. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1404-1409. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-A-002R.1>

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2022). Reporte del Estado del Medio Ambiente 2022. Citado el 1 de Marzo de 2024. Disponible en <https://infogram.com/b-3-conservacion-de-la-biodiversidad-1h1749vgnxweq6z?live>

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2024). Clasificación de Especies según Estado de Conservación. Citado el 7 de Marzo de 2024. Disponible en <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>

O'Brien, T. G. (2011). Abundance, Density and Relative Abundance: A Conceptual Framework. In *Camera Traps in Animal Ecology* (pp. 71-96). https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4_6

Pliscoff, P. (2020). Análisis de representatividad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Chile. *Revista Geográfica de Valparaíso*, (61), 1-16. https://static.cepchile.cl/uploads/cepchile/2022/06/ddt_39_ppliscoff.pdf

Ponce, M., Undurraga, M. I., Pozo, R. A., & Celis-Diez, J. L. (2023). Patrón de actividad horaria del Zorro culpeo en ambientes rurales de Chile central: Interferencia del Perro doméstico. La Chiricoca, 31. <https://www.lachiricoca.cl/wp-content/uploads/2024/04/La-Chiricoca-31.pdf>

Root-Bernstein, M., & Svenning, J.-C. (2016, 2016/07/01/). Prospects for rewilding with camelids. *Journal of Arid Environments*, 130, 54-61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2016.03.011>

Rovero, F., & Marshall, A. R. (2009). Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *Journal of Applied Ecology*, 46(5), 1011-1017. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01705.x>

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2011). "Convenio sobre la Diversidad Biológica". Citado el 8 de Marzo de 2024 Disponible en <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>

Seebens, H., Blackburn, T. M., Dyer, E. E., Genovesi, P., Hulme, P. E., Jeschke, J. M., Pagad, S., Pysek, P., Winter, M., Arianoutsou, M., Bacher, S., Blasius, B., Brundu, G., Capinha, C., Celesti-Gradow, L., Dawson, W., Dullinger, S., Fuentes, N., Jager, H., Kartesz, J., Kenis, M., Kreft, H., Kuhn, I., Lenzner, B., Liebhold, A., Mosena, A., Moser, D., Nishino, M., Pearman, D., Pergl, J., Rabitsch, W., Rojas-Sandoval, J., Roques, A., Rorke, S., Rossinelli, S., Roy, H. E., Scalera, R., Schindler, S., Stajerova, K., Tokarska-Guzik, B., van Kleunen, M., Walker, K., Weigelt, P., Yamanaka, T., & Essl, F. (2017, Feb 15). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nat Commun*, 8, 14435. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>

Sepulveda, M. A., Singer, R. S., Silva-Rodriguez, E., Stowhas, P., & Pelican, K. (2014). Domestic dogs in rural communities around protected areas: conservation problem or conflict solution? *PLoS One*, 9(1), e86152. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086152>

Silva-Rodriguez, E. A., & Sieving, K. E. (2011, Aug). Influence of care of domestic carnivores on their predation on vertebrates. *Conserv Biol*, 25(4), 808-815. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01690.x>

SIMBIO. 2023. Parque Nacional “Llanos del Challe”. Citado el 17 de Julio de 2023. Disponible en <https://simbio.mma.gob.cl/AreaProtegida/Details/964#especies>

SIMBIO. 2023. Parque Nacional “Pan de Azúcar”. Citado el 17 de Julio de 2023. Disponible en <https://simbio.mma.gob.cl/AreaProtegida/Details/970#especies>

SUBDERE. 2022. Estimación de la población canina y felina del país y diagnóstico de la tenencia responsable. Citado el 10 de Febrero de 2024. Disponible en <https://proactiva.subdere.gov.cl/bitstream/handle/123456789/610/4.%20Bolet%C3%ADn-T%C3%A9cnico-Estudio-poblaci%C3%B3n-PTRAC.pdf?sequence=10&isAllowed=y>

The International Statistical Institute. (2003). The Oxford dictionary of statistical terms (Y. Dodge, Ed.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198509943.001.0001>

UICN (2023). Categorías y criterios de la EICAT de la UICN. Clasificación del impacto ambiental de taxones exóticos. Primera edición. Gland, Suiza: UICN. Citado el 12 de Febrero de 2024. Disponible en <https://portals.iucn.org/library/node/51391>

Universidad Católica de Temuco. Laboratorio de Planificación Territorial, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) y Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2022. Atlas Rural de Chile. Citado el 16 de Julio de 2023. Disponible en <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/handle/20.500.12650/71509>

Universidad de Chile. (2022). Desierto florido revive tras años de sequía. <https://uchile.cl/noticias/189366/desierto-florido-revive-tras-anos-de-sequia#>

Vanak, A., & Gompper, M. (2009, 10/01). Dogs *Canis familiaris* as carnivores: their role and function in intraguild competition. *Mammal Review*, 39, 265-283. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2009.00148.x>

Vidiella, P. E., & Armesto, J. J. (1989, 01/01). Emergence of ephemeral plant species from soil samples of the Chilean coastal desert in response to experimental irrigation. *Revista Chilena de Historia Natural*, 62, 99-107.

WWF. (2024). Camera Trap. Citado el 7 de Abril de 2024. Disponible en <https://www.wwf.org.uk/project/conservationtechnology/camera-trap>

Young, J. K., Olson, K. A., Reading, R. P., Amgalanbaatar, S., & Berger, J. (2011, Feb). Is Wildlife Going to the Dogs? Impacts of Feral and Free-roaming Dogs on Wildlife Populations [Article]. *Bioscience*, 61(2), 125-132. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.2.7>

Zapata-Ríos, G., & Branch, L. C. (2016). Altered activity patterns and reduced abundance of native mammals in sites with feral dogs in the high Andes. *Biological Conservation*, 193, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.10.016>