



**Universidad de Concepción
Campus Los Ángeles
Escuela de Educación**

Mesomamíferos de la estepa altoandina de la comuna de Antuco, Región del Biobío

Seminario de Título para optar al título Profesional

Profesora de Ciencias Naturales y Biología

Por : Fernanda Catalina Urra López
Profesor Guía : Dr. Jonathan Alexis Guzmán Sandoval
Comisión Evaluadora : Dra. Helen Grace Díaz Páez
Mg. Fabián Enrique Cifuentes Rebolledo

Enero, 2025

Los Ángeles, Chile

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Quien suscribe, **Fernanda Catalina Urra López**, RUT **20.323.561-5**, alumna de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales y Biología, de la Escuela de Educación, de la Universidad de Concepción Campus Los Ángeles, declara ser autor de **Mesomamíferos de la estepa altoandina de la comuna de Antuco, Región del Biobío**, concede derecho de publicación, comunicación al público y reproducción de esa obra, en forma total o parcial en cualquier medio y bajo cualquier forma del mismo, a la Universidad de Concepción, Chile, para formar parte de la colección material o digital de cualquiera de las bibliotecas de la Universidad de Concepción y del Repositorio UDEC.

Esta autorización es de forma libre y gratuita, y considera la reproducción de la obra con fines académicos y de difusión tanto nacional como internacionalmente.

Asimismo, quien suscribe declara que dicha obra no infringe derechos de autor de terceros.

Fernanda Catalina Urra López



.....

AGRADECIMIENTOS

A mi fe, mis padres, tías, abuelos, hermanos, mi perrito y mis amigas. Todos fueron un lugar seguro en esta travesía académica.

A mi hermano Bastian, con dedicación me regaló un precioso dibujo de la *Lagidium viscacia* dispuesto en mi escrito.

A mi profesor guía, el Dr. Jonathan Guzmán. Por encaminarme en este intrigante tema de investigación. Sus enseñanzas y apoyo en los terrenos fueron clave para culminar este proceso.

Reconozco y valoro en gran manera las sugerencias y correcciones de la comisión evaluadora. A la Dra. Helen Díaz, Directora General del Campus, al profesor Mg. Fabián Cifuentes, Jefe de Carrera, y al profesor Adrián Silva.

Finalmente, a las oportunidades de la vida, ya que, obtuve el grato sabor y enriquecimiento de orientar esta investigación al área de la biología. Así, pude elaborar material para la enseñanza de la misma, resaltando la importancia de preservar nuestros ambientes naturales en áreas poco conocidas.

Carl Sagan señaló: “La ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia”.

A todos, gracias.

Índice

RESUMEN	8
CAPITULO 1: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	9
Planteamiento y Justificación del problema	9
Objeto de Estudio	12
Preguntas de Investigación	12
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL	14
a) Ecorregión de Chile Central	14
b) Zona Altoandina	16
c) La estepa altoandina y sus mamíferos en la Comuna de Antuco	17
d) Mamíferos	20
e) Mesomamíferos	21
CAPITULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO	28
Enfoque	28
Método	28
Unidad temporal	28
Diseño del estudio	28
Propósito del estudio	28
Alcance de estudio	29
Unidad de análisis	29
Población	29
Muestra	29
VARIABLES	29
Área de estudio	30
Cámaras trampas (CT)	31
Análisis de los datos	32
Atributos poblacionales	32
Riqueza de especies (S):	32
Patrón de actividad (PA):	33

CAPITULO 4: RESULTADOS	34
1.a.a Presencia/Ausencia de mesomamíferos	35
1.b Frecuencia Relativa de Fotografías	37
2) Patrón de Actividad de Mesomamíferos	40
a) <i>Lycalopex culpaeus</i>	40
b) <i>Lepus europaeus</i>	40
c) <i>Lagidium viscacia</i>	40
Otros vertebrados	42
CAPÍTULO 5: Discusión	43
Riqueza de mesomamíferos en el área de estudio	43
Riqueza de otras especies no mesomamíferos en la zona de estudio.....	44
Frecuencia relativa de mesomamíferos	45
Ocupación geográfica de mesomamíferos	46
Patrón de actividad de mesomamíferos	47
CAPITULO 6: CONCLUSIONES	49
Limitaciones	50
Proyecciones	51
Referencias bibliográficas	52
Anexo y Apéndices	70
ANEXO 1: Puntos de estudio	71
ANEXO 2: Cámaras trampas	72
ANEXO 3: Ficha de registros totales por fototrampeo	73

Índice de Tablas

Tabla 1.2 <i>Especies de mesomamíferos citadas y/o inferidas</i>	26
Tabla 2.2 <i>Biología y morfometría de las especies citadas</i>	27
Tabla 3.3 <i>Tabla de información sobre las cámaras trampas</i>	31
Tabla 4.3 <i>Esfuerzo de muestreo de 430 noches activas</i>	33
Tabla 5.4 <i>Presencia (1) o ausencia (0) a partir del registro de cámaras trampas</i>	35
Tabla 6.4 <i>Tabla presencia/ausencia de especies en los puntos de muestreo</i>	35
Tabla 7.4 <i>Frecuencia relativa de fotografías en primavera 2024</i>	37
Tabla 8.4 <i>Ocupación en puntos de muestreo y cámaras trampas</i>	38
Tabla 9.4 <i>Registros de actividad horaria en primavera 2024</i>	41
Tabla 10.4 <i>Patrón de actividad diarios en primavera 2024</i>	41

Índice de Ilustraciones

Figura 1.2 Paisajes entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio	19
Figura 2.2 Fotografía del <i>Lycalopex culpaeus</i> en cámaras trampas	23
Figura 3.2 Dibujo del roedor grande <i>Lagidium viscacia</i>	24
Figura 4.3 Área de estudio entre Los Barros y la Piedra del Indio	30
Figura 5.4 Mesomamíferos presentes en la estepa altoandina	34
Figura 6.4 Evidencias observadas, medidas y recolectadas	36
Figura 7.4 Frecuencia relativa de fotografías en primavera 2024	37
Figura 8.4 Ocupación geográfica en primavera 2024	38
Figura 9.4 Distribución de capturas en los puntos durante primavera 2024	39
Figura 10.4 Otros vertebrados detectados en primavera 2024... ..	42

RESUMEN

Enmarcado por Los Andes, Chile exhibe diversidad en climas y ecosistemas; en particular, la estepa altoandina desde el extremo norte al Biobío. Sin embargo, en esta última porción más austral ha sido escasamente estudiado, en su flora y fauna. Por tanto, mediante esta investigación se evaluó la riqueza de especies (mesomamíferos) y sus patrones de actividad diaria, entre Los Barros y la Piedra del Indio, al oriente de Antuco en el Biobío. Así, en primavera 2024 se colocó nueve cámaras trampa en un esfuerzo de muestreo de 430 noches operativas. De esta forma, la riqueza evidencia al “zorro culpeo” (*Lycalopex culpaeus*), la “vizcacha” (*Lagidium viscacia*) y la “liebre europea” (*Lepus europaeus*). El *L. culpaeus* fue más frecuente de avistar (53%), y ocupó un mayor rango geográfico (78%). Además, el patrón de actividad es catemeral para las tres especies, con tendencias horarias nocturnas del “culpeo” y “vizcacha”, y diurna para la “liebre”. La riqueza de especies, con la frecuencia y ocupación coincide con otros estudios, más no del todo los patrones de actividad, donde concuerdan en sus tendencias horarias. En consecuencia, estos resultados sugieren que *L. culpaeus* se podría adaptar a los horarios de las potenciales presas registradas, como lagomorfos, lagartijas, roedores y aves. Donde “*L. viscacia*” y “*L. europaeus*” actuarían evitando la depredación y competencia. A pesar de la baja riqueza de mesomamíferos, estos son datos preliminares y se deben complementar con otras estaciones climáticas del año. Esto podría dar luces de la diversidad total del área para estos mamíferos.

Palabras clave: Mesomamíferos, Estepa Altoandina, Riqueza de Especies, Patrones de Actividad, Catemeral.

CAPITULO 1: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento y Justificación del problema

Chile, en el hemisferio sur (Scheihing, 1989), forma una estrecha frontera de tierra entre el océano Pacífico y las altitudes de la cordillera de los Andes (Seyfried *et al.*, 1998). Además, tiene representación en la antártica y el océano (González y Errázuriz, 2006), con un sector insular compuesto por islas de origen volcánico frente a la región de Valparaíso (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2018). Debido a su diversa geografía, Chile difiere entre ecosistemas desérticos extremadamente secos hasta bosques templados y más pluviosos, albergando un aproximado de 33.000 especies nativas, de las cuales, a la fecha, aproximadamente 3.500 están registradas en el Inventario Nacional de Especies de Chile que habitan en las zonas norte, sur y centro del país (MMA, 2021).

Los paisajes del centro de Chile tienen un clima mediterráneo, relieve accidentado y presencia antrópica (Fuentes y Prenafeta, 1988). Así, los efectos de la actividad humana, tal como la ganadería, pueden incidir en los organismos de la zona, alterando su comportamiento, ocupación, patrones de actividad (Blake *et al.*, 2017), y riqueza (Ahumada *et al.*, 2011). Aun cuando la fragmentación es más intensa en los valles centrales del centro-sur que en las cordilleras cercanas de la Costa y Los Andes (Echeverría *et al.*, 2008), los efectos antrópicos pueden ocasionar un desplazamiento de las especies desde los valles hacia las cordilleras cercanas (Gallardo y Contreras, 2017). Además, en estos ecosistemas cordilleranos, a mayor altitud el medio exige adaptaciones fisiológicas y morfológicas, desafiando la supervivencia para los diferentes grupos biológicos que habitan la cordillera andina, como, por ejemplo, los mamíferos (López-Wilchis *et al.*, 2006).

Hacia los Andes del Biobío se encuentra el volcán Antuco de la comuna homónima que bordea los 3000 m de altitud, formando parte del Parque Nacional Laguna del Laja (PNLL) (Urrutia, 2018). Este estratovolcán se ubica a 90 km al este de la ciudad de Los Ángeles, y a 30 km de Antuco, Bío-Bío, Chile (Ancamán, 2024). En la comuna de Antuco el clima tiene influencia mediterránea, con veranos secos y nieve en invierno (Plan de Desarrollo Comunal [PLADECO], 2020). Según el Sistema de Monitoreo de Ecosistemas

Forestales (2018), la cobertura comunal del suelo incluye un 36,2% de praderas y matorrales, del bosque 30,9%, sin cobertura vegetal 15,16%, el 10,9% nieve y glaciares, con escasez de agua y altos grados de erosión en suelos. La erosión decrece el potencial biológico de producción, aumentando la escasez y fragilidad del lugar (López y Romero, 1998). En la comuna de Antuco la descripción de la vegetación y la fauna es escasa, y lo que existe se limita principalmente al Parque Nacional Laguna del Laja. Pese a los pocos estudios de vegetación, hay trabajos específicos publicados, como el catálogo florístico de Rondanelli *et al.*, (2000), y otros que describen un ecosistema de estepa altoandina en sectores externos al PNLL, como Badano *et al.*, (2002), sin embargo, este trabajo fue realizado en un área próxima ubicada en el sector del complejo fronterizo, paso Pichachén. Aun así, hay obras generales que permiten inferir la vegetación en sitios ajenos al PNLL que no se han estudiado, donde confirman la presencia de la estepa altoandina (e.g., Mann, 1964; Pisano, 1966; Gajardo, 1994). Así, este ecosistema que se extiende en Chile desde el extremo norte hasta la región del Maule (Gajardo, 1994), alcanza periféricamente a la región del Biobío (Badano *et al.*, 2002). Por tanto, los estudios específicos de vegetación solo se centran en el PNLL, o, en sitios próximos pero reducidos (e.g., Badano *et al.*, 2002). Según Ahumada *et al.*, (2011) y Rodríguez-Arancibia y Escobar (2023), esta falta de estudios específicos en áreas no protegidas puede ocasionar una mayor degradación y fragmentación de los hábitats, reduciendo la diversidad de comunidades de vegetación y fauna, afectando su conservación, como, por ejemplo, a los mamíferos. En ese escenario, para Antuco los estudios de fauna se reducen al PNLL y, solo sobre la base de obras generales se puede suponer y/o inferir las especies que allí potencialmente deberían vivir (e.g., Osgood, 1943; Mann, 1978; Iriarte, 2008; Muñoz-Pedreros y Yáñez, 2009), pero en ningún caso, se dispone de muestreos específicos llevados a cabo en la zona. Al respecto, se evidencian tres excepciones específicas estudiadas en terreno y publicadas en revistas científicas como el caso del “Catalogue of records, localities and biotopes from research work on small mammals in Chile and Argentina” de Reise y Venegas (1987), trabajo que sin embargo, cubre un área más alejada a la zona denominada “La Cortina” en Antuco; otro trabajo es el que analiza la “Relación entre la conducta térmica y el sexo de una población de *Pleurodema thaul* (Amphibia: Leiuperidae) de Alveal *et al.*, (2019), y la “Avifauna acuática de la Laguna del Laja (Andes de Chile)” de Torres-Mura y Lemus (1991). Además, existen dos estudios de reptiles andino-

chilenos titulados “Two new species of the *Liolaemus elongatus-kriegi* complex (Iguania, Liolaemidae) from Andean highlands of southern Chile” de Troncoso-Palacios *et al.*, (2015), y, “A multivariate analysis of taxonomic limits in *Diplolaemus* Bell 1843” de Victoriano *et al.*, (2010), en los cuales se mencionan colectas en el área de la Laguna del Laja. Los cuatro últimos si bien se centran en el sector Los Barros, no son de mamíferos. Existen, además, estudios al interior del PNLL no publicados, pero que permiten inferir que especies podrían hallarse en la estepa altoandina de Antuco. Aquí destacan las tesis de pregrado: “Ecología Trófica de *Lycalopex culpaeus* y *Tyto alba* en el Parque Nacional Laguna del Laja, VIII Región del Bío-Bío” (Lepe y González 2014); “El impacto de los roedores exóticos sobre la fauna nativa en el Parque Nacional Laguna del Laja, Región del Bío-Bío, Chile” (Espinoza y Verdugo, 2013); “La distribución temporal del ensamble de Micromamíferos en el Parque Nacional Laguna del Laja, VIII Región del Bío Bío, Chile” (Soto, 2014), y la tesis de postgrado de Alveal (2015), sobre la fisiología térmica de *Rhinella spinulosa* (“sapo espinoso”). Adicionalmente, se hallan listados de especies que carecen de fundamentación científica como el de Gómez (2019: <https://www.turismoantuco.cl/descargables/Libro-Antuco.pdf>), y otros datos anecdóticos como en la PLADECO (2009), donde gran parte de su fauna reportada se basa en observaciones de los guardaparques del PNLL propios de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), describiendo en Antuco sus anfibios, reptiles, hongos, aves y mamíferos.

En esa línea, los nulos antecedentes sobre los mamíferos, y en particular, los mesomamíferos de la zona altoandina en la comuna de Antuco, solo se pueden inferir. Así, los potenciales mesomamíferos son: *Lagidium viscacia* (“vizcacha”), *Lycalopex culpaeus* (“zorro culpeo”), *Lycalopex griseus* (“zorro chilla”), *Leopardus colocolo* (“gato colocolo”); *Leopardus guigna* (“gato guiña”), *Pudu puda* (“pudu”); *Conepatus chinga* (“chingue”) (Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009; Iriarte y Jaksic, 2012; Iriarte, 2008; PLADECO, 2009; CONAF, 1993; Soto, 2014; Lepe y González, 2014; Espinoza y Verdugo, 2013). En consecuencia, esta investigación tiene como objetivo general, aportar con información de terreno sobre los mesomamíferos de la estepa altoandina entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio en la comuna de Antuco. Así, contribuir al conocimiento de nuestro patrimonio natural en esta zona extrema aún poco conocida de la región del Biobío.

Objeto de Estudio

Los Mesomamíferos de la estepa andina entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio en la comuna de Antuco, región del Biobío, durante las estaciones de primavera (octubre, noviembre y diciembre) de 2024.

Preguntas de Investigación

- a) ¿Cuál es la riqueza de especies de mesomamíferos en la estepa altoandina de la comuna de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, región del Biobío, durante la primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024?
- b) ¿Cuál es el patrón de actividad diario de los mesomamíferos registrados en la estepa altoandina de la comuna de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, región del Biobío, durante la estación de primavera (octubre, noviembre y diciembre) 2024?
- c) ¿Tienen diferentes horarios de actividad (nocturna, diurna o crepuscular) los mesomamíferos del área estudiada en la primavera (octubre, noviembre y diciembre) de 2024?

Objetivo General

Evaluar la riqueza de especies (mesomamíferos) y su patrón de actividad diario de la estepa altoandina en la comuna de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, región del Biobío, durante la temporada climática de primavera (octubre, noviembre y diciembre) 2024.

Objetivos Específicos

- 1) Identificar la riqueza de mesomamíferos mediante fototrampeo en la estepa altoandina de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, durante la primavera (octubre, noviembre y diciembre) 2024.
- 2) Determinar la frecuencia de avistamientos por fototrampeo de los mesomamíferos en la estepa altoandina de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, durante la primavera (octubre, noviembre y diciembre) 2024.
- 3) Determinar la ocupación geográfica de los mesomamíferos en la estepa altoandina de la comuna de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, en la estación de primavera (octubre, noviembre y diciembre) 2024.
- 4) Definir si los mesomamíferos registrados presentan diferentes patrones de actividad diaria (nocturna, diurna, crepuscular o catemeral) en la estepa altoandina de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, durante la estación de primavera (octubre, noviembre y diciembre) 2024.

CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL

a) Ecorregión de Chile Central

Chile se caracteriza por un relieve enmarcado a través de las planicies litorales, con diámetro y altura variadas, desde el límite norte hasta la isla de Chiloé. Además de estas planicies, está presente la Cordillera de la Costa y la Depresión Intermedia, siendo la unidad más distintiva la Cordillera de los Andes, un macizo bien conformado, con alturas que superan los 6.000 msnm disminuyendo de norte a sur (González y Errázuriz, 2006). Esta cordillera conforma más del 80% del país por un continuo de cumbres y pendientes (Hajek *et al.*, 1985). Dado que gran parte de la extensión del sector sudamericano está sobre la cadena andina, se generan gradientes de altura que se suceden en cortas distancias, desde el nivel del mar hasta alturas superiores, siendo características esenciales del país la extensión latitudinal y el fuerte gradiente altitudinal, los que dan lugar a diversas unidades naturales, con sus respectivos aspectos climáticos, geomorfológicos y fitogeográficos (Andrade, 1999).

La enorme variedad climática de Chile se debe a su topografía y la fuerte influencia que ejercen sobre él, el océano Pacífico, la Corriente de Humboldt, el Anticiclón del Pacífico Sur y la Cordillera de los Andes, además de factores como la altitud, latitud y el relieve (FAO, 2015). Puntualmente, en la zona central de Chile, el anticiclón del Pacífico influye en la distribución de las precipitaciones, originando una región de transición climática (Inzunza, 2019). Esta zona forma parte del macizo andino, extendiéndose entre los 27°S y 38°S, con gradientes altitudinales que reflejan una transición climática de escasas precipitaciones que ocurren principalmente en invierno e incrementando hacia el centro - sur (Jara-Arancio, 2010), siendo este un resultado del clima mediterráneo (MMA, 2018). Este tipo de clima domina aquellos ecosistemas donde las alturas superan los 1500 msnm, siguiendo un patrón climático de bajas temperaturas y precipitaciones de tipo nevadas, motivo por el cual las cordilleras de la zona están por lo general, continuamente cubiertas por nieve (Fuentes y Prenafeta, 1988).

En cuanto a la geomorfología del territorio, este se enmarca cordilleralmente entre la región de Valparaíso y el Biobío, específicamente desde el límite de la precordillera hacia la frontera con Argentina. Este está compuesto geomorfológicamente de estratos volcánicos, sedimentarios, rocas intrusivas y metamórficas (SIMEF, 2018). La arquitectura geológica actual de la cordillera andina en gran parte es el resultado entre el clima y la interacción de los procesos internos de la tierra, como la convergencia tectónica entre las placas Nazca y Sudamericana, deformando y erosionando la superficie, con mayor intensidad en los Andes del centro de Chile y Argentina, debido a que se localizan en los ángulos de subducción. En parte, esto ha formado el paisaje montañoso de los Andes y, además, lo categoriza como una zona clave de estudio por sus efectos dinámicos de la tierra (Sepúlveda *et al.*, 2015).

Las condiciones del ambiente definen las características de la vegetación, y el nivel de paisaje (Anthelme y Dangles, 2012). Por lo que el paisaje central está modelado por las características físicas del entorno, desde el clima a la tierra, permitiendo una fitogeografía particular, resultando en la transición de la vegetación entre el bosque mediterráneo y el siempreverde de la zona templada de Chile (Teneb *et al.*, 2004), haciendo posible encontrar plantas suculentas, arbustos espinosos y bosques esclerófilos. De hecho, según Hoffmann (1983), el perfumado espino, con nombre científico *Vachellia caven*, puede resistir de mejor forma a las condiciones climáticas cambiantes de la zona mediterránea a diferencia de muchas otras especies. Chile presenta una riqueza (número de especies en una comunidad) de especies nativas en casi todos los taxones, siendo un *hotspot* de biodiversidad su zona mediterránea (Smith y Smith, 2007; Arroyo *et al.*, 2006). Además, de ser un *hotspot*, destaca la presencia de distintas especies como, la ya mencionada *Vachellia caven* (“Aromo”) y el “quillay” (*Quillaja saponaria*), que brindan servicios ecosistémicos y paisajísticos, con un alto grado de endemismo, confiriendo atributos ecológicos únicos (Arancibia *et al.*, 2020). Estos atributos se han mantenido aun cuando se ve amenazado por efectos de origen antrópico, ya que, la zona centro cuenta con el mayor número de habitantes de población humana (MMA, 2018).

Esta gran variabilidad climática, geomorfológica y fitogeográfica de la cordillera andina se traduce en una alta riqueza ecosistémica, como respuesta a los factores de la ecorregión andina que representan el efecto biombo (Hajek *et al.*, 1985), es decir, la cordillera

de los Andes actúa como una barrera física que bloquea el paso del aire húmedo proveniente del océano hacia el continente, precipitando mayormente en laderas occidentales y, menormente en laderas orientales y en la depresión intermedia (Dassori, 2008). Es así como los Andes forman una cadena montañosa con climas que pueden ser muy severos, desde ambientes muy húmedos como los Andes Centrales, hasta ambientes más secos, como en el Altiplano Andino que, a pesar de su escasez de precipitaciones, posee espacios ricos en vegetación, principalmente por su variación altitudinal (Aldunate del Solar *et al.*, 2020).

b) Zona Altoandina

Entre las diversas regiones de Los Andes Centrales, desde la zona central de Perú, hasta el norte de Argentina y Chile, se encuentra el espacio altoandino. Aquí, Chile central es parte de las grandes secciones vegetacionales, ubicado en la extensión de esta macrozona andina (Weischet, 1970; Ostria, 1987). Lo anterior propicia una gran heterogeneidad de ambientes, permitiendo que las especies se adapten para habitar en función de los recursos disponibles para ello (Jara-Arancio, 2010). La zona altoandina se ubica entre los límites de la zona central donde destaca la Estepa Altoandina, el cual presenta aspectos climáticos que se asocian a la altitud y el relieve, siendo la aridez y los cortos ciclos vegetativos lo que determina la fisionomía de su vegetación (Gajardo, 1994). Este ecosistema corresponde a una subregión de la estepa en Los Andes Mediterráneos, donde las montañas superan los 6.000 msnm (Jara-Arancio, 2010), con un número elevado de flora endémica, correspondiendo según Gajardo (1994), a la región del matorral y bosque esclerófilo.

Las familias y géneros de las plantas altoandinas contemplan una riqueza adaptativa excepcional frente a un clima severo (Hughes y Eastwood, 2006), con adaptaciones morfológicas y fisiológicas, tales como, el bajo tamaño, grandes raíces o rizomas que almacenan carbohidratos, y resistencia a bajas temperaturas (Bliss, 1971). Estas cualidades de funcionamiento y forma ocurren a través de los millones de años gracias al aislamiento geográfico y la evolución, prevaleciendo solo aquellas distinciones morfológicas que resistan las condiciones del medio en la alta montaña, donde predominan los cambios de temperaturas, presión, densidad del aire, escasa disponibilidad de agua y una mayor exposición a la luz solar (Anthelme y Dangles, 2012). Además, se presencian algunas

amenazas de origen antrópico tales como, la deforestación, fragmentación, degradación y erosión de suelos (Gómez y Villalobos, 2020), que resultan desafiantes para las distintas comunidades fitogeográficas andinas (Körner *et al.*, 2017). Esta geografía fragmentada del paisaje en que la alta montaña ha evolucionado le ha permitido contener un gran número de especies endémicas de varios grupos biológicos (Steinbauer *et al.*, 2016), presentando distintos tipos de vegetación debido al efecto pedogenético del clima (di Castri y Hajek, 1976).

c) La estepa altoandina y sus mamíferos en la Comuna de Antuco

Las múltiples formas biológicas de los ecosistemas de altura se han adaptado al clima mediterráneo y relieve montañoso. Así las estepas altoandinas son parte de ellos en una porción del centro-sur del país (CIREN, 2019). Precisamente, en la Comuna de Antuco destaca la presencia de este ecosistema en zonas asociadas a los relieves andinos, los que no sobrepasan los 3.000 m de altitud (Cerdeira *et al.*, 2016). Antuco pertenece a La Zona Volcánica de los Andes del Sur (ZVS), una región geográfica que se extiende entre Chile y Argentina, caracterizada por la actividad volcánica, siendo los volcanes, un aspecto esencial del paisaje (Ancamán, 2024). Esta región consta de factores meteorológicos y de relieve que determinan características climáticas de transición, donde sus cumbres son de atracción turística, destacando entre ellas los macizos cordilleranos, tales como el volcán Chillán en el Ñuble, y el volcán Antuco en el Biobío (Acuña *et al.*, 2024).

El volcán Antuco de la comuna homónima en el extremo oriente de la región del Biobío, cuenta con una superficie comunal de 1.952 km² que refleja el 13% de la región. La localidad de Antuco exhibe condiciones físicas propias de un sector cordillerano y precordillerano, contribuyendo al desarrollo del turismo en la zona (CIREN, 2019) (Figura 1). Al Este limita con la República de Argentina, por esto se describe como una comuna fronteriza situada en la precordillera y la cordillera andina (Casertano, 1963). En lo alto de la comuna, en dirección al Este en la cordillera Andina, se desarrolla el clima de tundra, con una temperatura media cálida que fluctúa entre los 0° y 10° C, razón por la cual se observa un notable color blanco en la cordillera, al estar cubierta de nieve, originando ventisqueros y glaciares. Como la mayor parte de las precipitaciones son nevadas y, en menor cantidad,

pluviosas, la cobertura de vegetación es escasa (Rondanelli *et al.*, 2000). Debido a la altitud de la comuna y su dificultad de acceso, estos lugares presentan un relativo aislamiento y están aún poco intervenidos por la población humana (PLADECO, 2020).

Gran parte del conocimiento sobre esta comuna proviene de estudios centrados en el Parque Nacional Laguna del Laja, administrado por la Conaf, y que además es parte de las reservas de la Biósfera. En estos lugares, como los Parques Nacionales, se resguarda y preserva el entorno natural (San Martín, 2014). Es así, como en la comuna de Antuco, la concentración de datos en el PNLL la generan sus atractivos naturales, tales como, el volcán Antuco y la Laguna del Laja (Torres-Mura y Lemus, 1991).

Así, estos estudios se han enfocado mayoritariamente en la geología del Volcán Antuco (e.g., Moreno *et al.*, 1984; Moreno *et al.*, 2000; Romero *et al.*, 2022), y en muy menor grado a la vegetación, como la publicación del catálogo florístico de Rondanelli *et al.*, (2000), o el análisis del polen que describe dominancia de plantas en cojín, descrito en la tesis de pregrado no publicada de Lagos (2017), solo hay una única excepción fuera del PNLL, donde Badano *et al.*, (2002), describen dominancia de la estepa altoandina, sin embargo, este trabajo fue realizado en el sector del Complejo Fronterizo Pichachén, que está próximo al área de estudio. Por lo tanto, en la periferia del PNLL que corresponde a la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio (Figura 1) al sur-este del volcán Antuco, prácticamente no existen datos en cuanto de la vegetación, y menos de su fauna, donde solo destacan datos sobre restos fósiles de individuos del orden de Notoungulata asociados a la formación Cura Mallín, hacia el sureste de la laguna del Laja y el volcán Antuco (Solórzano, 2024).

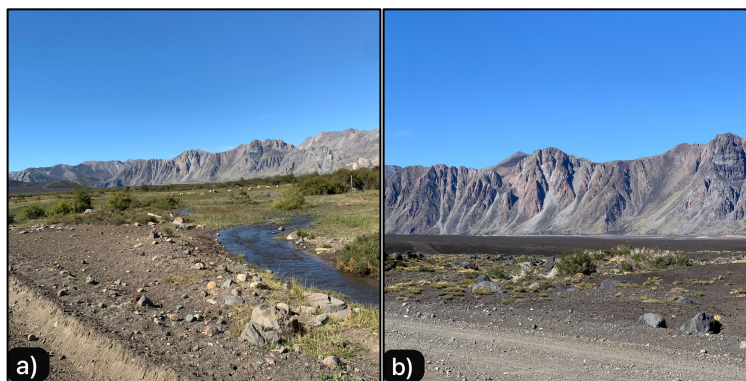


Figura 1. Paisajes entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio con vegetación asociada. **a:** Vegetación de estepa altoandina y pequeño curso de agua. **b:** Sector abierto con escasa vegetación. (Fuente: Fotografías tomadas por, Fernanda Urra el día 27 de Marzo del 2024).

El sector Los Barros es descrito por Urrutia (2018), como Centro Volcánico Los Barros, con una edad entre los 5.000 y 3.000 A.P (Moreno *et al.*, 1984). La zona se asocia a una composición de sustrato integrada por relieves y suelos compuestos de grandes zonas de lava y ceniza volcánica reciente (CONAF, 1993). A raíz de que el área entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio se encuentra en campos ajenos al PNLL, se desprende de la literatura la vegetación y fauna asociada. Así, por ejemplo, en las cercanías del sector, precisamente en el valle del complejo fronterizo, paso Pichachén ($37^{\circ}27' S$, $71^{\circ}18' O$), y a 1.900 m de la cordillera andina, existe un ecosistema de estepa altoandina, predominado por la presencia de especies en cojín (*Oreopulus glacialis*), arbustos (*Acaena* sp.), especies subarborescentes del género *Adesmia*, gramíneas y hierbas anuales (Badano *et al.*, 2002; Mann, 1964; Pisano, 1966 y Gajardo, 1994). Adicionalmente, Reise y Venegas (1987), en su publicación describen micromamíferos en los alrededores del refugio de la Universidad de Concepción ($71^{\circ}18' S - 37^{\circ}12' W$), cuyas características vegetacionales son la presencia aislada del arbusto *Nothofagus antartica* (“ñirre”) y de los géneros *Ribes* sp. y *Festuca* sp. Por tanto, mediante estos datos y las características fitogeográficas de la Figura 1, se puede inferir un ecosistema de estepa dominante.

La información de la fauna en la zona se basa en diversas fuentes de información del PNLL. En ese contexto, destacan diversas tesis, como por ejemplo la de pregrado realizada por Soto (2014), que estudia los roedores del parque, citando entre otros las

especies *Abrothrix longipilis* (“ratón peludo”) y *Oligoryzomys longicaudatus* (“ratón de cola larga”). Así también, Espinoza y Verdugo (2013), señalan los efectos negativos de los roedores exóticos *Rattus rattus* (“rata negra”), *R. norvegicus* (“guarén”) y *Mus musculus* (“laucha común”) sobre su alimentación de fauna nativa. Además, Lepe y González (2014), estudiando la dieta de *Lycalopex culpaeus* (“zorro culpeo”) y *Tyto alba* (“lechuza blanca”) describieron la presencia de roedores, lagomorfos y artrópodos en sus dietas. Por otra parte, Torres-Mura y Lemus (1991), describieron la avifauna acuática del Lago Laja compuesta por 25 especies, donde cinco de ellas son típicamente andinas.

Aun cuando la mayoría de los reportes corresponde a estudios centrados en el PNLL, sigue escaseando la información sobre mamíferos. Solo hay un estudio publicado, pero que fue realizado en el sector “La cortina”, formando parte del Parque Nacional Laguna del Laja y no de la estepa altoandina entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio. Este es el estudio de Reise y Venegas (1987), que se enfoca en algunos micromamíferos roedores. Dichos autores citan la presencia de las especies: *Abrothrix longipilis* (“ratoncito lanudo”), *Paynomys macronyx* (“ratón topo”), *Geoxus valdivianus* (“ratón topo valdiviano”), *Loxodontomys micropus* (“pericote austral”), y *Euneomys mordax* (“rata sedosa”). Aunque, tal como se señaló anteriormente, estos son datos específicos de mamíferos de pequeño tamaño (micromamíferos), más no de los mesomamíferos.

d) Mamíferos

La clase Mammalia incluyen a los monotremas, marsupiales y placentarios (Martinelli *et al.*, 2021). Dentro de sus características principales destaca la alimentación de sus crías a través de las glándulas mamarias de la hembra, el cuidado parental de las crías, la regulación de la temperatura corporal por un alto metabolismo (endotermia), vellosidades, encéfalo muy desarrollado, en su mayoría son vivíparos, a su vez, con una diferenciación conductual y morfológica para la obtención de alimento, desplazamiento y reproducción (Sánchez *et al.*, 2014). Este grupo cuenta con una gran multiplicidad morfológica, la que les permite adaptarse para sobrevivir a los cambios ambientales y de hábitat (Abdelghany, 2019).

Los mamíferos son en gran parte animales terrestres no voladores (excepción son los murciélagos). Este orden que derivó evolutivamente de reptiles cotilosaurios (Iriarte, 2008), es aún más interesante, debido a que compartieron parte de la vida en la tierra con los dinosaurios y ocuparon los nichos disponibles cuando estos se extinguieron. Lo anterior, caracteriza el tipo de comportamiento en comparación con sus antepasados reptiles, al ser homeotermos y tener una conducta más activa (Valentine, 1978). Es así, como los mamíferos del mundo actual son solo una pequeña parte de las especies pasadas que datan hace unos 200 millones de años atrás. Desde allí, muchos han evolucionado y otros se han extinguido siendo los mamíferos que vemos hoy, vestigios de otras familias que también presentaban características que los diferenciaban, como su morfología y tamaño (Savage y Long, 1991).

Estas cualidades internas y externas les permiten ser exitosos en casi todos los ecosistemas del mundo (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014), como desiertos, bosques, tundras y montañas (Iriarte, 2008). Asimismo, en función al tamaño se pueden reconocer macromamíferos, micromamíferos y mesomamíferos. Los macromamíferos son aquellos sobre los 25 kg, los micromamíferos bajo los 2.5 kg y los mesomamíferos, entre los 2.5 a 25 kg (Becker *et al.*, 2013). Por tanto, los mesomamíferos se pueden definir como animales de tamaño medio, los cuales pueden variar entre roedores de gran tamaño como los capibaras y los carnívoros, que en general, se pueden identificar a simple vista (Cueva *et al.*, 2010). Este grupo presenta una variedad morfológica y funcional que responde a sus requerimientos específicos de alimentación y hábitat, colocándolos en una posición trófica que equilibra los ecosistemas (Cisterna, 2017). No obstante, puede resultar negativo para ellos, debido a que sus requerimientos específicos los vuelven sensibles ante los cambios ambientales (Franco *et al.*, 2013).

e) Mesomamíferos

El territorio chileno posee una amplia riqueza de mamíferos terrestres, definiendo la riqueza como el número de especies que habitan en una comunidad (Smith y Smith, 2007). Esta mastofauna terrestre se encuentra desde el altiplano del norte hasta las extensas y bajas estepas patagónicas del extremo sur, desde el oasis del desierto hasta la exuberante selva del sur (Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009).

Si bien el grupo de mamíferos está en todos los entornos del país, escasea la información que define características generales en medidas para este grupo. La literatura describe megamamíferos de tiempos antiguos, como los milodontes, con un tamaño aproximado a 3 mt desde la cabeza a la cola (Alvarado, 1986), pero en nuestro país contamos con otros mamíferos de gran tamaño que superan el tamaño de los milodontes, por ejemplo, la ballena azul reportada al sur de Chile (Rau *et al.*, 2021).

Como se señalaba, existen mamíferos pequeños, grandes y medianos. Pero, no hay medidas (solo gramos) que se utilicen como regla general para distinguirlos. Así, algunos autores han indicado sus propios criterios de tamaño, por ejemplo, Becker *et al.*, (2013), señalan a los mesomamíferos entre los 2,5 a 25 kg. En este escenario, algunos mesomamíferos de la estepa altoandina serían por ejemplo el “zorro culpeo” (*Lycalopex culpaeus*), el “zorro chilla o gris” (*L. griseus*), la “vizcacha” (*Lagidium viscacia*), el gato colocolo (*Leopardus colocolo*), el gato guiña (*Leopardus guigna*), el pudu (*Pudu puda*) y el “chingue” (*Conepatus chinga*) (e.g., Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009; Iriarte, 2008; Iriarte y Jaksic, 2012).

Pese a que gran parte de estos mesomamíferos son especies con un comportamiento más bien críptico, lo que resulta que sean difíciles de observar (Campos, 1996), según Elgueta *et al.*, (2006), algunos mesomamíferos silvestres del Biobío como el *Lycalopex culpaeus* (“zorro culpeo”) (Figura 2) pueden ir a asentamientos humanos en busca de recursos como el agua y comida.

El “zorro culpeo” es un mesomamífero que se distribuye ampliamente desde Colombia a Tierra del Fuego en la cordillera andina, habita en el país principalmente en estepas y matorrales. Su pelaje posee una distintiva coloración roja en sus extremidades, además de una larga y pomposa cola con una mancha negra en el extremo y en el dorso de la base. Con una alimentación generalista, se ajusta a los recursos disponibles del medio, variando entre aves, lagartijas, lagomorfos, insectos, roedores y frutos (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009). Debido a este amplio consumo, las heces cilíndricas de este cánido pueden poseer restos óseos, pelos y/o semillas en su interior (Muñoz-Pedrerros, 2011).



Figura 2. Fotografía del *Lycalopex culpaeus* en cámaras trampas. Este registro del “zorro culpeo” en el área de la estepa altoandina en horas de la tarde evidencia su característica coloración rojiza en las extremidades (Fuente: Fotografía capturada por, Fernanda Urra el día 25 de noviembre 2024).

A modo general, las especies medianas tienen amplios rangos de acción, desplazándose con mayor facilidad entre los parches de hábitat (Kufner y Giraudo, 2001). Entre estos está por ejemplo, *L. griseus* (“zorro chilla”) que habita en Chile en ecosistemas desérticos, de matorrales, estepas y zonas costeras. Su pelaje presenta colores blanquecinos y negros en el dorso, con una cola café y negruzca. La alimentación de este cánido varía entre insectos, lagartijas, roedores, aves, crías de lagomorfos y frutos. Además, depreda a otros mamíferos de tamaño medio como la “vizcachá” (*Lagidium viscacia*) (Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2000; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009) (Figura 3).

Por su parte, la “vizcachá” es un mesomamífero del orden Rodentia que ha sido descrito en forma discontinua en el país, habitando en las grandes altitudes de la cordillera de Los Andes. La dieta de este roedor varía entre pastos duros, herbáceas y gramíneas, tal como *Festuca* sp. (Iriarte, 2008; Marquet *et al.*, 1993). Debido a esta alimentación, sus depósitos fecales tienen una forma cilíndrica y poseen un pequeño tamaño (Galende y Raffaele, 2008).



Figura 3. Dibujo del roedor grande *Lagidium viscacia*. La “vizcacha” posee una cola de gran tamaño y pomposa. Es un animal complejo de observar a simple vista, principalmente debido a su preferencia por hábitats de difícil acceso, además, cuenta con un gran tamaño en comparación a otros roedores (Fuente: Dibujo por Bastián Urra).

Así como la “vizcacha” existen otras especies de mesomamíferos que han sido descritos en zonas cordilleranas y boscosas, como el *Conepatus chinga* (“chingue”) y el *Pudu puda* (“pudu”), la primera se distribuye en Chile desde las ciudades de Coquimbo a Osorno, y la segunda especie habita hacia el centro-sur del país. Ambos, el “chingue” y “pudu”, se han visto amenazados por la actividad humana, principalmente por la caza. Por un lado, el *C. chinga* presenta un pelaje negro con franjas blancas a los lados de la cabeza. Y, por otro lado, el *P. puda* es el cérvido más pequeño del mundo con un pelaje uniforme de tonalidad café (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009).

Adicionalmente, existen otros pequeños felinos que han sido descritos en estas áreas, tal como el *Leopardus colocolo* (“gato colocolo”) y el *L. guigna* (“gato guiña”), ambos poseen comportamientos crípticos, lo cual dificulta su avistamiento en el día. Estos pueden ser muy buenos cazadores de la *L. viscacia* (Lucherini *et al.*, 2009), y además, cuentan con un patrón de pelaje distintivo. Los dos felinos, el “gato colocolo” y el “gato guiña” poseen patrones característicos en sus pelajes. El primero cuenta con anillos de color café en sus extremidades, y el segundo está cubierto por un pelaje cubierto por manchas negras (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009; Iriarte y Jaksic, 2012).

El conocimiento sobre las generalidades de estas especies en muchas ocasiones permite inferir de su presencia y actividad en ciertos territorios, pero aún persiste la falta de información sobre la estancia y distribución de estos organismos en áreas particularmente remotas (MacCauley *et al.*, 2013, Raggi, 1993). Y, aunque existe un amplio listado de especies, géneros, familias y órdenes, en nuestro país aún existen áreas bastante inexploradas (e.g., Osgood, 1943; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009; D'Elía *et al.*, 2020).

En ese contexto, la estepa altoandina exhibe una falta de información sobre los mesomamíferos que allí habitan, pero en el caso particular de la Comuna de Antuco la información es prácticamente nula, y las potenciales especies asociadas (Tabla 1) con su respectiva biología (Tabla 2), son nada más que inferencias de obras generales de mastozoología (e.g., Osgood, 1943; Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009; Iriarte y Jaksic, 2012; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2000), informes anecdóticos sobre la flora y fauna de sectores aledaños (e.g., PLADECO, 2009; CONAF, 1993; Soto, 2014; Lepe y González, 2014; Espinoza y Verdugo, 2013), y listados como la guía de campo de Gómez del PNLL (2019), pero no son estudios en terreno sobre la estepa altoandina, sino de lugares y/o sectores asociados como el PNLL.

Por ende, en este ecosistema (Figura 1) es de vital importancia estudiar la posible presencia de estos potenciales mesomamíferos (Tabla 1). Ya que, los mamíferos que integran la Tabla 1 corresponden a individuos que podrían habitar en esta zona de forma natural (especies nativas), y no han sido introducidas (especies exóticas). A partir de estas especies nativas, se desprenden sus estados actuales en el país (Tabla 2), los cuales pueden requerir de estrategias de conservación, principalmente el *Lycalopex culpaeus*, el *Leopardus guigna* y el *Pudu puda*, dado sus estados vulnerables en el país.

Especie	Nombre vernacular	MMA	Fuente
<i>L. culpaeus</i>	Zorro culpeo	VU	CONAF (1993); Iriarte (2008); Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009); Elgueta <i>et al.</i> , (2006); PLADECO (2009).
<i>L. viscacia</i>	Vizcacha	LC	Osgood (1943); Mann (1978); Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009); CONAF (1993); Iriarte (2008).
<i>L. griseus</i>	Zorro chilla	LC	Iriarte (2008); Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009); CONAF (1993); PLADECO (2009).
<i>L. colocolo</i>	Gato colocolo	NT	CONAF (1993); Iriarte (2008); Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009); Elgueta <i>et al.</i> , (2006); PLADECO (2009).
<i>L. guigna</i>	Gato guiña	VU	Iriarte y Jaksic (2012); Iriarte (2008); Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009); Elgueta <i>et al.</i> , (2006).
<i>P. puda</i>	Pudu	VU	Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009); CONAF (1993); PLADECO (2009); Iriarte (2008).
<i>C. chinga</i>	Chingue	LC	Iriarte (2008); Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009); Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2000)

Tabla 1. *Especies de mesomamíferos citadas y/o inferidas desde diferentes fuentes para la estepa altoandina entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio en la Comuna de Antuco.* La lista del Ministerio del Medio Ambiente en Chile clasifica a las especies en los siguientes estados: EX (extinto); EW (extinto en estado silvestre); CR (peligro crítico); R (rara); EN (en peligro); EN-R (en peligro-rara); LC (preocupación menor); VU (vulnerable); VU-R (vulnerable-rara); NT (casi amenazada); DD (datos insuficientes). La lista puede ser revisada en la página web (<https://clasificacionespecies.mma.gob.cl>).

En Chile, el Reglamento para la Clasificación de Especies categoriza los estados de las especies aquí asociadas (Tabla 1), donde algunos de estos individuos cuentan con estados menos preocupantes. Por ejemplo, la “vizcacha”, el “zorro chilla” y el “chingue”, las cuales se encuentran en cierto grado seguras (LC = preocupación menor); sin embargo, existen otros estados más preocupantes como el “gato colocolo” (NT = casi amenazada). Aún más, se encuentran especies con estados más alarmantes que las anteriores, siendo integrados por el “zorro culpeo”, el “gato guiña” y el “pudu”. Estas últimas tres especies en estado de vulnerabilidad (VU), demuestran su amenaza a la extinción en estado silvestre de 10% en 100 años (Squeo *et al.*, 2010).

Especie	Patrón de actividad	Ambiente	Dieta	Peso (Kg)	Largo (cm/m)	Hogar (km ² /m)
<i>Lycalopex culpaeus</i>	C, N	DAMB	Omnívora	6-10	1,4-2,3 (m)	4,5-9 (km)
<i>L. griseus</i>	C, D	DAM	Omnívora	2,5-4,5	1 (m)	3-4 (km)
<i>L. viscacia</i>	C, D	R	Herbívora	1-3	80 (cm)	40 (m)
<i>L. colocolo</i>	N	AM	Carnívora	2-4	0,7-0,96 (m)	11-55 (km)
<i>L. guigna</i>	N	MB	Carnívora	1,2-2,5	0,6-0,7 (m)	1,3-7,0 (km)
<i>P. pudu</i>	D	B	Herbívora	9,6	89 (cm)	10,2 (km)
<i>C. chinga</i>	C, N	AMB	Omnívora	3,5	55 (cm)	1,5-5 (km)

Tabla 2. *Biología y morfometría de las especies citadas de la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio en la comuna de Antuco.* El patrón de actividad diaria se subdivide según Iriarte y Jaksic (2012), en tres criterios, estos son C: Crepuscular, D: Diurno, N: Nocturno, cuando no cumple con las categorías se categoriza como catemeral. Las especies están asociados a algunos ambientes de preferencia o han sido descrito en ellos, tales como R: Roqueríos, D: Desierto, A: Abierto, M: Matorral, B: Bosque. (Fuente: tabla modificada de Iriarte y Jaksic, 2012).

En general, existen áreas en Chile que aún no han sido estudiadas en cuanto a la conformación de su propia mastofauna (e.g., Muñoz-Pedreros y Yáñez, 2009; Osgood, 1943; Iriarte, 2008; D'Elía *et al.*, 2020). Aún más, en lugares con un clima severo y de difícil acceso, la información sobre estos y otros vertebrados es precaria, lo que agrava los problemas de conservación o en la toma de medidas al respecto (Simonetti *et al.*, 1995). Vila *et al.*, (2004), señalan que hay especies que habitan en áreas externas a los lugares protegidos, y se deben propiciar los esfuerzos para garantizar su conservación, adoptar medidas de manejo más aún en áreas desconocidas. En ese contexto, conforme a las características poco descritas en la estepa altoandina de la comuna de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, la investigación propuesta se alza como necesaria y aportaría al gap de información sobre la riqueza de mamíferos en esta zona precordillerana del país.

CAPITULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO

Enfoque

El proceso investigativo tiene como propósito final producir conocimiento a través de la resolución del problema establecido al inicio del estudio (Balbastre y Ugalde, 2013). De esta forma, se utiliza el enfoque cuantitativo (Hernández, 2014), fundamentando las conclusiones mediante el método hipotético-deductivo (Sánchez, 2019).

Método

Bajo el contexto del estudio, el método es exploratorio debido a que el objetivo es examinar una problemática de investigación escasamente estudiada, es decir, la literatura revela escasas ideas relacionadas con el problema planteado (Hernández, 2014).

Unidad temporal

De carácter longitudinal, debido a que los datos se registrarán continuamente a través del tiempo (Hernández, 2010). En el caso particular de esta investigación, se evaluará desde el 28 de octubre hasta el 31 de diciembre 2024, que corresponden a los meses de la estación climática de primavera 2024.

Diseño del estudio

La investigación es de tipo no experimental, puesto que utiliza una técnica no invasiva para la toma de datos, como lo es el de fototrampeo (Rowcliffe *et al.*, 2008), donde las variables no son manipuladas (Hernández, 2010).

Propósito del estudio

Se entiende como la finalidad de la investigación (Hernández, 2010). En esa línea, el objetivo principal del estudio es generar antecedentes sobre primero, la riqueza de especies (mesomamíferos) y segundo, sus patrones de actividad diarios en el ecosistema de la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio.

Alcance de estudio

De tipo exploratorio, pues el problema es escasamente estudiado (Hernández, 2014) dado que a la fecha no existen antecedentes ni registros de los mesomamíferos en la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, comuna de Antuco.

Unidad de análisis

Se define como un elemento de estudio (Hernández, 2010), por tanto, la unidad corresponde a la riqueza y patrón de actividad diaria de los mesomamíferos registrados durante la primavera (octubre, noviembre y diciembre 2024) de la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, comuna de Antuco.

Población

La población es descrita como un grupo de casos que concuerdan con determinados aspectos, de los cuales se desea generalizar los datos obtenidos (Hernández, 2014). Por tanto, la población son los mesomamíferos terrestres de la estepa altoandina en la comuna de Antuco.

Muestra

La muestra es el material fotográfico y audiovisual registrado de los mesomamíferos terrestres de la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio. Representa un subgrupo del universo escogido, sobre ella se registran datos representativos de dicha población (Hernández, 2010).

Variables

Hernández (2014), la define como una propiedad que es posible medir. En este contexto, se presentan variables dependientes e independientes.

a) Variable dependiente: Riqueza de mesomamíferos y sus patrones de actividad diarios en la estación climática de primavera (octubre, noviembre y diciembre) 2024 de la estepa altoandina de la comuna de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio.

b) Variable independiente: Estación climática de primavera (octubre, noviembre y diciembre) 2024 en la estepa altoandina de la comuna de Antuco, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio.

Área de estudio

El estudio se realizó en la estepa altoandina entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio (distante a casi 14 km del complejo fronterizo, Paso Pichachén) en la comuna de Antuco, y al este de las faldas del macizo Sierra Velluda y del Volcán Antuco 3.385 m y 2.987 m respectivamente (Solórzano, 2021). Allí se distribuyeron nueve cámaras trampa en siete puntos de muestreo (Figura 4) (Anexo 1) y 21 km de distancia, con una a dos cámaras trampa por estación (Tabla 3) separadas como mínimo en 300 m. Los puntos están separados de 1,5 km a 5,1 km (Anexo 1), estos se asocian a roqueríos, vegetación y pequeños cursos de agua en una explanada tipo valles y en sectores de altura que variaron entre los 1400 m y 1600 m de altitud, según la aplicación Avenza Maps (<https://support.avenzamaps.com/hc/en-us>). Cabe destacar que el área de estudio no pertenece al Parque Nacional Laguna del Laja (PNLL), por ende, las especies son inferidas y/o asociadas según las fuentes descritas en la Tabla 1.



Figura 4. Área de estudio entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio. **a:** Área de estudio ubicada al este, desde la ciudad de Los Ángeles. **b:** Siete puntos de muestreo.

Técnica de trabajo de campo

El trabajo de campo se desarrolló desde el día 28 de octubre hasta el 31 de diciembre 2024 en primavera, instalando nueve cámaras trampa. En este tiempo se colectó evidencias

de posibles mesomamíferos en la zona según, Iriarte y Jaksic (2012). Las huellas, heces y restos óseos fueron medidas y fotografiadas, solo los dos últimos se guardaron en una bolsa de papel (por humedad) y luego, se depositaron en el Laboratorio de Biología de la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles. Debido a la estepa altoandina (arbustos y matorrales bajos) se utilizaron soportes de madera y rocas del lugar para estabilizar las cámaras trampa (Anexo 2).

Cámaras trampa (CT)

Las cámaras trampa son dispositivos que por 24 hrs registran material fotográfico y/o audiovisual. Es una técnica no invasiva donde las cámaras se activan automáticamente cuando detectan calor o movimiento. Las imágenes proporcionan la hora, fecha, y temperatura (en °C y °F) de cada imagen y video. Esta técnica se utiliza en ecología y conservación para investigar la riqueza de especies, su distribución y los patrones de actividad (McCallum, 2013; Hernández, 2023). Además, facilita el registro de mamíferos crípticos y de hábitos nocturnos (Rowcliffe *et al.*, 2008). En este estudio, se utilizaron cámaras trampa de los modelos HC-808A, G600-4K y ODE-Mini-B que requieren de ocho pilas AA, capturando cinco fotos y videos de 10 s. La memoria SD se examinó cada 15 días aproximados a partir del 01 de noviembre 2024. En cada revisión se cebó con jurel y avena con esencia de vainilla empleada como atrayente para carnívoros y herbívoros respectivamente.

Nº	Ambiente asociado	Altitud (m)	Punto	Coordenada cámara trampa
0	Roqueríos	1597	0	(-37.535596, -71.244016)
1	Curso de agua	1475	1	(-37.511434, -71.269650)
2	Curso de agua	1422	3	(-37.464478, -71.322394)
3	Curso de agua	1442	4	(-37.454292, -71.312964)
4	Vegetación	1495	1	(-37.512984, -71.269810)
5	Vegetación	1488	3	(-37.465251, -71.325859)
6	Vegetación	1501	5	(-37.412423, -71.295406)
7	Roqueríos	1537	2	(-37.499214, -71.284502)
8	Roqueríos	1438	6	(-37.376260, -71.324958)
9	Roqueríos	1464	6	(-37.377124, -71.325666)

Tabla 3. *Tabla de información sobre las cámaras trampa.* Las cámaras trampa se asociaron a ambientes del área de estudio, con su respectiva altitud, punto y coordenadas.

Análisis de los datos

Se analizaron solo registros independientes separados por 30 minutos o más (para evitar la documentación del mismo evento) de las nueve cámaras trampas. En esta línea, todos los registros están dispuestos en una tabla de registro diario (Anexo 3). Se identificaron las especies según la morfología descrita en libros de mastozoología (e.g., Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2000; Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009; Iriarte y Jaksic, 2012), y guías de mamíferos (e.g., Canevari y Vaccaro, 2007). En cuanto a las evidencias observadas en terreno (huellas, heces y restos óseos), solo se asignaron a tablas de presencia/ausencia por punto de muestreo. En base a los registros obtenidos, se determinó la riqueza de mesomamíferos y sus patrones de actividad diarios.

Atributos poblacionales:

Riqueza de especies (S):

Los registros de los mesomamíferos se dispusieron en tablas de presencia/ausencia, dividida en dos períodos de 15 días por mes (para cambiar pilas y memorias), pero solo se consideró el total mensual. Las tablas de presencia/ausencia otorgan el mismo valor a todos los datos (1=presencia o 0=ausencia) sin importar la cantidad de eventos que posean las especies (MMA *et al.*, 2021). Por tanto, para dar valor a los datos se consideró las sugerencias del MMA *et al.*, (2021), con el cálculo de Índices de Abundancia Relativa (IAR) en cada mes de primavera 2024, y en el total de los meses. Algunos (IAR) recomendados por el MMA *et al.*, (2021) incluyen el Esfuerzo de Muestreo de 430 noches activas (se calculó sumando las noches activas de todas las cámaras), es decir, el total de días en que cada cámara estuvo operativa, considerando aún aquellos días que no presenten registros, desde el 28 octubre al 31 de diciembre 2024 (Tabla 4); la Frecuencia Relativa de Fotografías (n° registros de la especie, dividido en el total de registros, multiplicado por cien), para determinar la especie más frecuente en el área; la Ocupación geográfica (n° de cámaras con registro de la especie, dividido en el total de las cámaras trampas, multiplicado por cien) (Escalante, 2003; Hernández-Pérez *et al.*, 2015; Lizcano *et al.*, 2016; MMA *et al.*, 2021). Mediante los registros se elaboraron gráficos en Excel.

Cámaras trampas			Días operativos por cada mes			Σ días totales
Nº cámara	Ambiente asociado	Punto	Octubre	Noviembre	Diciembre	
0	Roqueríos	0	NA	NA	13 - 31	19
1	Cursos de agua	1	28 - 31	01 - 30	NA	34
2	Cursos de agua	3	28 - 31	01 - 30	13	47
3	Cursos de agua	4	28 - 31	01 - 30	01 - 31	65
4	Vegetación	1	28 - 31	01 - 30	01 - 31	65
5	Vegetación	3	NA	25 - 30	01 - 13	18
6	Vegetación	5	NA	25 - 30	01 - 31	36
7	Roqueríos	2	28 - 31	01 - 30	01 - 31	61
8	Roqueríos	6	28 - 31	01 - 30	01 - 31	61
9	Roqueríos	6	NA	25 - 30	13 - 31	24

Tabla 4. Esfuerzo de muestreo de 430 noches activas en los siete puntos del área de estudio entre primavera 2024. Cada mes presenta los días de activación de cada cámara trampa, en ocasiones las cámaras no estaban instaladas por distintos motivos. Como por ejemplo, lugar de instalación indefinido en el sector (durante el mes de octubre), el robo de una cámara trampa y el retiro de dos cámaras trampas por intervención humana en la zona (en el mes de diciembre). Por ende, en estas situaciones el muestreo no aplica (NA).

Patrón de actividad (PA):

Para determinar el patrón diario de las especies, se consideró el horario de la puesta y salida del sol en la Comuna de Antuco durante primavera 2024 (<https://www.meteosolana.net/hora-de-salida-y-puesta-del-sol/3899525/>). Las categorías que subdividen el ciclo de 24 hrs son: Diurna (D) entre la salida y puesta del sol (06:00-21:00); Nocturnas (N) una hora después de la puesta del sol y una hora antes de la salida del sol (22:00-05:00) (González *et al.*, 2021). En cuanto a la categoría crepuscular, se consideró el estudio de Hernández *et al.*, (2018), como una hora antes y una hora después del amanecer (05:00-7:00), y una hora antes y una hora después del atardecer (20:00-22:00). Las especies nocturnas y diurnas deben poseer $\geq 70\%$ de sus registros totales, las especies crepusculares deben presentar en ambos horarios descritos $\geq 95\%$, aquellas especies que no coinciden con alguna categoría se consideraron catemerales. Por último, se calculó la moda para obtener el peak de actividad horaria.

CAPITULO 4: RESULTADOS

Análisis general de los datos

1) Riqueza de mesomamíferos

En primavera 2024, se registró a tres especies: *Lycalopex culpaeus* (“zorro culpeo”), *Lepus europaeus* (“liebre europea”) y *Lagidium viscacia* (“vizcacha”) (Figura 5).

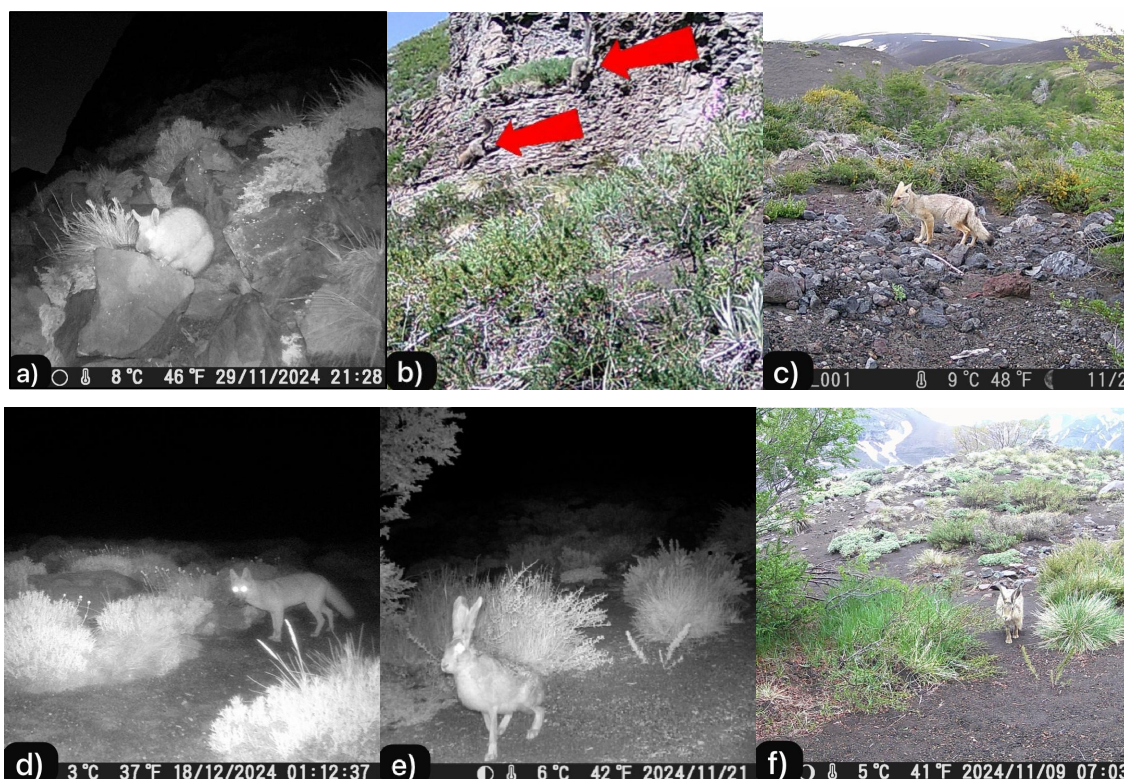


Figura 5. Mesomamíferos presentes en la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio durante los meses de fototrampeo. **a:** *L. viscacia* descansando sobre una roca. **b:** Dos individuos de *L. viscacia* desplazándose. **c:** *L. culpaeus* desplazándose. **d:** *L. culpaeus* con posiblemente un roedor en el hocico. **e:** *L. europaeus* dirigiéndose a un curso de agua. **f:** *L. europaeus* consumiendo pastos. (Fuente: Fotografías capturadas por, Fernanda Urra en primavera 2024)

1.a.a Presencia/Ausencia de mesomamíferos

En la estación de primavera (octubre, noviembre y diciembre) 2024, el “zorro culpeo”, la “vizcacha” y la “liebre europea” fueron avistados de continuo (Tabla 5). Existe al menos un avistamiento de algún mesomamífero durante cada mes en los puntos de muestreo (Tabla 6).

Orden/Familia	Especie	Octubre		Noviembre		Diciembre	
Carnivora/ Canidae	<i>L. culpaeus</i>	-	1	1	1	1	1
Rodentia/ Chinchillidae	<i>L. viscacia</i>	-	1	1	1	1	1
Lagomorpha/ Leporidae	<i>L. europaeus</i>	-	1	1	1	0	1

Tabla 5. Presencia (1) o ausencia (0) a partir del registro de cámaras trampa en la primavera, desde el 28 octubre al 31 diciembre 2024 en la estepa altoandina. Cada mes está separado según la revisión de registros del primer y segundo período (cada 15 días).

Semanas trampas	Punto 0	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
28 – 31 octubre	NA	a	c	a	0	NA	a
01 – 30 noviembre	NA	a, b	c	a	a	0	a, b
01 – 31 diciembre	a	a, b	c	0	NA	c	a, b

Tabla 6. Presencia de las especies en los puntos de muestreo durante primavera 2024. La presencia de las especies están categorizadas en, a: *Lycalopex culpaeus*; b: *Lepus europaeus*; c: *Lagidium viscacia*, y (0) con la ausencia de todas. Las semanas trampa dan cuenta del tiempo operativo de las cámaras trampa en los tres meses de muestreo. De los siete puntos, algunos no contaron con cámaras operativas, por ende, el muestreo no aplica (NA).

1.a.b Presencia-Ausencia de evidencias

Durante primavera 2024 se halló en todos los puntos de muestreo alguna evidencia, como por ejemplo, huellas, heces y restos óseos (Figura 6). Las heces y huellas fueron identificadas, sin embargo, esto no fue posible para los restos óseos, que en algunos casos fueron pequeños extractos descubiertos en el suelo, o entre las heces. Así, el diámetro de las heces del “zorro culpeo” (*L. culpaeus*) está entre 1,5 (cm) \pm 2,5 (cm), la feca colectada para el “puma” (*Puma concolor*) mide 3,7 (cm) y las huellas medidas del *L. culpaeus* se aproximan a 6,0 (cm), destacando la marca de garras en ella (familia canidae).

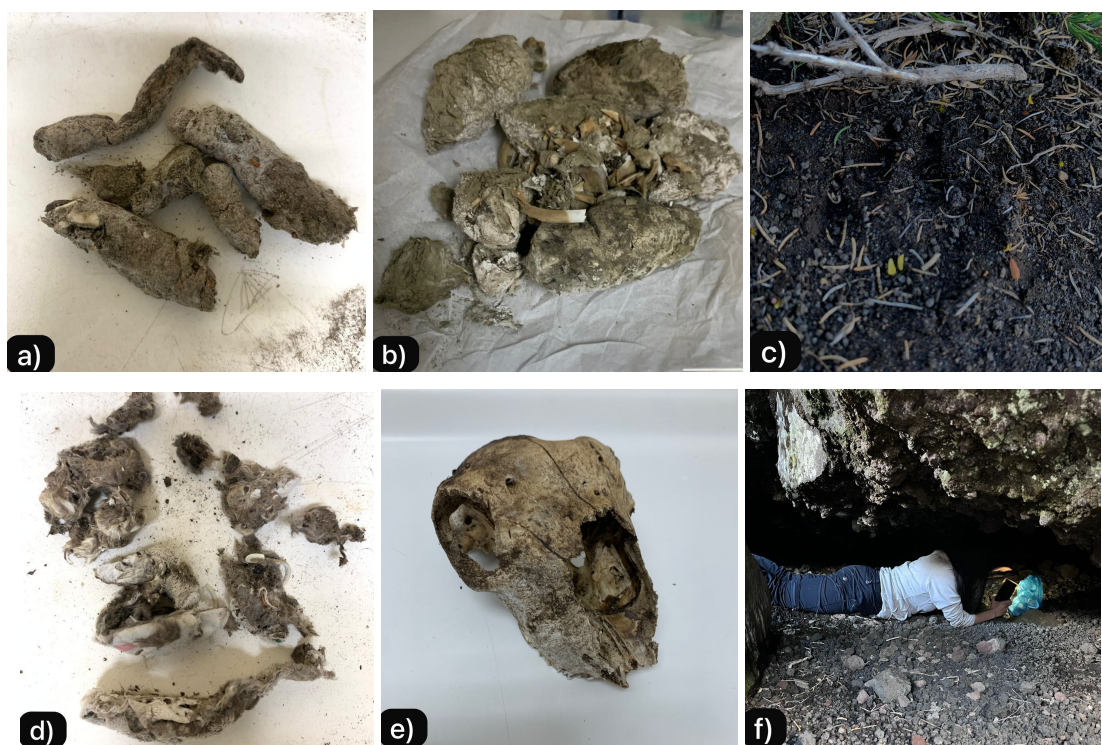


Figura 6. Evidencias observadas, medidas y recolectadas durante el trabajo de campo en el área y período de estudio. **a:** Deyección de “zorro” (2,0 cm ancho) con restos óseos y pelos en el segundo punto. **b:** Feca de “puma” (3,7 cm ancho) muy seca, con restos óseos en el segundo punto. **c:** Huella de “zorro” (6 cm aproximados de largo) en el quinto punto. **d:** Feca de “zorro” (1,8 cm ancho), con trozos de género en el sexto punto. **e:** Resto óseo, posiblemente de “oveja” en el sexto punto. **f:** Colecta de restos óseos y heces al interior de una cueva, en el sexto punto. (Fuente: Fotografías capturadas por, Fernanda Urrea en primavera 2024).

1.b Frecuencia Relativa de Fotografías

El período de muestreo alcanzó un total de 46 registros (Tabla 7), donde el *L. culpaeus* (n = 24 eventos totales) representó el mayor valor con el 52% de éstos, mientras que la *L. viscacia* obtuvo el menor valor para este ítem (Figura 7).

Spp.	Oct	Nov	Dic	No. Registros totales	Frecuencia relativa de fotografías
<i>Lycalopex culpaeus</i>	2	12	10	24	52%
<i>Lepus europaeus</i>	1	9	2	12	26%
<i>Lagidium viscacia</i>	1	2	6	10	22%

Tabla 7. Frecuencia relativa de fotografías para los mesomamíferos detectados en primavera 2024.

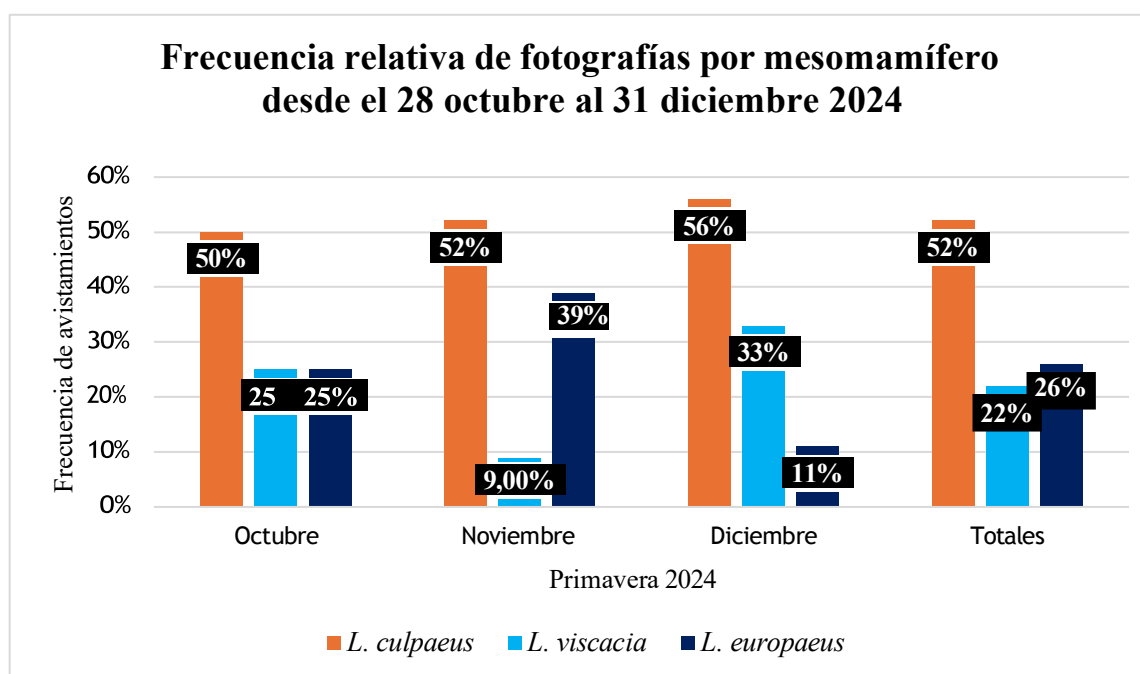


Figura 7. Frecuencia relativa de fotografías de los mesomamíferos en las cámaras trampas durante los meses de primavera 2024.

1.c Ocupación Geográfica

Con un total de nueve cámaras trampas distribuidas en siete puntos diferentes durante la primavera, la especie con mayor ocupación geográfica en el área es el *L. culpaeus* (78%), estando presente en siete cámaras y cinco puntos de muestreo (Tabla 8). Mientras que la *L. europaeus* (33%) y *L. viscacia* (22%) continúan ambas con la menor ocupación (Figura 8), estando presente en dos cámaras, cada una en un punto de muestreo.

Spp.	Punto con avistamiento positivo	Cámara trampa con registro positivo	Total de cámaras con registros positivos	Ocupación
<i>Lycalopex culpaeus</i>	0, 1, 3, 4, 6	0, 1, 2, 3, 4, 8, 9	7	78%
<i>Lepus europaeus</i>	1, 6	1, 4, 8	3	33%
<i>Lagidium viscacia</i>	2, 5	5, 7	2	22%

Tabla 8. Ocupación en puntos de muestreo y cámaras trampas durante primavera 2024.

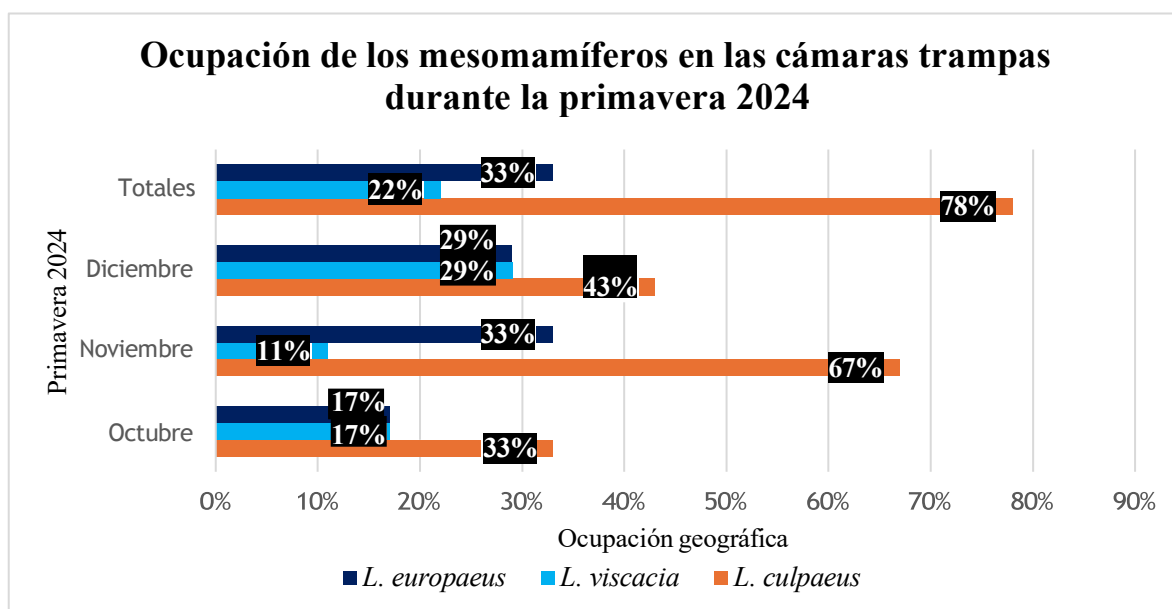


Figura 8. Ocupación geográfica de los mesomamíferos en las cámaras trampas en el área de estudio durante los meses de primavera 2024.

A pesar de que la ocupación no incluye el número de registros por cada cámara trampa, la cantidad obtenida de fotografías refleja la mayor ocupación de los mesomamíferos entre los parches de hábitat, o también llamados “puntos de muestreo”. Así, a partir de los registros totales, durante primavera 2024 destaca el primer punto con mayor ocupación de hábitat con 17 eventos entre *L. culpaeus*, donde la especie *L. europaeus* (n=10) representa la mayor cantidad. De esta forma, en cada punto se obtuvo al menos un registro de un mesomamífero (Figura 9).

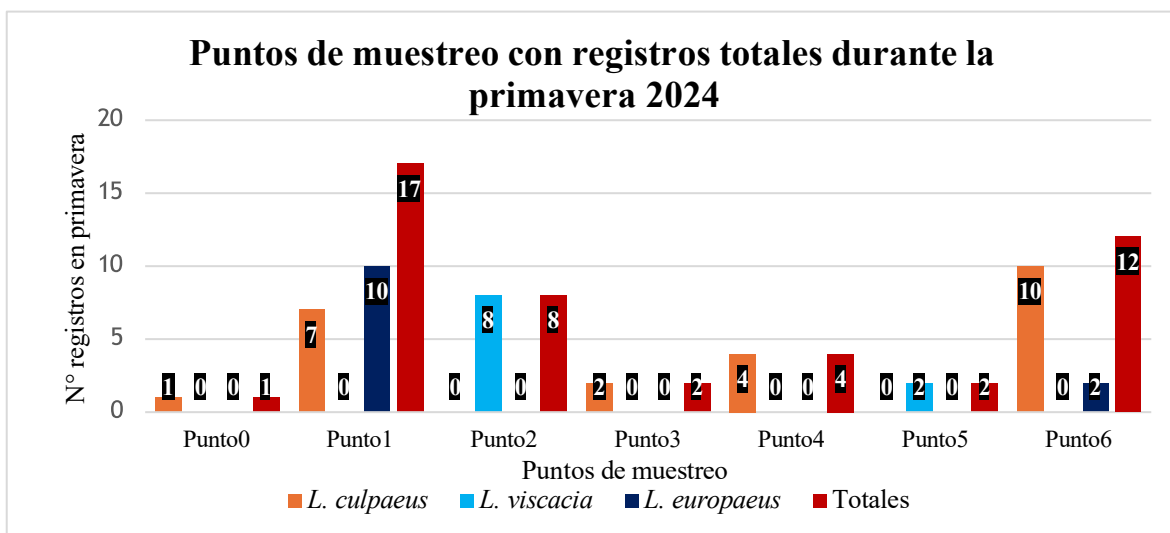


Figura 9. Distribución de capturas en los siete puntos de muestreo del área de estudio durante primavera 2024.

2) Patrón de Actividad de Mesomamíferos

En esta estación, el “culpeo”, la “liebre” y la “vizcacha” obtuvieron 10 o más registros (Tabla 9), y fueron categorizados (Tabla 10).

a) *Lycalopex culpaeus*: su patrón de actividad del ciclo diario fue catemeral con menos del 70% de sus registros en alguna categoría. El “culpeo” presentó un rango horario desde las 08:00 am hasta las 05:00 am; su tendencia está sesgada hacia la noche (58%), pero con una importante actividad durante el día (21%) y en el crepúsculo (17%). En el horario crepuscular de 05:00 – 07:00 hrs no presentó registros, sin embargo, en el crepúsculo de 20:00 – 22:00 hrs obtuvo cuatro registros que corresponden al 17% de su totalidad. Además, la moda indica que la especie presentó un peak horario entre las 23:00 – 00:00 hrs con cuatro eventos en este horario.

b) *Lepus europaeus*: el patrón de actividad del ciclo diario de la “liebre” se categorizó como catemeral, ya que, al igual que el “culpeo”, no alcanzó el 70% \geq de sus registros totales en alguna categoría. Su rango horario estuvo entre las 18:00 a 08:00 hrs, con una actividad apreciable en el día (42%), en el crepúsculo (42%) y la noche (33%). En horarios crepusculares de 05:00 – 07:00 y de 20:00 – 22:00 hrs poseen 17% y 25% respectivamente. Los horarios activos indican una tendencia bimodal, debido a que cuenta con dos horarios peak, entre las 21:00 – 22:00 hrs y entre las 07:00 - 8:00 hrs.

c) *Lagidium viscacia*: el patrón de actividad diario de la “vizcacha” es catemeral, con un rango horario de 09:00 a 06:00 hrs. La “vizcacha” evidenció un comportamiento fuertemente nocturno (60%), con una relevante actividad diurna (20%). En la categoría crepuscular obtuvo un registro en ambos rangos de 05:00 – 07:00 hrs y 20:00 – 22:00 hrs (20%). La actividad es trimodal con tres horarios peak, en las horas de 09:00 – 10:00 hrs, de 22:00 – 23:00 hrs y en las 00:00 – 01:00 hrs.

Horas	N° registros <i>L. culpaeus</i>	N° registros <i>L. viscacia</i>	N° registros <i>L. europaeus</i>
10:00-11:00	1		
13:00-14:00	1		
16:00-17:00	1		
17:00-18:00	1		
18:00-19:00	1		1
20:00-21:00	1		1
21:00-22:00	3	1	2
22:00-23:00	2	2	
23:00-00:00	4	1	1
00:00-01:00	1	2	
01:00-02:00	1		1
02:00-03:00	1		1
03:00-04:00	2	1	
04:00-05:00	3		1
05:00-06:00		1	1
06:00-07:00			1
07:00-08:00			2
08:00-09:00	1		
09:00-10:00		2	

Tabla 9. Registros horarios de los mesomamíferos de la estepa altoandina entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio durante la primavera 2024.

Spp.	N° eventos	N	D	C	Mo (horario más frecuente)	Categoría
<i>L. culpaeus</i>	24	(58%)	(29%)	(17%)	(23:00-00:00)	Caternal
<i>L. viscacia</i>	10	(60%)	(20%)	(20%)	(09:00-10:00) (22:00-23:00) (00:00-01:00)	Caternal
<i>L. europaeus</i>	10	(33%)	(42%)	(42%)	(21:00-22:00) (07:00-08:00)	Caternal

Tabla 10. Patrón de actividad diarios de los mesomamíferos detectados en primavera 2024 de la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio. Los eventos se clasifican en las categorías Nocturna (N), Diurna (D) y Crepuscular (C), donde la moda (Mo) refleja los horarios peak por especie.

Otros vertebrados

Aunque no fue parte del objetivo de este seminario, igualmente las cámaras trampa registraron una diversidad de otros vertebrados que no forman parte del grupo de los mesomamíferos (Figura 10). Las lagartijas (clase Reptilia) obtuvieron un gran número de registros (n = 73 registros); la avifauna (todas spp indeterminadas) continúa (n = 39); los roedores de las especies *Rattus rattus* (“rata negra”) (n = 3) y *Loxodontomys micropus* (“pericote austral”) (n = 13). Adicionalmente, se registraron invertebrados que pertenecen al orden Lepidóptera (n = 7). Si bien estos eventos son importantes, y, según la literatura, pueden formar parte de la dieta del “zorro culpeo”, estos no forman parte del objetivo de este estudio.

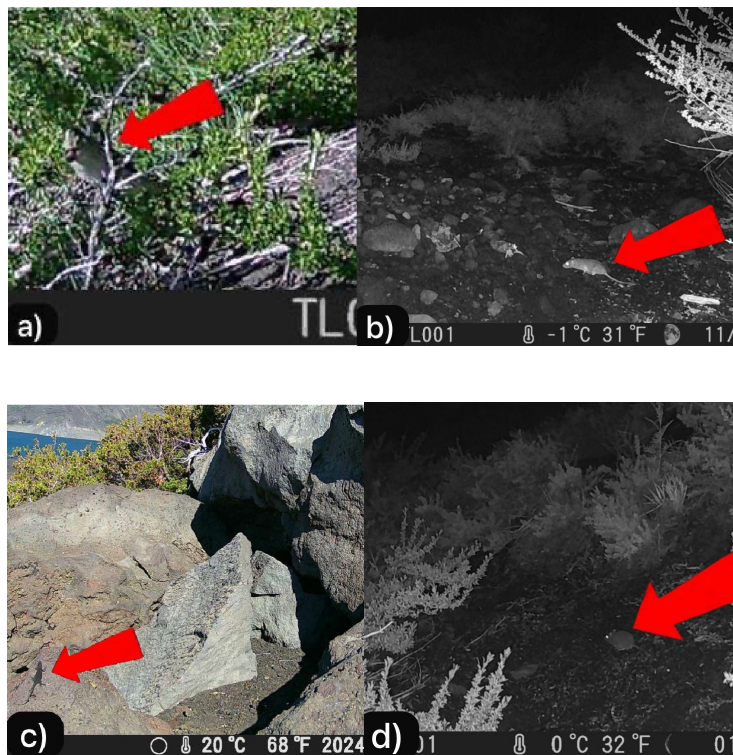


Figura 10. Otros vertebrados presentes en el área y periodos de estudio. **a:** Ave alimentándose de *Gaultheria mucronata* (“chaura”). **b:** “Rata negra” desplazándose. **c:** “Lagartija” asoleándose. **d:** “Pericote austral” consumiendo cebo.

CAPÍTULO 5: Discusión

Riqueza de mesomamíferos en el área de estudio.

Este estudio es el primero en estimar la riqueza y patrones de actividad de los mesomamíferos de la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio en la comuna de Antuco en el Biobío. Allí, tres especies de mesomamíferos fueron registradas, con el “zorro culpeo” y la “vizcacha” como representantes nativos y la “liebre europea” como especie exótica. De éstas, las dos primeras habían sido inferidas por los mapas de distribución disponibles en la literatura, los cuales se solapan con nuestra área de estudio (e.g., Osgood, 1943; Mann, 1978; Muñoz-Pedreros y Yáñez, 2000, 2009; Iriarte, 2008: Tabla 1). Con respecto a la “liebre”, esta fue la única exótica aquí registrada por fototrampeo, cuya presencia en la zona no coincide con la literatura consultada en la Tabla 1 (e.g., Mann, 1978; PLADECO, 2009). En esta línea, Jaksic (2023), indica que no existe un repositorio de datos en Chile que mencione claramente su distribución y abundancia. Pese a esto, se ha señalado que este lagomorfo está presente a lo largo del país (e.g., Iriarte, 2008; Cossíos, 2004; Bonino *et al.*, 2010 y MMA, 2024), por lo que confirmamos su presencia en esta zona. Igualmente, los mapas de distribución (e.g., Iriarte, 2008; Iriarte y Jaksic, 2012), dan luces de otros carnívoros en el Biobío, los cuales tampoco fueron registrados. Tal como el *Lycalopex griseus* (“zorro chilla o gris”) que se ha descrito en el Biobío (e.g., Muñoz-Pedreros y Yáñez, 2009; CONAF, 1993; PLADECO, 2009). Ambos, el “chilla” y “culpeo” por su alta superposición trófica (lagomorfos, roedores, frutos, artrópodos) tienden a segregarse para evitar la competencia (e.g., Fuentes y Jaksic, 1979; Johnson y Franklin, 1994; Medel y Jaksic, 1988; Iriarte y Jaksic, 2012), estando el “chilla” en la Cordillera de la Costa y el “culpeo” en la de Los Andes (Iriarte, 2008). Así también, se asocian al área los felinos: *Leopardus guigna* (“gato hüña”) y *L. colocolo* (“gato colocolo”). Estos felinos poseen bajas densidades, y comportamientos crípticos, siendo esquivos y complejos de estudiar (Iriarte y Jaksic, 2012; Kaiser *et al.*, 2022). Sin embargo, se han registrado en CT. Como *L. guigna* hacia el centro-norte de Chile (e.g., Napolitano *et al.*, 2020). También, Rau *et al.*, (2015) y Castro-Pastene *et al.*, (2021), el primero en el extremo norte del país, y el segundo en la estepa andina (Maule).

De manera similar, existen otras especies que fueron inferidas en la Tabla 1, pero no registradas. Estas especies optan por mayor cobertura vegetal y disponibilidad de alimento según autores (e.g., Castillo, 2010; Iriarte, 2008; Stott, 2003). Como por ejemplo, el “pudu” (*Pudu puda*) (Iriarte, 2008); el “chingue” (*Conepatus chinga*) (e.g., Castillo, 2010). Y, finalmente, el “conejo común” (*Oryctolagus cuniculus*) (Stott, 2003), que fue observado directamente (sin uso de cámaras trampa) en el sector Los Barros. Al igual que la “liebre”, este no coincide con información de la Tabla 1 (e.g., CONAF, 1993; PLADECOC, 2009; Mann, 1978). Aunque según Stott (2003), el “conejo común” prefiere áreas con vegetación más alta, *O. cuniculus* y *L. europaeus* pueden llegar a compartir sus hábitats, actuando diferente para evitar a sus depredadores, de modo que el “conejo” se inclina por mayor cobertura vegetal (camuflaje), y las segundas escogen áreas abiertas de vegetación baja (escape). En consecuencia, de las especies no registradas por fototrampeo, podríamos posiblemente evidenciarlas al extender el rango de muestreo y/o número de cámaras trampa, incluso si se fototrampean zonas cercanas y más boscosas. En virtud de tres mesomamíferos confirmados por CT, el fototrampeo resultó ser una buena alternativa para identificar algunas de las especies presentes (Vila *et al.*, 2016; Contreras *et al.*, 2008; Hernández *et al.*, 2018).

Riqueza de otras especies no mesomamíferos en la zona de estudio.

Mediante el fototrampeo se evidencia una variedad de organismos que no fueron parte del objetivo de muestreo, pero, pueden ser detectadas (MMA *et al.*, 2021). Tales como, lagartijas del género *Liolaemus*, roedores de las especies *Rattus rattus* (“rata negra”) y *Loxodontomys micropus* (“pericote austral”), artrópodos de posiblemente la especie *Castnia eudesmia* (“Mariposa del chagual”), y aves (indefinidas). Esto se ajusta a lo que señala Jara-Arancio (2010), donde los ecosistemas altoandinos representan una variedad de hábitats, organismos, recursos y funciones. Y, aunque no fue el objetivo del estudio, se confirmó el registro por evidencia (heces) del “Puma” (*Puma concolor*), un felino cuyo estado de conservación según el MMA (2021) y la IUCN es, NT (casi amenazado) y LC (preocupación menor pero decreciendo) respectivamente. Esta especie se ha reportado a través de informes anecdóticos en la zona (e.g., PLADECOC, 2009). La feca muy deshidratada (Figura 7b) estaba sobre una ladera de piedras en el punto dos (Anexo 1b), donde igual se registró a la

“vizcacha” (Figura 5a). Probablemente el “puma” frecuenta (o frecuentaba) dicha zona en busca de alimento, ya que la “vizcacha” es una fuente importante de su dieta (Pessino *et al.*, 2001).

Frecuencia relativa de mesomamíferos.

La frecuencia de los mesomamíferos la podríamos explicar por la búsqueda de alimento en los diferentes parches de hábitats (puntos de muestreo). Así, el *Lycalopex culpaeus* posee una alta frecuencia de avistamientos en días distintos, pero podría ser el mismo individuo en diferentes momentos (e.g., Mandujano, 2024). Los eventos del “culpeo” sobre otras especies se ajusta a Silva-Rodríguez *et al.*, (2024), realizados en siete áreas de conservación (Magallanes), y también con Castro-Pastene *et al.*, (2019), desarrollado también en el área protegida del Parque Nacional Radal Siete Tazas con ambientes de estepa altoandina en la Región del Maule. Los registros del “culpeo” posiblemente se debe a sus hábitos generalistas (Bonaglia *et al.*, 2023; Sánchez, 2022), tanto de hábitat o de alimento. Este cánido puede alimentarse de roedores pequeños como *Loxodontomys micropus* (“pericote austral” o “ratón orejón austral”) y otros más grandes (*L. viscacia*), lagomorfos (*L. europaeus*, *O. cuniculus*), reptiles (*Liolaemus*), artrópodos, frutos y carroña (e.g., Iriarte, 2008; Guzmán-Sandoval *et al.*, 2007; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009; Iriarte y Jaksic, 2012; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2000; Fuentes y Jaksic, 1979; Johnson y Franklin, 1994; Zúñiga y Fuenzalida, 2016; Lepe y González, 2014; Lobos *et al.*, 2020a; Beltrán *et al.*, 2017). Los recursos anteriores fueron avistados en CT. Estas posibles presas se han descrito en otros estudios con abundancia en primavera, por ejemplo, los roedores como el *L. micropus* (e.g., Pearson, 1983), y las lagartijas (e.g., Mella y Venegas, 2019), siendo estas últimas las más avistadas. En cuanto a *L. europaeus*, Rühle y Hohmann (2004), indican alimentación de brotes de plantas preferentes en primavera. Aunque esta utiliza ciertos parches de hábitat de forma temporal para la alimentación y el descanso (MMA, 2024; Stott, 2003). Lo anterior podría explicar su mayor frecuencia alimentándose y dirigiéndose a un curso de agua en el punto uno. Por último, la *L. viscacia* fue la menos frecuente de avistar, aun cuando sus puntos posean gramíneas, su alimento de preferencia (Marquet *et al.*, 1993). Como estas pueden habitar en colonias (Canevari y Vaccaro, 2007), posiblemente se deba a una baja abundancia

de ellas. Finalmente, si bien las cámaras fueron cebadas para herbívoros (avena con vainilla) y para carnívoros (jurel), al parecer el cebo no jugó un rol sobre la frecuencia de registros en la CT. Es ese sentido, Jinn (2019, como se citó en González *et al.*, 2021), menciona que los mamíferos pueden detectar el olor hasta 20 m cuando caminan cerca de este.

Ocupación geográfica de mesomamíferos.

En primer lugar, durante primavera 2024, el *L. culpaeus* obtuvo mayor ocupación sobre las demás especies, registrando un mayor uso de hábitats y extensión geográfica (Mandujano, 2024). El “culpeo” se evidenció en cinco puntos (cero, uno, tres, cuatro y seis). Nuestros resultados coinciden con un trabajo de Lobos *et al.*, (2020b), donde el “culpeo” también obtuvo una amplia distribución sobre otras especies. Según Castellanos *et al.*, (2021), un collar GPS en el “zorro culpeo” determinó rangos de movimientos de hasta cuatro km diarios en el Parque Nacional Cotopaxi del país de Ecuador. A diferencia de *L. europaeus* donde Rühle y Hohmann (2004), analizando un área de cultivo obtuvieron desplazamientos de solo cientos de metros. Y por último, la “vizcacha” con movimientos más reducidos, así Galende y Raffaele (2008), indican que este roedor solo alcanzó los 40 m. De esta forma, los desplazamientos responderían a los resultados obtenidos para primavera 2024. Aunque en todos los puntos encontramos evidencias de la “liebre” y el “culpeo”, no registramos superposición espacial entre la “vizcacha” y la “liebre” en CT, lo cual coincide con Galende y Raffaele (2008), en que estas no superponen sus hábitats. Así también, la ocupación en los puntos de muestreo podría ser efecto de los hábitats de preferencia por disponibilidad de recursos. En el caso del “culpeo” y la “liebre”, aunque se muestrearan todos los puntos para ambas especies, solo hubo superposición espacial registrada en el punto uno y seis. Aquí, el punto uno presenta mayor ocupación y posee factores importantes para ellos, como espacios con vegetación asociada a cuerpos de agua (e.g., MMA, 2024; Stott, 2003; Iriarte, 2008; Bonacic e Ibarra, 2010). Estos espacios son más preferentes para la “liebre”, ya que el “culpeo” es más adaptable espacialmente (Gálvez *et al.*, 2021; Sánchez, 2022). Por otro lado, para la “vizcacha” se muestreó el punto cero, dos, cinco y seis, donde solo se registró en el punto dos y cinco. Debido a que ambos sectores están alejados por 6,6 kilómetros, podría ser posible encontrar otra colonia de *L. viscacia* en el lugar (Viscarra *et al.*, 2022; Iriarte, 2008;

Walker *et al.*, 2000). Ya que, estas pueden habitar en colonias reducidas donde se desplazan pocos metros (Galende y Raffaele, 2008; Viscarra *et al.*, 2022). La distribución de este roedor es discontinua por las alturas de la cordillera andina, en espacios con escasos recursos, donde pueden minimizar el contacto con sus depredadores (e.g., Mann, 1978; Iriarte, 2008; Novoa *et al.*, 2023; Cortés *et al.*, 2002). Sugerimos que ampliando el muestreo podríamos registrar una mayor ocupación de todas las especies. Lo cual es relevante para el “culpeo” dado su estado vulnerable en el país, pero también para la “vizcacha”, donde sus hábitats reducidos son amenazados por la urbanización (Tarifa *et al.*, 2004). Así, la ocupación de las especies es hacia los parches de preferencia, actuando a favor de su sobrevivencia.

Patrón de actividad de mesomamíferos.

Existen estudios que han utilizado cámaras trampa para estudiar los patrones de actividad de mesomamíferos (Albanesi *et al.*, 2016; Hernández *et al.*, 2018; Monteverde y Piudo, 2011; García-Solís *et al.*, 2024; Zúñiga y Sandoval, 2020; Jiménez *et al.*, 2010). Así, conocer el patrón de actividad diario es relevante para aspectos de conservación, ya que, la actividad diaria podría deberse a distintos factores, como interacciones intraespecíficas e interespecíficas de depredación y competencia, o también, por efectos humanos, los cuales pueden modificar su comportamiento (Gálvez *et al.*, 2021). Se calculó el patrón de actividad para aquellas especies que posean más de diez eventos totales (e.g., Albanesi *et al.*, 2016; Hernández-Pérez *et al.*, 2015). En consecuencia, las especies *Lycalopex culpaeus*, *Lepus europaeus* y *Lagidium viscacia* son catemerales. Según Fleagle (2013), la actividad catemeral permite obtener ventajas de una actividad diurna (mayor visibilidad, facilidad para huir o depredar) y una nocturna (mayor olfato por humedad del aire para la caza o huida). Respecto a las tendencias horarias, en primer lugar, el *L. culpaeus*, presenta mayores hábitos en la noche (58%), siendo activo en el día (29%) y en el crepúsculo (17%). Este comportamiento activo en varios momentos del día no es reciente. Por ejemplo, su actividad se describe por una tesis de López (2021), llevada a cabo en el país de Ecuador durante la época seca; así también, en un trabajo de Gálvez *et al.*, (2021), durante primavera en un bosque de la Araucanía de Chile. En general, el “culpeo” se ha descrito principalmente en la nocturna (Canevari y Vaccaro, 2007; Monteverde y Piudo, 2011; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2000),

concordando con sus tendencias horarias. Incluso se ha descrito como crepuscular-nocturna (Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009), y diurna (e.g., Jiménez *et al.*, 2010). Según Canevari y Vaccaro (2007), este cánido puede ser nocturno cuando existe mayor perturbación durante el día, sumando su preferencia por los roedores, los cuales son nocturnos (Iriarte, 2008). En nuestros registros observamos una disponibilidad de potenciales presas durante el día (lagartijas y lagomorfos), en el crepúsculo (lagomorfos y roedores), y en la noche (roedores y lagomorfos). Sugerimos que así como menciona Jiménez y Novaro (2004), el “culpeo” podría estar adaptándose a los horarios de sus “presas”, con una posible inclinación a los roedores, dado que estos son nocturnos (Iriarte, 2008). En segundo lugar, la *L. europaeus* cuenta con una actividad considerable en el día (42%), en el crepúsculo (42%) y en la noche (25%). Aunque escasea la literatura que menciona a las “liebres europeas” como catemerales, estos no son datos nuevos. La importante tendencia crepuscular (42%) se ajusta al trabajo de Holley (2001, como se citó en Petrovan *et al.*, 2011), la cual señala que su actividad puede sesgarse al crepúsculo. Y, ha sido nocturna en un área protegida afectadas por incendios, con un clima y altitud similar al área de estudio (e.g., Zúñiga y Sandoval, 2020). En cuanto a, la importante tendencia diurna (42%), esta concuerda con un trabajo por observación directa de Homolka (1986), en la misma estación, donde fueron diurnas por la búsqueda de alimento; o según García-Solís *et al.*, (2024), cuando no están muy expuestas a la depredación. Y, como se señalaba antes, a pesar de que este lagomorfo es importante en la dieta del “culpeo” (e.g., Lobos *et al.*, 2020a), su principal presa pueden ser los roedores (Iriarte, 2008; Iriarte y Jaksic, 2012), por tanto, como estuvo más activa en el día y crepúsculo (al contrario del “culpeo”), este lagomorfo podría evitar el contacto con depredadores nocturnos como el “culpeo”. En tercer lugar, la *L. viscacia* tiene escasa descripción de actividad catemeral. Este roedor posee mayor tendencia nocturna (60%), además de ser diurna (20%) y crepuscular (17%). Sus fuertes hábitos nocturnos coinciden con trabajos desarrollados en ecosistemas similares a la zona de estudio (e.g., Maldonado y Pino, 2022; Lucherini *et al.*, 2009; Viscarra *et al.*, 2022). Según los resultados de Lucherini *et al.*, (2009), este roedor puede presentar los mismos horarios que sus depredadores, además puede ser nocturna para evitar a sus competidores diurnos. En cuanto al horario diurno y crepuscular, este fue menos representado, tal como mencionan otros autores (e.g., Iriarte, 2008; Mann, 1978).

CAPITULO 6: CONCLUSIONES

- Durante primavera del 2024 (octubre, noviembre y diciembre) de la estepa altoandina, entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio, se confirma una riqueza de tres especies de mesomamíferos, los nativos *Lycalopex culpaeus* y *Lagidium viscacia*, y la exótica *Lepus europaeus*. La especie *L. culpaeus* con estado vulnerable está en mayor riesgo en la estepa altoandina, ya que esta zona no presenta prioridad de conservación.
- En el área de estudio durante la estación de primavera 2024 (octubre, noviembre y diciembre), las frecuencias de avistamientos resultan en el *L. culpaeus* con (52%), la *L. europaeus* (26%) y la *L. viscacia* (22%). Este ítem representa la búsqueda de alimento de las tres especies entre los parches de hábitats.
- En el sector estudiado durante primavera, el “culpeo” obtuvo mayor extensión geográfica (78%), alcanzando cinco puntos de siete. Continúa la “liebre europea” (33%) con dos puntos ocupados. Y, así también, la “vizcacha” (22%) presente en dos puntos. Las especies actúan a favor de su supervivencia, escogiendo hábitats con los recursos disponibles para subsistir.
- En primavera 2024 los patrones de actividad diarios de los mesomamíferos no son diferentes, todas las especies son catemerales. Aunque las especies estén activos durante el distintos momentos del ciclo diario, sus tendencias horarias están sesgadas a una categoría. Así, el *L. culpaeus* y la *L. viscacia* poseen hábitos fuertemente nocturnos, y la *L. europaeus* es mayormente diurna-crepuscular.

Limitaciones

- El acceso al área de estudio (estepa altoandina entre Los Barros y la Piedra del Indio) fue una limitante en este estudio. Ya que, para ingresar al área de estudio primero se accede por CONAF hacia el Parque Nacional Laguna del Laja, dicho paso se mantiene cerrado por exceso de nieve desde abril a octubre del año 2024.
- Existe una falta de protocolos para ingresar a la zona de estudio. Puesto que, hay tres entidades que administran de manera incierta este sector, como la Delegación Provincial, la CONAF y las Fuerzas Armadas, esta última dado la presencia del refugio Militar Mariscal Alcázar en el sector de Los Barros.
- El uso de cámaras trampa exige un alto valor comercial, ya que se requieren ocho pilas AA por cada cámara trampa, memorias SD y discos duros. Considerando el número de cámaras trampa, resultó ser en ocasiones un factor limitante. Además, aunque no fue el objetivo del estudio, resulta complejo identificar especies de pequeño tamaño y/o con movimientos rápidos, como lagartijas, roedores y artrópodos.
- Los factores de la actividad antrópica en el área de estudio pueden alterar la riqueza ecosistémica, los cuales pueden provocar variaciones en el desplazamiento, distribución, actividad horaria diaria y, además, en el esfuerzo de muestreo. Entre estos elementos negativos evidenciados en terreno fueron la presencia de ganado doméstico, el retiro de dos CT por construcción en el punto tres y robo de una CT en el punto uno.

Proyecciones

- Se propone realizar el estudio en un mayor esfuerzo de muestreo en noches activas y/o con una mayor cantidad de cámaras trampas, ampliando el muestreo en las estaciones del año, de esta manera, alcanzar una mayor cantidad de especies y así, poder estimar la abundancia de los mamíferos de la estepa altoandina.
- Analizar las heces y restos óseos que se recolectaron en el trabajo de campo durante la primavera 2024, a fin de conocer las relaciones tróficas de los mesomamíferos y megamamíferos en la estepa altoandina del sector Los Barros y Piedra del Indio.
- Se espera que la información de esta investigación pueda ser utilizada de forma complementaria para docentes de Ciencias Naturales y Biología, tanto en sus clases de ciencias sobre el método científico y también, salidas a terrenos guiadas por los profesores. De esta forma, fomentar la motivación y las competencias científicas en los estudiantes, por medio de un aprendizaje significativo y práctico, sobretodo por una alfabetización en la cultura comunal y ambiental que les rodea.

Referencias bibliográficas

- Abdelghany, S. (2019). An introduction to mammals. Doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3489.3208>.
- Acuña, V., Clunes, M., Riffo, S. y Browning, J. (2024). Intertwining volcanoes and society in Chile through arts and interdisciplinary connections. *Andean Geology*, 51(2): 271-295.
- Ahumada, J., Silva, C., Gajapersad, K., Hallam, C., Hurtado, J., Martin, E., McWilliam, A., Mugerwa, B., O'Brien, T., Rovero, F., Sheil, D., Spironello, W., Winarni, N. y Adelman, S. (2011). Community structure and diversity of tropical forest mammals: data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of The Royal Society* 366, 2703-2711. Doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0115>.
- Albanesi, S., Jayat, J., Brown, A. (2016). Patrones de actividad de mamíferos de medio y gran porte en el pedemonte de Yungas del oeste argentino. *Mastozoología Neotropical*, 23(2):335-358, Mendoza.
- Aldunate del Solar, C., Ancan, J., Casals, A., Cavieres, A., Chong, G., Dör, M. y Gazitúa, F. (2020). *La cordillera de Los Andes Al Sur de América*. Editorial Museo Chileno de Arte Precolombino.
- Alvarado, G. (1986). Hallazgos de megamamíferos fósiles en Costa Rica. *Rev. Geol. Amer. Central* 4: 1-46. San José, Costa Rica.
- Alveal, N. (2015). *Relaciones entre la fisiología térmica y las características bioclimáticas de Rhinella spinulosa (Anura: Bufonidae) en Chile a través del enlace mecanicista de nicho térmico*. [Tesis de Magister en Ciencias Mención Zoología, Universidad de Concepción] Concepción, Chile.
- Alveal, N., Salinas, R. y Díaz, H. (2019). Relación entre la conducta térmica y el sexo de una población de *Pleurodema thaul* (Amphibia: Leiuperidae) provenientes de la comuna de Antuco, región del Biobío. *Gayana*, 83(2), 93-101. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382019000200093>.

- Ancamán, M. (2024). *Humano-Volcán: Intersección entre Conocimientos Geológicos y Sistemas de Conocimientos Locales Asociados al Volcán Antuco*. [Memoria para optar al título de Ingeniera en Biotecnología Vegetal, Departamento de Ciencias y Tecnología Vegetal Universidad de Concepción] Chile.
- Andrade, B. (1999). El marco natural de Chile: su diversidad de paisajes. *Estudios Geográficos*, 60(234). Doi: <https://doi.org/10.3989/egeogr.1999.i234.552>.
- Anthelme, F. y Dangles, O. (2012). Plant-plant interactions in tropical alpine environments. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*, 14(5) Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2012.05.002>.
- Arancibia, J. Araya, J. y Zunino, D. (2020). Análisis vegetacional del bosque nativo en la región mediterránea de la zona central de Chile: zona de estudio valle de Colliguay. *Revista Investigaciones Geográficas* 59, 105-119. Doi: <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2020.55371>.
- Arroyo, M., Marquet, P., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L., Squeo, F., Rozzi, R. y Massardo, F. (2006). *El Hotspot Chileno, prioridad mundial para la conservación*. Universidad de Chile.
- Badano, E., Molina-Montenegro, M., Quiroz, C. y Cavieres, L. (2002). Efectos de la planta en cojín *Oreopolus glacialis* (Rubiaceae) sobre la riqueza y diversidad de especies en una comunidad alto-andina de Chile central. *Revista chilena de historia natural*, 75(4), 757-765.
- Balbastre, F. y Ugalde, N. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: Buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Ciencias Económicas* 31(2).
- Becker, C., Núñez, H., Rojas, G., Sanino, P. y Yáñez, J. (2013). Primera expedición del Museo Nacional de Historia Natural a la Reserva Añihué, Región de Aysén, Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, 62: 75-94.

- Beltrán, E., Cadena-Ortiz, H. y Brito, J. (2017). Dieta del zorro de páramo *Lycalopex culpaeus* (Molina 1782) en un bosque seco interandino del norte de Ecuador. *Mastozoología Neotropical*, 24(2), 437-441.
- Blake, J., Mosquera, D., Loiselle, B., Romo, D. y Swing, K. (2017). Effects of human traffic on use of trails by mammals in lowland forest of eastern Ecuador. ISSN: (Print) 2376-6808 *Journal Neotropical Biodiversity*, 3(1): 57-64. Doi: 10.1080/23766808.2017.1292756.
- Bliss, LC. (1971). Arctic and alpine plant life cycles. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 2: 405-438. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.02.110171.002201>.
- Bonacic, C. e Ibarra, J. (2010). *Fauna Andina: historia natural y conservación. Serie Fauna Australis*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. División Andina, Codelco Chile.
- Bonaglia, C., Buffa, E., Guerisoli, M., Bauer, G. y Schiaffini, M. (2023). El zorro colorado *Lycalopex culpaeus* (Carnivora: Canidae) en el Parque Nacional Los Alerces, Patagonia argentina: caracterización del patrón de actividad y correlación con las temperaturas ambientales. Trabajo financiado por the Rufford Foundation. IADIZA CONICET, Gobierno de Mendoza.
- Bonino, N., Cossíos, D., Menegheti, J. (2010). Dispersal of the European hare, *Lepus europaeus* in South America. *Folia Zoologica*, 59(1): 9-15. Doi: <https://doi.org/10.25225/fozo.v59.i1.a3.2010>.
- Campos, H. (1996). *Mamíferos terrestres de Chile*, Guía de Reconocimiento. Marisa Cuneo Ediciones, Santiago.
- Canevari, M. y Vaccaro, O. (2007). *Guía de Mamíferos del sur de América del Sur*. Editorial L.O.L.A., Buenos Aires.
- Casertano, L. (1963). General characteristics of active Andean Volcanoes and a summary of their activities during recent centuries. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 53(6): 1415-1433.

- Castellanos, A., Castellanos, F., Kays, R. y Brito, J. (2021). A pilot study on the home range and movement patterns of the Andean Fox *Lycalopex culpaeus* (Molina, 1782) in Cotopaxi National Park, Ecuador. En BioRxiv, Doi: <https://doi.org/10.1101/2021.02.10.430628>.
- Castillo, D. (2010). *Ecología espacial, temporal y trófica del zorrino (Conepatus chinga) en un área de uso agrícola*. [Tesis de Doctor en Biología, Universidad Nacional del Sur]. Bahía Blanca, Argentina.
- Castro-Pastene, C., Carrasco, H., Villa, A. y Palma-Aedo, N. (2019). Animales domésticos ferales y meso-mamíferos invasores del Parque Nacional Radal Siete Tazas. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 68(1-2): 121-130.
- Castro-Pastene, C., González, C., Carrasco, H. y Soto-Gamboa, M. (2021). Records of different habitats used by the Colo-Colo (*Lepardus colocola colocola*) Molina 1782, in Central Chile. *Gayana*, 85(1): 84-89. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382021000100084>.
- Centro de Información de Recursos Naturales [CIREN]. (2019). Comuna Antuco, Recursos Naturales.
- Cerda, S., Gutiérrez, O. y Medina, R. (2016). Principales sectores económicos de la macro región centro sur. *Red de Vigilancia Tecnológica MacroRegión Centro Sur*.
- Cisterna, A. (2017). *Asociación de característica del hábitat en un fragmento de bosque valdiviano con la estructura de la comunidad de meso-mamíferos*. [Seminario de Título para optar al título de Biólogo] Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Chile.
- Contreras, T., Jornet, B. y Corchado, C. (2008). El uso de cámaras trampa en el estudio de la fauna. Primeros resultados obtenidos en el P.N. de la Font Roja. *Revista IBERIS*, (6):29-38.
- Corporación Nacional Forestal [CONAF]. (1993). *Plan de Manejo Parque nacional Laguna del Laja*.
- Cortés, A., Rau, J., Miranda, E. y Jiménez, J. (2002). Hábitos alimenticios de *Lagidium viscacia* y *Abrocoma cinerea*: roedores sintópicos en ambientes altoandinos del norte de Chile. *Revista*

chilena de historia natural, 75(3):583-593. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2002000300009>.

Cossíos, D. (2004). La liebre europea, *Lepus europaeus* (Mammalia, Leporidae), especie invasora en el sur de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 11(2): 209-212

Cueva, X., Morales, N., Brown, M. y Peck, M. (2010). Macro y mesomamíferos de la Reserva Comunitaria Santa Lucía, Pichincha – Ecuador.

D'Elía, G., Canto, J., Ossa, G., Verde-Arregoitia, L., Bostelmann, E., Iriarte, A., Amador, L., Quiroga-Carmona, M., Hurtado, N., Cadenillas, R. y Valdez, L. (2020). Lista actualizada de los mamíferos vivientes de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 69(2), 67-98.

Dassori, C. (2008). *Diseño de un mapa de Hábitat Conveniente para el género Colliguaja (Molina, 1758) en la región del Libertador Bernardo O'Higgins, mediante el programa BioMapper 3.2*. [Tesis no publicada].

di Castri, F. y Hajek, E. (1976). *Bioclimatología de Chile*. Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile.

Echeverría, C., Coomes, D., Hall, M. y Newton, A. (2008). Spatially explicit models to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile. *Ecological Modelling* 212 (3-4):439-449.

Elgueta, E., Reid, S., Pliscoff, P., Méndez, M. A., Núñez, J., y Smith-Ramírez, C. (2006). Catastro de vertebrados terrestres y análisis en seis hábitats presentes en la Reserva Nacional Futaleufu, provincia de Palena, X Región, Chile. *Gayana*, 70(2). Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382006000200006>.

Escalante, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: ciencia y cultura*, (52):53-56.

- Espinoza, N. y Verdugo, N. (2013). *Impacto de los roedores exóticos sobre la fauna nativa en el Parque Nacional Laguna del Laja, Región del Bío-Bío, Chile*. [Seminario de título, para optar al título Profesional Profesor de Ciencias Naturales y Biología] Universidad de Concepción, Chile.
- Fleagle, J. (2013). *Primate Adaptation and Evolution*. Universidad de Stony Brook, 3ra Edición. Doi: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-01979-5>.
- Franco, L., Useche, D. y Hernández, S. (2013). Biodiversidad y el cambio antrópico del clima: ejes temáticos que orientan la generación del conocimiento para la gestión frente al fenómeno. *Ambiente y Desarrollo*, 17(32), 79-96.
- Fuentes, E. y Jaksic, F. (1979). Latitudinal size variation of Chilean foxes: tests of alternative hypotheses. *Ecology*, 60(1):43-47.
- Fuentes, E. y Prenafeta, S. (1988). *Ecología del paisaje en Chile Central, estudios sobre sus espacios montañosos*. Universidad Católica de Chile.
- Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile*. Clasificación y distribución. Santiago, Chile.
- Galende, G. y Raffaele, E. (2008). Space use of a non-native species, the European hare (*Lepus europaeus*), in habitats of the southern vizcacha (*Lagidium viscacia*) in Northwestern Patagonia, Argentina. *European Journal Wildlife Research* 54:299-304. Doi: 10.1007/s10344-007-0148-5.
- Gallardo, M. y Contreras, I. (2017). Fragmentación y biodiversidad del paisaje asociados a la construcción de la autopista Valle Biobío en Concepción. *Tiempo y Espacio*. Universidad de Concepción, (37):52-69. Doi: <https://doi.org/10.22320/rte.vi37.3254>.
- Gálvez, N., Meniconi, P., Infante, J. y Bonacic, C. (2021). Response of mesocarnivores to anthropogenic landscape intensification: activity patterns and guild temporal interactions. *Journal of Mammalogy*, 102(4), 1149-1164. Doi: 10.1093/jmammal/gyab074.

- García-Solís, F., Zúñiga, A., Rau, J., Garcés, C. (2024). Interannual activity pattern of the European hare (*Lepus europaeus*) in the coastal foothills of southern Chile. *Gayana* (Concepción), 88(1):17-21. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382024000100017>.
- Gómez, D. y Villalobos, J. (2020). Montañas: cómo se definen y su importancia para la biodiversidad y la humanidad. *CIENCIA Ergo-Sum*, 27(2).
- González, J. y Errázuriz, A. (2006). Atlas Universal Chile Regionalizado. Editorial ZIG-ZAG.
- González, R., Eppert, A. y Mooring, M. (2021). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos silvestres medianos y grandes en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 13(2) Sabanilla, Montes de Oca.
- Guzmán-Sandoval, J., Sielfeld, W. y Ferrú, M. (2007). Dieta de *Lycalopex culpaeus* (Mammalia: Canidae) en el extremo norte de Chile (Región de Tarapaca). *Gayana*, 71(1): 1-7. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382007000100001>.
- Hajek, E., Fuentes, E. y Espinosa, G. (1985). Bases Para Una Geografía Climática de Chile Central. Departamento de Biología Ambiental. Facultad de Ciencias Biológicas Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Hernández-Pérez, E., Reyna-Hurtado, R., Castillo, G., Sanvicente, M., Moreira-Ramírez, J. (2015). Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a petenes del noroeste de la península de Yucatán, México. *THERYA*, 6(3): 559-574.
- Hernández, J. (2023). La tecnología y la conservación de especies: el poder de las cámaras-trampa. *Revista Digital Universitaria*. 24(4).
- Hernández, J., Chávez, C. y List, R. (2018). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(2).
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta edición.

- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición.
- Hoffmann, A. (1983). *El árbol urbano en Chile*. Santiago, Chile: Fundación Claudio Gay. 690-2.
- Holley, A. (2001). The daily activity period of the brown hare (*Lepus europaeus*). *Mammalian Biology*, 66:1-8.
- Homolka, M. (1986). Daily activity pattern of the European hare (*Lepus europaeus*). Institute of Vertebrate Zoology, Czechoslovak Academy of Sciences, Brno. *Folia Zoologica*, 35(1): 33-42.
- Hughes, C. y Eastwood, R. (2006). Island radiation on a continental scale: Exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN]. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org/es> el 20 de junio del 2024.
- Inzunza, J. (2019) Meteorología descriptiva. *Universitaria*.
- Iriarte, A. (2008). *Mamíferos de Chile*. Lynx ediciones.
- Iriarte, A. y Jaksic, F. (2012). *Los carnívoros de Chile*. Ediciones Flora y Fauna Chile Limitada, 235.
- Jaksic, F. (2023). Historical ecology and current status of the European hare *Lepus europaeus* in South America: a new species in new countries. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 59(2):474-501.
- Jara-Arancio, P. (2010). *Guía de Campo de la Zona Altoandina de Chile*.
- Jiménez, C., Quintana, H., Pacheco, V., Melton, D., Torrealva, J. y Tello, G. (2010). Camera trap survey of médium and large mammals in a montane rainforest of northern Peru. *Revista peruana de Biología*, 17(2): 191-196.

- Jiménez, J. y Novaro, A. (2004). Culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) (Molina 1782). Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Editado por (SilleroZubiri, C., Hoffman, M. y Macdonald, D.). Estudio de situación y plan de acción para la conservación. UICN/SSC Canid Grupo de especialistas, 44-49.
- Jinn, J. (2019). *Orientation and sampling strategies in mammalian olfactory navigation* [Tesis de doctorado], University of California, Berkeley, California.
- Johnson, W. y Franklin, W. (1994). Role of body size in the diets of sympatric Gray and Culpeo foxes. *Journal of Mammalogy*, 75(1):163-174.
- Kaiser, M., Muñoz, P. y Guzmán, B. (2022). Superando barreras: Registros novedosos de comportamiento de nado en *Leopardus guigna*. *Gayana* 86(1):13-16.
- Körner, C., Jetz, W., Paulsen, J., Payne, D., Rudmann-Maurer, K., y M. Spehn, E. (2017). A global inventory of mountains for bio-geographical applications. *Alpine Botany*, 127(1), 1-15.
- Kufner, M.B. y Giraud, L. (2001). Distribución de la diversidad y las extinciones de mamíferos de Córdoba en relación con la reducción del bosque y los cambios paleoclimáticos. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 66: 109-116.
- Lagos, D. (2017). *Estudio de calibración polen-vegetación del Parque Nacional Laguna del Laja (Chile central)*. [Seminario de título, para optar al título Profesional Profesor de Ciencias Naturales y Biología, Universidad de Concepción], Chile.
- Lepe, Y. y González, P. (2014). *Ecología Trófica de Lycalopex culpaeus y Tyto alba en el Parque Nacional Laguna del Laja, VIII Región del Bío-Bío*. [Seminario de título, para optar al título Profesional Profesor de Ciencias Naturales y Biología, Universidad de Concepción], Chile.
- Lizcano, D., Cervera, L., Espinoza-Moreira, S., Poaquizza-Alva, D., Parés-Jiménez, V., Ramírez-Barajas, P. (2016). Medium and large mammal richness from the marine and coastal wildlife refuge of Pacoche, Ecuador. *THERYA*, 7(1): 135-145. Doi: 10.12933/therya-16-308, ISSN 2007-3364.

- Lobos, G., Tapia, G., Alzamora, A. y Rojas, O. (2020). Distribución, densidad y nicho isotópico en reptiles y mamíferos del desierto absoluto de Atacama; con registro de saurofagia entre reptiles. *Gayana*, 84(2): 118-128. B
- Lobos, G., Tapia, G., Alzamora, A., Rebolledo, N., Salinas, H., Trujillos, J., Girón, G. y Ascanio, R. (2020). Dieta del zorro culpeo *Lycalopex culpaeus* (Molina, 1782) durante la megasequía de Chile central: rol del ganado y evidencia de una alta interacción trófica entre mamíferos carnívoros. *Mastozoología Neotropical*, 27(2) 319-327. A
- López-Wilchis, R., Guevara-Chumacero, L. y Reyna-Trujillo, T. (2006). Mamíferos. Vertebrados de México, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, 57-78.
- López, C. (2021). *Interacción espacio – tiempo entre Lycalopex culpaeus (lobo de páramo) y sus posibles presas dentro del Refugio de Vida Silvestre Pasochoa, Quito – Ecuador*. [Título de Licenciada en Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad central del Ecuador].
- López, F. y Romero, A. (1998). Erosión y desertificación: implicaciones ambientes y estrategias de investigación. *Papeles de Geografía* (28), 77-89.
- Lucherini, M., Repucci, J., Walker, S., Villalba, L., Wurstten, A., Gallardo, G., Iriarte, A., Villalobos, R. y Perovic, P. (2009). Activity Pattern Segregation of Carnivores in the High Andes. *Journal of Mammalogy*, 90(6): 1404-1409.
- MacCauley, D., Power, E., Bird, D., McInturff, A., Dunbar, R., Durham, W., Micheli, F. y Young, H. (2013). Conservation at the edges of the world. *Biological Conservation*, 165: 139-145.
- Maldonado, W. y Pino, A. (2022). El gato andino *Leopardus jacobita* y otros mamíferos en el sitio prioritario Andenes de Cuyocuyo, Puno, Perú. *Revista peruana de Biología*, 29(3): e21086. Doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v29i3.21086>.
- Mandujano, S. (2024). Índice de abundancia relativa y tasa de encuentro con trámpas: conceptos, limitaciones y alternativas. *Mammalogy Notes*, 10(1), 389. Doi: <https://doi.org/10.47603/mano.v10n1.389>.

- Mann, G. (1964) I. *Ecología y Biogeografía*. Compendio de Zoología. Centro Investigaciones Zoológicas, Universidad de Chile, Santiago.
- Mann, G. (1978). Los pequeños mamíferos de Chile (marsupiales, quirópteros, edentados y roedores). *Gayana Zoología (Chile) 40*: 1-342.
- Marquet, P., Contreras, L., Torres-Mura, J., Silva, S. y Jaksic, F. (1993). Food habit of *Pseudalopex foxes* in the Atacama Desert, pre-Andean ranges, and the high-Andean plateau of northernmost Chile. *Revista Mammalia*, 57(1): 130-135.
- Martinelli, A., Forasiepi, A. y Rougier, G. (2021). Paleontología en América del Sur. Mamíferos en tiempos de dinosaurios. Universidad Nacional del Comahue, (18)31.
- McCallum J. (2013). Changing use of camera traps in mammalian field research: habitats, taxa and study types. *Mammal Review*, 43: 196-206.
- Medel, R. y Jaksic, F. (1988). Ecología de los cánidos sudamericanos: una revisión. *Revista Chilena de Historia Natural* 61:67-79.
- Mella, J. y Venegas, M. (2019). Distribución, frecuencia y abundancia de reptiles en distintos ambientes de la Región de Tarapacá, norte de Chile. *Boletín Chileno de Herpetología* 6: 22-33.
- Ministerio del Medio Ambiente [MMA]. (2021). Inventario nacional de especies de Chile. Recuperado de <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl> el 03 octubre de 2024.
- Ministerio del Medio Ambiente [MMA]. (2024). *Lepus europaeus* (Pallas, 1778). (Ficha).
- Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Biodiversidad. *Patrimonio y Desafíos*. Tercera Edición. Tomo 1. Santiago de Chile.
- MMA, ONU Medio Ambiente y CONAF. (2021). Manual de uso de trampas cámaras para el monitoreo de carnívoros nativos y exóticos. Encargado a: M.Sc. Nicolás Lagos Silva.

Financiado en el marco del proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente .
ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile.

Monteverde, M. y Piudo, L. (2011). Activity patterns of the culpeo fox (*Lycalopex culpaeus magellanica*) in a non-hunting area of northwestern Patagonia, Argentina. *Mammal Study* 36: 1-00. Doi: [10.3106/041.036.0301](https://doi.org/10.3106/041.036.0301).

Moreno, H., Lahsen, A., Varela, J., y Vergara, M. (1984). Estudio Geológico del grupo volcánico Antuco-Sierra velluda. Departamento de Geología y Geofísica. Universidad de Chile, para ENDESA, Contrato OICB-03.

Moreno, H., Lohmar, S., López-Escobar, L., y Petit-Breuilh, M. E. (2000). Contribución a la evolución geológica, geoquímica e impacto ambiental del Volcán Antuco (Andes del Sur, 37°25'S). *IX Congreso Geológico Chileno*, 2:44-48. Puerto Varas, Chile.

Muñoz-Pedreros, A. (2011). *Huellas y signos de mamíferos de Chile*. Valdivia, Chile: CEA Ediciones.

Muñoz-Pedreros, A. y Yáñez, J. (2000). *Mamíferos de Chile*. CEA Ediciones.

Muñoz-Pedreros, A. y Yáñez, J. (2009). *Mamíferos de Chile*. Segunda Edición.

Napolitano, C., Larraguibel-González, C., Cepeda-Mercado, A., Vial, P. y Sanderson, J. (2020). New records of *Leopardus guigna* in its northern-most distribution in Chile: implications for conservation. *Revista Chilena de Historia Natural*, 93:7. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40693-020-00095-8>.

Novoa, F., Gómez, G., Ojeda, D. y Diez, A. (2023). New record of the rare viscacha *Lagidium wolffsohni* (Thomas, 1907) in northern Patagonia, Chile. *Gayana*, 87(2):210-214. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382023000200210>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). Perfil de País – Chile. *FAO AQUASTAT*

- Osgood, W. (1943). *The mammals of Chile*. Field Museum of Natural History, Zoological Series 30: 1-268.
- Ostria, C. (1987). *Phytoécologie et Paleoécologie de la vallée altoandine de Hichu Khota (Cordillère orientale, Bolivie)*. [Tesis de doctorado, Universidad de París].
- Pearson, O. (1983). Characteristics of a mammalian fauna from forests in Patagonia, southern Argentina. *Journal of Mammalogy* 64: 476-92.
- Pessino, M., Sarasola, J., Wander, C. y Bessoky, N. (2001). Respuesta a largo plazo del puma (*Puma concolor*) a una declinación poblacional de la vizcacha (*Lagostomus maximus*) en el desierto del Monte, Argentina. *Ecología Austral* 11:61-67.
- Petrovan, O., Ward, A. y Wheeler, P. (2011). Detectability Counts when Assessing Populations for Biodiversity Targets. *PLoS ONE*, 6(9). Doi: 10.1371/journal.pone.0024206.
- Pisano, E. (1966): «Zonas Biogeográficas». *Geografía Económica de Chile*. Primer Apéndice. Capítulo VI CORFO. Santiago. Chile.
- Plan de desarrollo Comunal de Antuco [PLADECO] (2020). Pladeco, Comuna de Antuco 2020-2024.
- Plan de Desarrollo Comunal de Antuco [PLADECO]. (2009). Actualización Plan de Desarrollo Comunal Antuco 2010-2014. Antuco, Chile.
- Raggi, L. (1993). La Fauna Altiplanica. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.
- Rau, J., Oyarzún, C., Vilugrón, J., Cursach, Tobar, C., Provoste, M., y Abarzúa, J. (2021). Registros de mamíferos presentes en el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Lafken Mapu Lahual, sur de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 56(2): 167-171.

- Rau, J., Zuleta, C., Gantz, A. e Iriarte, J. (2015). Nuevos registros del gato colocolo, *Leopardus colocolo colocolo* (Carnivora: Felidae), en el desierto de Atacama, Región de Antofagasta, Norte Grande de Chile. *Gayana*, 79(2):208-211.
- Reise, D. y Venegas, W. (1987). Catalogue of records, localities and biotopes from research work on small mammals in Chile and Argentina. *Gayana Zoología*, 51 (1-4): 103-130.
- Rodríguez-Arancibia, J. y Escobar, M. (2023). Registro de puma (*Puma concolor*) Linnaeus 1771, en sitio prioritario de conservación de la biodiversidad Los Molles – Pichidangui, región de Valparaíso. *Gayana* 87(2): 205-209. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382023000200205>.
- Romero, J., Moreno, H., Polacci, M., Burton, M. y Guzmán, D. (2022). Mid-Holocene lateral collapse of Antuco volcano (Chile): debris avalanche deposit features, emplacement dynamics, and impacts. *Landslides*, 19:1321-1338.
- Rondanelli, M., Ugarte, E., Meier-Sager, C. y Rodríguez, J. (2000). Catálogo florístico del Parque Nacional Laguna del Laja, VIII Región, Chile. Registro Preliminar. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 49:73-84.
- Rowcliffe, J. Field, J., Turvey, S. y Carbone, C. (2008). Estimating animal density using camera-trapping and direct observations. *Tropical Zoology*.
- Rühe, F. y Hohmann, U. (2004). Seasonal locomotion and home-range characteristics of European hares (*Lepus europaeus*) in a arable region in central Germany. *European Journal of Wildlife Research*, 50(3): 101-111. Doi: [10.1007/s10344-004-0049-9](https://doi.org/10.1007/s10344-004-0049-9).
- San Martín, P. (2014). Reserva de la Biosfera Corredor Biológico Nevados de Chillán – Laguna del Laja: de la amenaza de la extinción al desarrollo sustentable.
- Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J., Gómez-Rodríguez, R., Guevara, L., Gutiérrez-Granados y Rodríguez-Moreno, Á. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.

Sánchez, F. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Revista digital de investigación en docencia universitaria* ISSN 2223-2516.

Sánchez, M. (2022). *Análisis de la conectividad funcional del paisaje forestal del centro-sur de Chile para la Guiña (Leopardus guigna) y Zorro culpeo (Lycalopex culpaeus) con fines de conservación*. [Tesis de postgrado, Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza, Santiago – Chile].

Sánchez, S., Asensio, N., Call, J., Caperos, J., Colell, M., Colmenares, F., Delgado, J., Fidalgo, A., Gil, C., González, A., Losada, J., Martín, B., Peláez, F., Quera, V., Redolar, D., Enric, C., Sánchez, J., Sánchez, S., Tassino, B. y Turbón, D. (2014). *Etología. La Ciencia del Comportamiento Animal*. Editorial UOC.

Savage, R. y Long, M. (1991). *Evolución de los mamíferos*. Guía ilustrada.

Scheihing, R. (1989). *Las opciones chilenas en el escenario geopolítico del océano Pacífico*. Instituto de Ciencia Política de la Universidad de Chile.

Sepúlveda, S., Giambiagi, L., Moreiras, S., Pinto, L., Tunik, M., Hoke, G. y Farías, M. (2015). Geodynamic processes in the Andes of Central Chile and Argentina: an introduction. *Geological Society*, 399:1-12. Doi: <https://doi.org/10.1144/SP399.21>.

Seyfried, H., Worrier, G., Uhlig, D., Kohler, I. y Calvo, C. (1998). Introducción a la geología y morfología de los andes en el norte de Chile. *Chungará (Arica)*, 30(1). 7-39. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73561998000100002>.

Silva-Rodríguez, E., Cortés, E., Álvarez, X., Cabeza, D., Cáceres, B., Cariñanos, A., Crego, R., Cisternas, G., Fernández, R., Godoy, C., González, J., Ivanovich-Hichins, R., Jara-Díaz, J., Jiménez-Torres, M., Lopetegui, M., Martínez, M., Matamala, O., Ojeda, F., Paredes, F., Rodríguez, R., ... y Corti, P. (2024). A camera-trap assesment of the native and invasive mammals present in protected areas of Magallanes, Chilean Patagonia. *Gayana*, 88(1), 27-43.

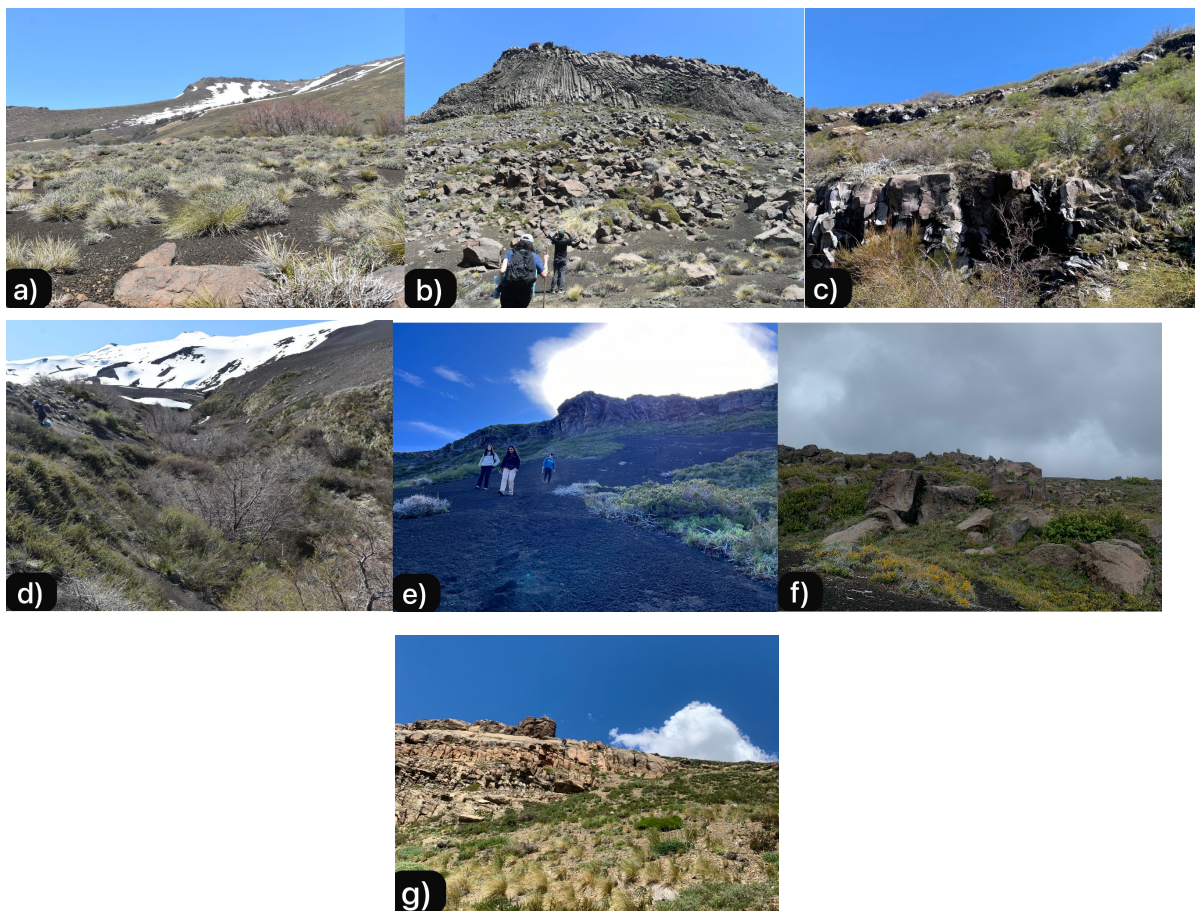
- Simonetti, J., Arroyo, T.K., M., Spotorno, A. y Lozada, E. (1995). *Diversidad Biológica de Chile*. Comité Nacional de Diversidad Biológica: CONICYT. Santiago, Chile.
- Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales [SIMEF]. (2018). Comuna de Antuco, Informe Comunal.
- Smith, T. y Smith, R. (2007). *Ecología*. Sexta Edición. Pearson Educación.
- Solórzano, A. (2021) *Taxonomía y paleoecología de los mamíferos Neógenos de la Formación Curamallín de la Laguna del Laja (37°S) y Lonquimay (38°S), Chile. Implicaciones en la evolución tectónica de los Andes centro-sur*. [Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Chile].
- Solórzano, A., Encinas, A., Kramarz, A., Carrasco, G., Núñez-Flores, M. y Bobe, R. (2024). A new pachyrukhine (Notoungulata: Typotheria) from the late Early Miocene of south-central Chile. *Historical Biology*, 36(7): 1368-1382.
- Soto, A. (2014). *Distribución temporal del ensamble de Micromamíferos en el Parque Nacional Laguna del Laja, VIII Región del Bío Bío, Chile*. [Seminario de título, para optar al título Profesional Profesor de Ciencias Naturales y Biología, Universidad de Concepción, Chile].
- Squeo, F., Estades, C., Bahamonde, N., Cavieres, L., Rojas, G., Benoit, I., Parada, E., Fuentes, A., Avilés, R., Palma, A., Solís, R., Guerrero, S., Montenegro, G. y Torres-Mura, J. (2010). Revisión de la clasificación de especies en categorías de amenaza en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 83(4): 511-529. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2010000400006>.
- Steinbauer, M., Field, R., Grytnes, J-A., Trigas, P., Ah-Peng, C., Attorre, F., Birks, J., Borges, P., Cardoso, P., Chou, C-H., De Sanctis, M., De Sequeira, M., Duarte, M., Elias, R., Fernández-Palacios, J., Gabriel, R., Gereau, R., Gillespie, R., Greimler, J. ... y Beierkuhnlein, C. (2016). Topography-driven isolation, speciation and a global increase of endemism with elevation. *Global Ecology and Biogeography*, 25(9), 1097-1107. Doi: <https://doi.org/10.1111/geb.12469>.

- Stott, P. (2003). Use of space by sympatric European hares (*Lepus europaeus*) and European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Australia. *Mammalian Biology*, 68:317-327.
- Tarifa, T., Fontúrbel, F., Achá, D., Rodríguez, J., Molina, C., López, M., Baudoin, M., Buitrón, C., Canseco, A., García, M., Higuera, Y., Kopp, D., Pacajes, J., Romecin, P. y Urrelo, V. (2004). Vizcachas (*Lagidium viscacia*, Chinchillidae) en hábitats fragmentados en la ciudad de La Paz y sus alrededores: bases para su conservación. *Revista Ecología en Bolivia*, 39(1) 53-74.
- Teneb, E., Cavieres, L., Parra, M. y Marticorena, A. (2004). Patrones geográficos de distribución de árboles y arbustos en la zona de transición climática mediterráneo-templada de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1):51-71.
- Torres-Mura, J. y Lemus, M. (1991). Avifauna acuática de la Laguna del Laja (Andes de Chile). Sección Zoología, *Museo Nacional Historia Natural*, Santiago de Chile. 42: 89-95
- Troncoso-Palacios, Díaz, H., Esquerré, D. y Urra, F. (2015). Two new species of the *Liolaemus elongatus-kriegi* complex (Iguania, Liolaemidae) from Andean highlands of southern Chile. *ZooKeys*, 500:83-109. Doi: 10.3897/zookeys.500.8725.
- Urrutia, P. (2018). *Identificación, caracterización y cuantificación del patrimonio geológico de la zona sur de la reserva de la biósfera corredor biológico nevados de Chillán-Laguna del Laja, Región del Biobío, Chile*. [Memoria para optar al título de Geólogo, Departamento Ciencias de la Tierra, Universidad de Concepción] Chile.
- Valentine, J. (1978). La evolución de las plantas y los animales pluricelulares. Investigación y Ciencia. *Scientific American*, (26):69-84.
- Victoriano, P., Coronado, T. y Ortiz, J. (2010). A multivariate analysis of taxonomic limits in *Diplolaemus* Bell 1843. *Gayana*, 74(1): 23-26.
- Vila, A., Aprile, G., Sotelo, V., Sugliano, P., Zoratti, C., Berardi, M. y Montbrun, J. (2016). Cámaras trampa y huemules: ¿una alternativa de monitoreo?. *Anales Instituto Patagonia (Chile)*, 44(3): 71-76. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2016000300007>.

- Vila, A., López, R., Pastore, H., Faúndez, R. y Serret, A. (2004). Distribución actual del huemul en Argentina y Chile. Publicación técnica de WCS, FVSA y CODEFF. Concepción, Chile y S. C. de Bariloche, Argentina.
- Viscarra, M., Ayala, G., Ticona, H., Wallace, R. (2022). Relative abundance and activity patterns of mesomammals in central Andes. *THERYA*, 13(2): 265-275. Doi: 10.12933/therya-22-1175.
- Walker, S., Ackermann, G., Schachter-Bridge, J., Pancotto, V. y Novaro, A. (2000). Habitat use by mountain vizcachas (*Lagidium viscacia* Molina, 1782) in the Patagonian steppe. *Z. Säugetierkunde*, 65:293-300.
- Weischet, W. (1970). Chile: Seine länderkundlichen Individualität und Struktur. Wissenschaftl. Länder.
- Zúñiga, A. y Fuenzalida, V. (2016). Dieta del zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus* Molina 1782) en un área protegida del sur de Chile. *Mastozoología Neotropical*, 23(1): 201-205. Tucumán, Argentina.
- Zúñiga, A. y Sandoval, R. (2020). Patrón de actividad y uso del espacio de la liebre europea (*Lepus europaeus*, Pallas 1782) en un área protegida del centro-sur de Chile afectada por un incendio. *Mastozoología Neotropical*, 27(2):253-257.

Anexo y Apéndices

ANEXO 1: Puntos de estudio



Siete puntos de muestreo en el área y período de estudio. Los puntos están separados en los siguientes kilómetros: del cero a uno (3,4 km), uno a dos (1,9 km), dos a tres (5,1 km), tres a cuatro (1,5 km), cuatro a cinco (4,8 km) y cinco a seis (4,7 km). **a:** Primer punto, vegetación abierta. **b:** Segundo punto, ladera rocosa. **c:** Tercer punto, ladera en altura y curso de agua. **d:** Cuarto punto, vegetación concentrada en ambos lados del curso de agua. **e:** Quinto punto, escasa vegetación en altura. **f:** Sexto punto, sector rocoso con vegetación abierta. **g:** Punto cero, sector de roqueríos. (Fuente: Fotografías tomadas por, Fernanda Urra durante los meses de primavera 2024).

ANEXO 2: Cámaras trampa



Fototrampeo en la estepa altoandina durante la primavera 2024. a: Soporte de madera anclado al suelo. *b:* Cámara fijada al soporte de madera por el profesor Jonathan Guzmán. *c:* Cámara trampa sujeta en roca. *d:* Uso de atrayente. *e:* Activación del estado operativo de la cámara trampa. *f:* Revisión de memoria SD. *g:* Revisión de baterías. *h:* Prueba de visión cámara trampa. *i:* Evidencia de cámara trampa robada. (Fuente: Fotografías tomadas por, Fernanda Urra durante los meses de primavera 2024).

ANEXO 3: Ficha de registros totales por fototrampeo

Nº evento	Punto	Nº cámara	Fecha	Hora	Spp.	N individuos
1	1	1	30-10-24	21:05:54	<i>L. europaeus</i>	1
2	1	1	04-11-24	21:08:31	<i>L. culpaeus</i>	1
3	1	1	07-11-24	21:31:28	<i>L. europaeus</i>	1
4	1	1	08-11-24	21:30:34	<i>L. culpaeus</i>	1
5	1	1	09-11-24	07:03:15	<i>L. europaeus</i>	1
6	1	1	09-11-24	07:54:50	<i>L. europaeus</i>	1
7	1	1	10-11-24	06:59:47	<i>L. europaeus</i>	1
8	1	1	10-11-24	18:09:14	<i>L. europaeus</i>	1
9	1	1	14-11-24	01:31:05	<i>L. europaeus</i>	1
10	1	1	21-11-24	23:14:35	<i>L. europaeus</i>	1
11	3	2	30-10-24	22:08:35	<i>L. culpaeus</i>	1
12	3	2	01-11-24	15:04:19	Ave	1
13	3	2	04-11-24	14:33:36	Ave	5
14	3	2	10-11-24	21:17:34	Ave	1
15	3	2	10-11-24	22:02:25	Ave	1
16	3	2	26-11-24	03:33:13	<i>L. culpaeus</i>	1
17	4	3	12-11-24	05:01:44	<i>R. rattus</i>	1
18	4	3	13-11-24	03:37:42	<i>R. rattus</i>	1
19	4	3	14-11-24	00:23:08	<i>R. rattus</i>	1
20	4	3	14-11-24	11:54:18	Reptil	1
21	4	3	14-11-24	12:30:34	Reptil	2
22	4	3	14-11-24	13:26:42	Reptil	1
23	4	3	14-11-24	13:58:55	<i>L. culpaeus</i>	1
24	4	3	14-11-24	14:16:36	Reptil	1
25	4	3	14-11-24	14:23:54	Reptil	1
26	4	3	25-11-24	17:10:53	<i>L. culpaeus</i>	1
27	4	3	25-11-24	18:45:52	<i>L. culpaeus</i>	1
28	4	3	26-11-24	10:24:11	<i>L. culpaeus</i>	1
29	4	3	26-11-24	11:41:55	Ave	1
30	4	3	26-11-24	11:51:51	Reptil	1
31	1	4	21-11-24	16:08:09	<i>L. culpaeus</i>	1
32	1	4	03-11-24	22:35:36	<i>L. culpaeus</i>	1
33	1	4	08-11-24	02:04:02	<i>L. europaeus</i>	1
34	1	4	04-12-24	03:26:35	<i>L. culpaeus</i>	1
35	3	5	26-11-24	14:31:59	Ave	1
36	3	5	27-11-24	09:24:18	Ave	1
37	3	5	27-11-24	11:56:48	Lepidóptero	1
38	3	5	28-11-24	11:49:17	Lepidóptero	1
39	3	5	30-11-24	11:33:27	Lepidóptero	1
40	3	5	30-11-24	12:26:45	Lepidóptero	1
41	3	5	30-11-24	13:03:42	Lepidóptero	1
42	3	5	30-11-24	14:07:10	Lepidóptero	1
43	3	5	02-12-24	12:04:18	Lepidóptero	1
44	5	6	25-11-24	21:21:29	<i>L. micropus</i>	1
45	5	6	25-11-24	22:44:00	<i>L. micropus</i>	1
46	5	6	26-11-24	00:32:28	<i>L. micropus</i>	1
47	5	6	26-11-24	01:39:33	<i>L. micropus</i>	1
48	5	6	26-11-24	03:02:10	<i>L. micropus</i>	1
49	5	6	26-11-24	08:27:47	Ave	1
50	5	6	26-11-24	08:36:58	Reptil	1
51	5	6	26-11-24	09:12:48	Ave	1
52	5	6	26-11-24	09:58:37	Ave	1
53	5	6	26-11-24	10:01:20	Reptil	1
54	5	6	25-11-24	09:33:24	Ave	1
55	5	6	26-11-24	10:10:37	Ave	1

56	5	6	26-11-24	10:41:08	Ave	1
57	5	6	26-11-24	10:43:42	Reptil	1
58	5	6	26-11-24	11:18:54	Ave	1
59	5	6	26-11-24	11:25:34	Ave	1
60	5	6	26-11-24	11:35:32	Reptil	1
61	5	6	26-11-24	13:55:47	Ave	1
62	5	6	26-11-24	21:01:20	<i>L. micropus</i>	1
63	5	6	26-11-24	21:47:15	<i>L. micropus</i>	1
64	5	6	27-11-24	00:13:34	<i>L. micropus</i>	1
65	5	6	27-11-24	00:51:41	<i>L. micropus</i>	1
66	5	6	27-11-24	03:31:06	<i>L. micropus</i>	1
67	5	6	27-11-24	09:15:56	Ave	1
68	2	7	30-10-24	22:34:43	<i>L. viscacia</i>	1
69	2	7	31-10-24	11:41:35	Ave	1
70	2	7	05-11-24	05:33:44	<i>L. viscacia</i>	1
71	2	7	29-11-24	21:28:03	<i>L. viscacia</i>	1
72	2	7	03-12-24	23:55:25	<i>L. viscacia</i>	1
73	2	7	10-12-24	00:19:54	<i>L. viscacia</i>	1
74	2	7	12-12-24	22:43:04	<i>L. viscacia</i>	1
75	6	8	30-10-24	17:08:03	Reptil	1
76	6	8	30-10-24	17:49:54	Reptil	1
77	6	8	31-10-24	16:51:54	Reptil	1
78	6	8	31-10-24	17:31:40	Reptil	1
79	6	8	31-10-24	17:47:34	Reptil	1
80	6	8	31-10-24	17:54:27	Reptil	1
81	6	8	31-10-24	20:49:33	<i>L. culpaeus</i>	1
82	6	8	08-11-24	02:32:23	<i>L. culpaeus</i>	1
83	6	8	12-11-24	03:33:09	Roedor	1
84	6	8	18-11-24	10:34:07	Reptil	1
85	6	8	19-11-24	09:32:59	Ave	1
86	6	8	20-11-24	05:38:59	<i>L. europaeus</i>	1
87	6	8	25-11-24	04:51:39	<i>L. culpaeus</i>	1
88	6	8	30-11-24	08:50:02	Reptil	1
89	6	8	30-11-24	09:13:35	Reptil	1
90	6	8	02-12-24	21:26:36	<i>L. culpaeus</i>	1
91	6	8	03-12-24	09:02:36	Reptil	1
92	6	8	12-12-24	08:57:51	Ave	1
93	6	9	13-11-24	00:55:00	<i>L. culpaeus</i>	1
94	6	9	18-11-24	11:34:00	Reptil	1
95	6	9	18-11-24	11:58:00	Ave	1
96	6	9	18-11-24	01:26:00	Reptil	1
97	6	9	19-11-24	09:43:00	Reptil	1
98	6	9	24-11-24	10:50:00	Reptil	1
99	0	0	14-12-24	08:28:00	<i>L. culpaeus</i>	1
100	0	0	21-12-24	10:06:00	Reptil	1
101	0	0	28-12-24	13:19:00	Ave	1
102	0	0	29-12-24	17:00:00	Ave	1
103	0	0	30-12-24	15:53:00	Reptil	1
104	1	4	18-12-24	01:12:37	<i>L. culpaeus</i>	1
105	1	4	18-12-24	04:17:22	<i>L. culpaeus</i>	1
106	1	4	26-12-24	04:40:34	<i>L. europaeus</i>	1
107	2	7	17-12-24	00:40:15	<i>L. viscacia</i>	1
108	2	7	22-12-24	03:21:29	<i>L. viscacia</i>	1
109	4	5	13-12-24	12:53:00	Ave	1
110	4	5	13-12-24	13:11:36	Ave	1
111	4	5	13-12-24	13:25:52	Reptil	1
112	4	5	13-12-24	14:47:12	Reptil	1
113	4	5	14-12-24	03:33:00	<i>L. micropus</i>	1
114	4	5	14-12-24	04:53:00	<i>L. micropus</i>	1

115	4	5	14-12-24	05:01:36	<i>L. micropus</i>	1
116	4	5	14-12-24	08:12:18	Reptil	1
117	4	5	14-12-24	09:00:22	Reptil	1
118	4	5	14-12-24	09:01:56	Ave	1
119	4	5	14-12-24	10:29:33	Ave	1
120	4	5	14-12-24	10:55:12	Reptil	1
121	4	5	14-12-24	11:39:36	Ave	1
122	4	5	14-12-24	12:01:43	Reptil	1
123	4	5	14-12-24	12:26:52	Ave	1
124	4	5	14-12-24	12:46:00	Reptil	1
125	4	5	14-12-24	15:14:52	Reptil	1
126	4	5	15-12-24	10:00:45	Reptil	1
127	4	5	15-12-24	10:40:04	Ave	1
128	4	5	15-12-24	11:25:58	Reptil	1
129	4	5	15-12-24	11:36:41	Ave	1
130	4	5	15-12-24	12:24:36	Ave	1
131	4	5	15-12-24	12:54:23	Reptil	1
132	4	5	15-12-24	14:27:43	Ave	1
133	4	5	15-12-24	15:20:40	Reptil	1
134	4	5	16-12-24	19:18:21	Ave	1
135	4	5	16-12-24	08:56:39	Reptil	1
136	4	5	16-12-24	09:05:52	Ave	1
137	4	5	16-12-24	09:39:00	<i>L. viscacia</i>	1
138	4	5	16-12-24	09:39:00	<i>L. viscacia</i>	2
139	4	5	16-12-24	10:25:23	Ave	1
140	4	5	16-12-24	11:20:39	Ave	1
141	4	5	16-12-24	11:37:06	Ave	1
142	6	8	13-12-24	23:56:03	<i>L. culpaeus</i>	1
143	6	8	14-12-24	09:36:27	Reptil	1
144	6	8	14-12-24	10:26:08	Reptil	1
145	6	8	15-12-24	08:06:16	Reptil	1
146	6	8	17-12-24	08:59:48	Reptil	1
147	6	8	19-12-24	04:52:51	<i>L. culpaeus</i>	1
148	6	8	19-12-24	09:02:20	Reptil	1
149	6	8	21-12-24	23:03:33	<i>L. culpaeus</i>	1
150	6	8	25-12-24	20:39:25	<i>L. europaeus</i>	1
151	6	8	26-12-24	08:51:50	Reptil	1
152	6	8	26-12-24	23:53:13	<i>L. culpaeus</i>	1
153	6	8	27-12-24	09:23:44	Reptil	1
154	6	8	29-12-24	08:27:49	Reptil	1
155	6	9	16-12-24	23:00:00	<i>L. culpaeus</i>	1
156	6	9	17-12-24	08:42:00	Reptil	1
157	6	9	17-12-24	09:17:00	Ave	1
158	6	9	17-12-24	09:22:00	Reptil	1
159	6	9	17-12-24	10:17:00	Ave	1
160	6	9	17-12-24	10:31:00	Reptil	1
161	6	9	17-12-24	10:47:00	Reptil	1
162	6	9	17-12-24	12:54:00	Reptil	1
163	6	9	17-12-24	13:31:00	Reptil	1
164	6	9	17-12-24	16:24:00	Reptil	1
165	6	9	18-12-24	08:23:00	Reptil	1
166	6	9	18-12-24	09:16:00	Reptil	4
167	6	9	18-12-24	10:21:00	Reptil	1
168	6	9	18-12-24	11:05:00	Reptil	1
169	6	9	18-12-24	11:50:00	Reptil	1
170	6	9	18-12-24	13:23:00	Reptil	1
171	6	9	19-12-24	08:10:00	Reptil	1
172	6	9	19-12-24	08:52:00	Reptil	1
173	6	9	19-12-24	11:04:00	Reptil	1

174	6	9	19-12-24	13:15:00	Reptil	1
175	6	9	19-12-24	13:55:00	Reptil	1
176	6	9	19-12-24	14:58:00	Reptil	1
177	6	9	19-12-24	15:38:00	Reptil	1
178	6	9	19-12-24	16:12:00	Reptil	1
179	6	9	20-12-24	08:53:00	Reptil	1
180	6	9	20-12-24	09:11:00	Reptil	1
181	6	9	20-12-24	09:55:00	Reptil	1
182	6	9	20-12-24	11:57:00	Reptil	1
183	6	9	20-12-24	15:07:00	Reptil	1

Registros de vertebrados e invertebrados por fototrampeo durante primavera 2024 en el área de estudio. La ficha de registros totales da como resultado un total de 183 eventos totales (176 eventos de vertebrados y siete eventos de invertebrados), incluyendo como invertebrados a los registros del orden Lepidóptera. Respecto a los vertebrados, se obtuvo un total de 176 registros (46 de mesomamíferos y 130 de otros vertebrados). De los eventos obtenidos, las aves, reptiles y roedores (*L. viscacia*) poseen abundantes registros, y son documentadas con presencia de más de un individuo. Es importante destacar que los registros de las aves y reptiles pueden representar a más de una especie, las cuales no se lograron determinar mediante los registros.