



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

LOS ROEDORES DE LA ESTEPA ALTOANDINA EN LA COMUNA DE ANTUCO, REGIÓN DEL BIOBÍO

**Trabajo de titulación para optar al título Profesional
Profesor de Ciencias Naturales y Biología**

Por: Ignacio Enrique Rojas Reyes
Docente guía: Dr. Jonathan Guzmán Sandoval

Enero, 2025

Los Ángeles, Chile

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Quien suscribe, Ignacio Enrique Rojas Reyes, RUT 19.854.592-9, alumno 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 Los roedores de la estepa altoandina en 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.



Ignacio Enrique Rojas Reyes

Índice

Resumen	8
CAPÍTULO I: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	9
Planteamiento y justificación de la investigación.....	9
Objeto de estudio	12
Preguntas de investigación	12
Objetivo general	13
Objetivos específicos.....	13
Hipótesis	14
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	15
Biodiversidad	15
Ecosistemas	17
Estepa altoandina.....	21
Mamíferos	23
Micromamíferos.....	25
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	29
Enfoque de la investigación.....	29
Método	29
Unidad temporal.....	29
Diseño metodológico	29
Alcance de la investigación.....	30
Población.....	30
Muestra	30
Unidad de análisis	30
Variables	31
Técnica de recolección de datos.....	31
Área de estudio	32
Inventario de la riqueza de micromamíferos	33
Descripción cuantitativa de los especímenes capturados.....	34
Análisis de sexo y estado reproductivo	35
Análisis de datos.....	35
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	37
Riqueza y abundancia.....	37
Proporción de sexos y estado reproductivo	45
Peso y medidas morfométricas.....	47

CAPITULO V: DISCUSIÓN	50
Los roedores de la Estepa Altoandina de Antuco	50
Sexos, estados reproductivos y medidas de los roedores del área de estudio	52
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	54
Conclusiones	54
Limitaciones	55
Proyecciones y propuestas	55
Bibliografía	57
Anexos y apéndices	76
Anexo 1: Permiso SAG	76
Anexo 2: Tabla de abundancia	79
Anexo 3: Tabla de machos y hembras	79

Índice de Tablas

Tabla 1.2 Listado de mamíferos potenciales que se podrían encontrar en el ecosistema de estepa altoandina de la comùn de Antuco.	27
Tabla 2.4 Especies capturadas durante el muestreo en cada uno de los seis puntos.....	44
Tabla 3.4 Longitudes externas promedio de cada especie.	49

Índice de Figuras

Figura 1. Coberturas vegetales.	20
Figura 2. Representación generalizada de estepa altoandina (Al fondo el volcán Antuco).	21
Figura 3. Trampas tipo Sherman colocada en terreno.....	31
Figura 4. Mapa zona de estudio: sector los Barros, comuna de Antuco, región del Biobío.	32
Figura 5. Fotografías de los seis puntos de muestreo utilizados en el estudio del sector Los Barros, Antuco.	33
Figura 6. Mediciones morfométricas de cuerpo y cola de un espécimen del género <i>Abrothrix</i> en el laboratorio de Biología de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles. ...	34
Figura 7. Palpación testicular en espécimen capturado del género <i>Abrothrix</i> y manipulado con todas las normas de bioseguridad en el Laboratorio de Biología de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles. Nota: Fotografía tomada por Ignacio Rojas.	35
Figura 8. Especies capturadas en el área y periodo de estudio durante el período 2024/2025.....	37
Figura 9. Gráfico del Índice de Margalef en el área y periodo de estudio durante el período 2024/2025.....	38
Figura 10. Gráfico de abundancias relativas por cada mes muestreado en el área y periodo de estudio durante el periodo 2024/2025.	39
Figura 11. Gráfico de abundancias relativas para cada especie capturada en el área y periodo de estudio durante el periodo 2024/2025.	39
Figura 12. Gráfico de abundancias relativas por mes y para cada especie capturada en el área y periodo de estudio durante el periodo 2024/2025.....	40
Figura 13. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo durante el mes de octubre 2024 en el área de estudio.....	41
Figura 14. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo en el área de estudio durante el mes de noviembre de 2024.....	42
Figura 15. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo durante el mes de diciembre de 2024 en el área de estudio.	43
Figura 16. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo durante el mes de enero de 2025 en el área de estudio.	43
Figura 17. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y verano (enero) del año 2025.....	44

- Figura 18.** Gráfico de proporción de machos y hembras en el área de estudio y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025. 45
- Figura 19.** Gráfico de porcentaje de machos y hembras capturadas en el área y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025. 46
- Figura 20.** Gráfico de cantidad de machos y hembras capturadas por especie en el área y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025. 46
- Figura 21.** Gráfico de peso promedio (en gramos) de cada especie capturada en el área y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025. 48
- Figura 22.** Gráfico de Longitud Total (LT) promedio de cada especie capturada en el área y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025..... 48

Resumen

En su vasta geografía si bien Chile posee variados ecosistemas, muchos carecen de estudios *in situ* sobre su biodiversidad. De éstos, la estepa altoandina (del norte al Biobío) ejemplifica aquello con una taxocenosis que se infiere de obras generales de zonas adyacentes. En ese contexto, aquí se estudió la riqueza y abundancia de sus roedores durante la primavera de 2024 y parte del verano 2025 (enero) entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio al oriente de la Comuna de Antuco en el Biobío. Así, en seis puntos y con trampas Sherman se pudo evidenciar a los roedores nativos; *Abrothrix longipilis* (“ratón de pelo largo”), *A. xanthorhinus* (“ratón de hocico amarillo”), *Loxodontomys micropus* (“ratón de pie chico”) y la alóctona, *Rattus rattus* (“rata negra”). Además, *a priori* un individuo se clasificó como indeterminado y restos de heces y huesos dan cuenta de la presencia de “vizcachas” (*Ladigium* sp.) y “tucu-tucos” (*Ctenomys* sp.). De las capturas, *A. longipilis* y *R. rattus* fueron las más y menos abundantes respectivamente. Además, la mayoría de los individuos tenían los testículos escrotales y las vaginas abiertas evidenciando reproducción. Para este periodo y datos, los resultados coinciden por lo inferido en la literatura, pero destaca la baja riqueza y abundancia de estas especies, todas ampliamente distribuidas en Chile y Argentina y sin problemas de conservación. Finalmente, si bien estos resultados son preliminares, corresponden a los únicos para los mamíferos de la zona, abriendo la puerta para la profundización de diversas investigaciones en la estepa altoandina del sur de Chile.

Palabras claves: Biodiversidad, estepa altoandina, micromamíferos, roedores y especies

CAPÍTULO I: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento y justificación de la investigación.

La continua desaparición de biodiversidad en todo el mundo, debido a factores como el cambio climático, especies invasoras o modificaciones del ambiente natural ha sido considerado un peligroso inconveniente a nivel ecológico (Sala *et al.*, 2000; Dirzo & Raven, 2003; Sharrock, 2012; Ceballos *et al.*, 2015; Atwoli *et al.*, 2021). En especial, el cambio climático ha inducido variaciones en la distribución de las especies, hecho que puede desencadenar irremediablemente en la pérdida del número de individuos (abundancias) o su total extinción (Chen *et al.*, 2011; Urban, 2015; Ferreira *et al.*, 2016) como por ejemplo sucede en algunas especies de vertebrados como las aves y mamíferos (Bladon *et al.*, 2021).

Se sabe que la información sobre las especies es por lo general escasa en algunos grupos, tanto en taxonomía como distribución (Clark & May, 2002; Pérez, 2009; Murray *et al.*, 2015; Meyer *et al.*, 2015; Fleming & Bateman, 2016), lo que trae consigo serias consecuencias para su conservación. De hecho, según Dos Santos *et al.* (2020), la falta de datos podría obstaculizar el progreso de mediaciones de preservación en especies que se hayan identificado como amenazadas, por ende, la revisión continua de la distribución o identificación de nuevas especies es necesaria tanto para los diversos campos de la ciencia, como también para tener una base que pueda ser utilizada por las instituciones del gobierno y garantizar la protección de la biodiversidad del planeta (Mace, 2004).

La taxonomía, disciplina encargada de clasificar la biodiversidad, colabora enormemente al conocimiento sobre la riqueza de especies que habitan en un ecosistema, lo que se interrelaciona con el conocimiento de nuestro patrimonio natural, por ello pasa a ser un cimiento esencial de la conservación (Martínez, 2016). La conservación de la biodiversidad normalmente necesita de cantidades exuberantes de información para lograr identificar e instaurar precedencias en zonas desprotegidas, la mayoría de estos datos se recopilan de listados de especies que se pueden encontrar en monografías y revisiones taxonómicas (Snow & Keating, 1999). Todo este acervo facilita el cuantificar y analizar la biodiversidad de un sector en particular por medio de la riqueza y abundancia de especies y su distribución, grado de endemismo, entre otros (Bisby *et al.*, 1995). Bajo este mismo contexto Snow & Keating (1999), han manifestado su angustia por el bajo número y precario

detalle de citas de especímenes, hecho que aún continúa causando preocupación en los especialistas, donde por ejemplo Mora *et al.* (2011), mencionan que, a pesar del continuo trabajo por catalogar especies, estos esfuerzos son insuficientes. De hecho, alrededor de las 86% de las especies terrestres y el 91% de las oceánicas aún esperan ser conocidas y descritas. En la actualidad, la Agencia Servicio de Información y Noticias Científicas (SINC) (2021), mediante una entrevista al académico Walter Jetz, menciona que apenas se han descrito de manera formal entre el 10 y 20% de las especies presentes en la Tierra. Lamentablemente, las estimaciones de la biodiversidad global podrían pronto cambiar radicalmente producto de las numerosas amenazas, como la destrucción y sobreexplotación del hábitat, y el cambio climático (Wiens & Zelinka, 2024). En consecuencia, aún se requiere de mayor interés por el descubrimiento, la exploración de la biodiversidad si se quiere estrechar esta brecha en nuestro conocimiento de la vida en la Tierra (Mora *et al.*, 2011). La importancia del estudio de la riqueza especies y su correcta clasificación taxonómica radica en su relación con la preservación de la biodiversidad, ya que la pérdida de ella podría acarrear nuestra propia desaparición, esto se explica debido a la estrecha relación entre todos los seres vivos y sus hábitats y, un cambio grave entre especies podría modificar un lugar y, por consiguiente, a otras formas de vida del sector (Vergara, 2009).

En Chile se han realizado ciertos esfuerzos para inventariar la biodiversidad, producto de aquello destaca en 2018 el libro *Biodiversidad de Chile: patrimonio y desafíos* del Ministerio del Medio Ambiente (de aquí en adelante MMA), texto en el cual se aborda una gran cantidad de grupos taxonómicos, entre estos vertebrados, donde se incluye a los mamíferos. Al respecto, existe una amplia literatura sobre el grupo a lo largo del territorio chileno (e.g. Osgood, 1925, 1943; Mann, 1978; Pine, 1978, 1979; Sielfeld, 1983; Muñoz-Pedreros & Yáñez, 2000; Iriarte, 2010), cuyas formas se pueden identificar en una gran variedad de ecosistemas (Armesto *et al.*, 1996; Keith *et al.*, 2022). Sin embargo, a pesar de lo anterior, el estudio a nivel específico aún es precario e incompleto, no solo en relación con las especies estudiadas sino también, en el tipo de preguntas consideradas. Las causas van desde la dificultad de acceso a lugares y/o las condiciones climáticas de ciertas zonas, lo que muchas veces es un impedimento a la prospección. Además, muchos de los estudios no aplican un enfoque contemporáneo, hecho que también se explica por la baja cantidad de especialistas trabajando a tiempo completo en estos animales (Mella *et al.*, 2002; Iriarte, 2008; D'Elía *et al.*, 2020).

Por otra parte, el conocimiento de los mamíferos de Chile también es irregular, ya sea por los problemas de conservación de algunas especies (e.g. Ortiz *et al.*, 1994), como también por algunas zonas precariamente conocidas. En ese contexto, por ejemplo, la estepa altoandina en su zona más austral es uno de aquellos lugares poco explorados. Este ecosistema se caracteriza por ser una ecorregión montañosa que está dentro de las más desprotegidas, lo que va en directa relación a la conservación de su biodiversidad, cuestión que influye directamente en la composición y riqueza de su cobertura vegetal y por lo tanto de su fauna (Herzog *et al.*, 2011; Krishnaswamy *et al.*, 2014; Ramírez *et al.*, 2014). En Chile, forma parte del ecosistema de la cordillera de los Andes (Gajardo, 1994) y se distribuye, desde el límite norte con Perú hasta la región del Maule, sin embargo, según Martínez *et al.*, (2017), su límite austral llegaría tan al sur como la región del Biobío. En este ecosistema, hipotéticamente, su fauna se caracteriza por una baja riqueza de especies en comparación con otros ecosistemas situados a menores latitudes, siendo aquello un factor determinante de la biodiversidad (Willig *et al.*, 2003; Lomolino *et al.*, 2009; Gómez & Sarmiento, 2015). Como sea, Jara (2010), recopiló información desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Coquimbo y cita algunos mamíferos de la estepa altoandina en Chile como, por ejemplo, el “zorro culpeo” (*Lycalopex culpaeus*), la “vizcachita de montaña” (*Lagidium viscacia*), la “yaca” (*Thylamys elegans*), la “yaca de la puna” (*Thylamys pallidior*), el “ratón andino” (*Abrothrix andinus*), entre otras. Sin embargo, en el territorio más austral de este ambiente en la región del Biobío, la mastofauna se basa en inferencias y no de estudios *in situ* y/o en base a datos científicos (tesis, informes, etc.). Así, aún se adolece de información para la porción más austral de este ecosistema tan extendido en nuestro país.

En consecuencia, este seminario de título abordará el gap antes señalado, a través del estudio de los roedores que habitan en la estepa altoandina entre el sector Los Barros y la Piedra del indio, en la comuna de Antuco, región del Biobío. Los roedores son especies de suma importancia en casi todos los ecosistemas, debido a que cumplen un rol vital en la transferencia de nutrientes y energía en las redes tróficas, siendo, por ejemplo, el alimento de diversos vertebrados como aves y mamíferos (Hernández & Colunga, 2022). Si bien la importancia de estudiar dicha zona radica en proporcionar el primer listado de especies del área, también busca ser una guía para ser utilizado en otras disciplinas y puede servir como insumos para tomar decisiones, además, de abrir la posibilidad de encontrar especies que no se hayan registrado previamente en territorio chileno y/o no hayan sido previamente citadas en la zona.

Objeto de estudio

Los roedores presentes entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío.

Preguntas de investigación

¿Cuáles son las especies de roedores presentes entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025?

¿Cuál es la distribución de sexos (machos y hembras) por especies de roedores entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025?

¿Cuál es el estado reproductivo de los roedores entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025?

Objetivo general

Analizar las especies de roedores que habitan entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025.

Objetivos específicos

- Determinar la riqueza de especies de roedores que habitan entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío.
- Estimar las abundancias relativas para cada especie de roedor que habitan entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío.
- Determinar la proporción de sexos para cada especie de roedor que habita entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío.
- Determinar el estado reproductivo para los individuos de cada especie de roedor que habita entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío.

Hipótesis

Hipótesis 1:

H₀: Hay una baja riqueza de especies de roedores entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío,

H₁: Hay una alta riqueza de roedores entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío.

Hipótesis 2:

H₀: Hay baja abundancia de especies de roedores entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío.

H₁: Hay una alta abundancia de roedores entre el sector Los Barros y la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

Biodiversidad

El concepto de biodiversidad ha sido debatido entre catedráticos de la ciencia en primera instancia durante el “Foro nacional sobre biodiversidad” que se llevó a cabo el 1986 Washington, Estados Unidos. Allí se logró el acuerdo de definirlo como una fluctuación de características entre organismos con vida de cualquier zona o sistema ecológico, además de sus compuestos o entornos del lugar donde habitan. En esta situación, se extiende la definición tanto para diferencias entre las mismas especies y diversidad ecosistémica (Wullweber, 2004). El término biodiversidad fue acuñado por Wilson (1988), y abarca sólo algunos aspectos de la diversidad biológica y se suele relacionar mucho con la extinción de las especies, el carácter emblemático de algunas de ellas y su valor farmacológico, agrícola o ganadero, científico y ecológico, alimentario, recreativo y turístico y su consideración de legado para las generaciones futuras (Escolástico, 2014). Así, biodiversidad se define como: *“la variedad o amplitud de formas de vida, considerando toda la gama del orden biológico partiendo desde la genética correspondiente a cada ser vivo y todos sus elementos funcionales, hasta las comunidades, tomando en cuenta también el entorno en donde estos mismos se desenvuelvan”* (Núñez *et al.*, 2003; Crisci, 2006). La concepción de la idea es mucho más extensa e intenta incluir desde la variabilidad génica entre especies, hasta la que existe por la interacción entre los ecosistemas (Escolástico, 2014).

La biodiversidad se considera un concepto multidimensional, abstracto y complejo (Van Weelie & Wals, 2002; Zemits, 2006; Dikmenli, 2010). Ha sido catalogado en tres distintas categorías: nivel de genes, de especies y de ecosistemas, por lo tanto, la variedad viene determinada por factores que pueden ser históricos, ecológicos y fisiológicos (Maciel *et al.*, 2015; MMA, 2018). El enfoque a nivel de especies es el más utilizado y está en directa relación con la abundancia de éstas en una región o zona geográfica específica (Purvis & Hector, 2000). Así mismo, hay que resaltar que en la actualidad el concepto de biodiversidad es reconocido como una manifestación unificadora de diversos niveles de organización, desde la genética hasta los paisajes, además cada nivel está constituido por tres diferentes componentes: función, estructura y composición (Franklin, 1988; Noss, 1990; Purvis & Hector, 2000; Tilman, 2000; Núñez *et al.*, 2003 Cardinale *et al.*, 2012).

La zona geográfica chilena abarca un extenso territorio en el cono sur del continente americano, además se extiende entre el océano Pacífico hasta las altas cumbres de la cordillera de los Andes, además, mantiene territorio insular que comprende principalmente una agrupación de islas de procedencias volcánicas que se encuentran frente a la región de Valparaíso, y ejerce soberanía en una fracción de la Antártica (MMA, 2018).

Chile es un país modesto si de territorio continental se trata y por lo visto la grandeza o amplitud de su biodiversidad se ve reflejada en ello, además, la diversidad de especies está bajo circunstancias variadas tanto de clima como de geografía, considerando lugares con escasos recursos como también otros en donde las condiciones para la vida son generosas (MMA, 2018). Por otra parte, el clima chileno está demarcado por diversas variables como una gran influencia oceánica, factores asociados al anticiclón del Pacífico Sur Oriental y de la corriente de Humboldt entre otros (Di Castri & Hajek, 1976; MMA, 2018). Así, debido a lo anterior y sumado a sus particulares condiciones de aislamiento biogeográfico, tanto de su parte continental, como insular, una parte significativa de la biodiversidad chilena (paisajes, ecosistemas, especies y genes), posee características únicas a nivel planetario (MMA, 2019), donde por ejemplo, destaca un alto número de endemismo de especies, abundantes servicios ecosistémicos y con zona centro sur considerada dentro de los 35 hotspots mundiales de biodiversidad (Mittermeier *et al.*, 2011; Durán *et al.*, 2013; MMA, 2018). Además, según el MMA (2024) se han descrito en Chile al menos 33,000 especies nativas hasta la fecha.

La pérdida de biodiversidad sigue superando todos los esfuerzos de preservación, de hecho, en Chile ha persistido la extinción de especies y actualmente se estima que el 63% de las ya clasificadas se encuentran en peligro (Jorquera *et al.*, 2012; Schmidt & Carrasco, 2023). En este contexto, a nivel país, se han institucionalizado la preservación de áreas protegidas para la protección de los entornos naturales donde no exista o haya baja intromisión humana (como parques nacionales) y se recalque el buen manejo de los recursos y los seres vivos de la zona (Foladori & Tommasino, 2000). Esta conservación es necesaria para mantener un patrimonio genético, el cuál ha estado presente desde la existencia misma de la vida y que a lo largo de los millones de años se ha moldeado a las necesidades de la actualidad y su utilización es innegable y trae consigo beneficios en todo ámbito (Mujica, 2009).

Comprender lo que engloba la biodiversidad es una parte importante para direccionar las acciones y especificar leyes o políticas cuando se necesite idear diferentes

planes para manejar correctamente el entorno natural. Dicho esto, es necesario que la humanidad como sociedad se comprometa con la preservación del medio ambiente en el cual se logran desarrollar las especies, además, tener en cuenta no sólo lo individual si no todo lo que está detrás de ello que pueden ser complejos sociales o económicos (Ghersa, 2007).

La biodiversidad se resume en el conjunto de todas las formas de vida en la Tierra, pero también considerando la diversidad genética y de ecosistemas, destacando este último debido a la gran cantidad de beneficios que ofrece de forma directa e indirecta a nuestra especie, conformando el patrimonio natural de la humanidad (MMA, 2020). Los ecosistemas han tenido una alta demanda estos últimos años en el territorio y el mundo, en cuanto a su preservación, como también en el estudio de lo que lo compone, además, de analizar sus vulnerabilidades bajo los escenarios del cambio climático como es el caso del estudio de Pliscoff (2023).

Ecosistemas

Este concepto fue acuñado por el botánico Inglés, Tansley (1935), fundador de la British Emlügiml Satiety, la primera sociedad ecológica del mundo. El ecosistema tiene una amplia descripción, sin embargo, y de manera general se define como el conjunto de seres vivos y las circunstancias del entorno natural con las cuales conviven, considerando todas las provisiones o herramientas dispuestas en el lugar y que son capaces de integrar una estructura u organización capaz de permitir la circulación de la energía y la materia, reconociendo una dependencia mutua entre animales y plantas y el entorno, de esta forma se visualiza como una unidad estructurada (Klijn & Udo de Haes, 1994; Murialdo, 2016; Vázquez, 2017). Así, el ecosistema es considerado una unidad ambiental que se encuentra conformado por una parte viva llamada componente o factor biótico y una parte inanimada llamada componente o factores abióticos. Estos, se interrelacionan entre sí y se autorregulan en términos energéticos de una manera organizada y funcional (Dreux, 1975; McNaughton & Coughenour, 1981; Ondarza, 1993; Malacalza, 2002; Denti, 2014; Rodríguez, 2016; Salgado, 2021). Estos factores pueden variar y tener diferencias uno del otro, principalmente cuando se habla por ejemplo del clima, que va de la mano junto con su riqueza y diversidad de especies y la interacción entre ellas (Odum, 1971; Whittaker, 1975; Smith & Smith, 2015).

El concepto de ecosistema ha sido tratado como una unidad de organización, debido a que el entorno orgánico ligado a la vida ha sido categorizado como un complejo de elementos fundamentales en donde existe y se estipula un esquema de conexiones o vínculos entre lo biótico y lo abiótico (Nielsen & Müller, 2000; Rodríguez, 2016).

Desde el punto de vista evolutivo, los ecosistemas son parte de la historia de la tierra, ellos han existido a lo largo de toda la extensión geológica, obviamente con cambios desde su origen (Johnson & Wing, 2020). Independientemente que sean definidos como un lugar o entorno contrapuesto, es necesario mencionar que la discriminación entre lo acuático y lo ligado a la tierra, tiene una gama espectral de ambientes de transición, al punto que ambos se moldean y se solapan con el pasar del tiempo, de hecho, un medio terrestre puede contener ambientes acuáticos y no acuáticos (Beraldi, 2014). Dentro de éstos, se pueden incluir bosques, praderas, desiertos, montañas, entre otros, y están caracterizados por la presencia de suelo y por la interacción de organismos y factores abióticos en tierra firme (Chapin *et al.*, 2011).

Los ecosistemas poseen determinadas condiciones (Bailey, 2009) como una fisonomía, límites, sus propios componentes (bióticos y abióticos) y las relaciones entre estos. Por lo tanto, es posible distinguir ciertos elementos específicos siendo uno de ellos el lugar físico en donde se relacionarán los demás elementos del ecosistema, condiciones ambientales como la presencia de agua, los niveles de radiación, la presencia de determinados gases, un suelo ácido o básico y una temperatura determinada, etc. Además, estas características se relacionan directamente con la disposición de nutrientes, compuestos orgánicos o lugares en donde los seres vivos podrán alimentarse (Denti, 2014; Murialdo, 2016).

Como se mencionaba, cada ecosistema tiene diferentes características (O'Neill *et al.*, 1986), y gracias a ello, la distribución de las especies también es bastante heterogénea, siendo posible hallar una diversidad dinámica tanto de microorganismos, plantas y animales (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2004), los cuales se han adaptado dependiendo del lugar y circunstancias en donde se desarrollen y de esta forma persistir y preservarse a lo largo del tiempo. Dentro del grupo animal destacan los anfibios, reptiles, aves y mamíferos, cada uno desempeñando roles vitales y de importancia para el correcto funcionamiento del ecosistema (Odum, 1971; Begon *et al.*, 2006; Smith & Smith, 2015). Según Martínez *et al.*, (2017) estas características pueden variar desde el uso de tierra, saturación del agua del suelo, cobertura vegetal, forma de vida dominante, rasgos

funcionales de las hojas, moduladores de clima y ambientes extremos en donde el alimento, agua y temperatura se presentan en niveles poco favorables para la vida.

Un estudio realizado por Keith *et al.*, (2022), muestra que en el mundo existen alrededor de 110 tipos de ecosistemas y de éstos, Chile tendría al menos 88. Un número sumamente alto en comparación con el resto de los países, que en promedio agrupan 73. Así Keith *et al.*, (2022), destacan ecosistemas de ríos, humedales y mares. Como se ha mencionado, los ecosistemas contienen dentro de sus características una parte inerte y otra viva, esta última diferenciable como fauna y cobertura vegetal y en consecuencia posibles de agrupar. En este contexto, Gajardo (1994), definió las siguientes regiones y/o biomas para Chile con sus porcentajes aproximados de la superficie nacional: desierto (22%), bosque siempre verde y turberas (18%), estepa altoandina (17%), matorral y bosque esclerófilo (10%) y finalmente el bosque caducifolio, bosque andino patagónico, estepa patagónica y bosque laurifolio las cuales cubren solo un 8%, 7%, 4% y 3% respectivamente.

Bajo esta estructura Gajardo (1994), ha mencionado características para cada una de estas regiones. El desierto tiene una altitud media de 1500 msnm, donde existen acantilados costeros muy abruptos, y casi nula humedad con sectores considerados desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares (Figura 1a). Por el contrario, Gajardo (1994), define la región del bosque siempre verde y turberas de relieve muy complejo que incluye sectores montañosos al occidente de las cordilleras patagónicas donde las especies que dominan son principalmente coníferas y algunas especies del género *Nothofagus* de hojas pequeñas y perennes (Figura 1b). Respecto de la región de matorral, su característica física dominante está asociada a un tipo de clima mediterráneo cuyos inviernos son fríos y lluviosos y los veranos cálidos y secos. Este sector tiene una alta diversidad vegetal sobresaliendo los arbustos altos de hojas esclerófilas, arbustos bajos y suculentas como también árboles laurifolios y esclerófilos de gran altura (Figura 1c), en esta región destaca *Adesmia microphylla* ("palhuén"), *Cryptocarya alba* ("peumo"), entre otros. El bosque caducifolio presenta un clima templado con sequía estival y se caracteriza por la mayoritaria presencia de especies del género *Nothofagus* (Figura 1d), mientras que el bosque laurifolio de clima lluvioso casi todo el año, destaca por agrupar especies de hojas largas tales como el laurel, el olivillo y el ulmo, aunque de igual forma se pueden distinguir árboles como el roble o el raulí (Figura 1e) (Gajardo, 1994). La estepa patagónica se ubica en el externo árido-frío de la gradiente climática oeste-este que rige la distribución de la vegetación en el

extremo sur del continente sudamericano, dominando con gramíneas en mechón (coirones) y arbustos bajos (Figura 1f). Por último, la estepa altoandina se encuentra en la cordillera de los Andes árida y semiárida, con una cobertura vegetal escasa compuesta principalmente de arbustos de bajo follaje, gramíneas o plantas pulvinadas (Figura 2).

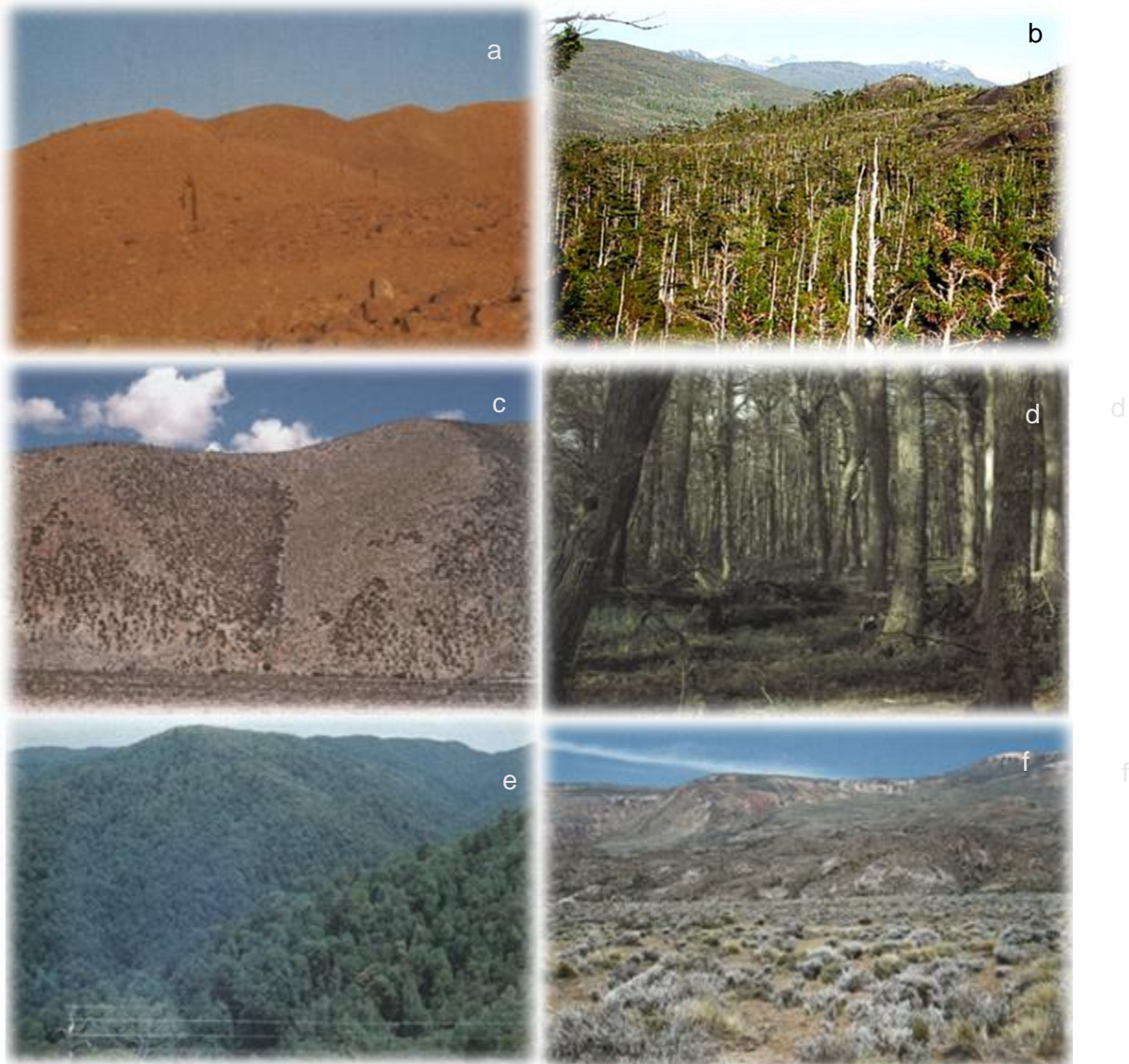


Figura 1. Coberturas vegetales.

a) Desierto con suculentas Columnares (Poconchile). b) Bosque siempreverde de coigüe de Magallanes (Patagonia) c) Matorral estepario interior (Auco). d) Bosque caducifolio de Magallanes (Parrillar). e) Bosque laurifolio valdiviano (Los Pabilos). f) Estepa patagónica de Aisén (Jeinimeni).

Nota: Todas las figuras fueron extraídas del texto *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica* (Gajardo, 1994), a excepción de bosque siempreverde, la cual fue extraída de una nota botánica de Museo Nacional de Historia Natural (2020).



Figura 2. Representación generalizada de estepa altoandina (Al fondo el volcán Antuco).

Nota: Fotografía tomada por Jonathan Guzmán.

La flora y fauna de la estepa altoandina se ve fuertemente determinada por la presencia de cuerpos de agua y por la orografía del sector, aunque normalmente se define como escasa y fragmentada (Centro de Información de Recursos Naturales, 2013: de aquí en adelante CIREN) si se compara con la distribución de especies de los demás ecosistemas citados previamente, principalmente por tener condiciones que no sustentan ni propician un gran desarrollo de la vida (Perovic *et al.*, 2018).

Estepa altoandina

Como fue señalado la estepa altoandina (Figura 2) (Gajardo, 1994; Martínez *et al.*, 2017), se ubica en la Cordillera de los Andes árida y semiárida (Gajardo, 1994) y se distribuye a lo largo del territorio, desde el límite en el norte con Perú y Bolivia hasta las montañas de la región del Maule. Sin embargo, según Martínez *et al.*, (2017), es posible encontrarla periféricamente aún en las regiones posteriores como la del Biobío.

El concepto andino proviene principalmente a lo perteneciente o relativo a la cordillera de los Andes, la cual se originó por la sumersión de una placa tectónica oceánica que se encontraba en la parte inferior del borde oeste de la masa continental de América. Lo anterior tiene como principal consecuencia la actividad volcánica característica y el ensanchamiento o ampliación de la corteza del continente (Seyfried *et al.*, 1998).

Los ecosistemas relacionados con ensanchamientos de la corteza produciendo montañas son relevantes a nivel país y esto se debe a que Chile, es el segundo país de la Macrozona Andina con mayor extensión superficial de montañas gracias a su gran territorio en América con aproximadamente un 63% de su superficie (MMA, 2017). Independiente de ello, la biodiversidad es rica tanto en flora y fauna, sin embargo, como es un ambiente más bien dinámico y con condiciones climáticas severas podría representar una amenaza ante los frágiles seres vivos que habitan esta clase de sectores (Fundación para el Desarrollo Social, 2018).

En términos generales, la provincia altoandina mantiene un clima mayoritariamente frío, con precipitaciones que forman tanto nieve como granizo, contiene un suelo pobre en nutrientes y precariamente formado y sus aguas, las cuales se encuentran en pendiente, se direccionan a los océanos Pacífico o Atlántico (Cabrera & Willink, 1973; Young *et al.*, 2007). Este entorno natural tiene características en común con el cordón andino, sin embargo, también contiene ciertos puntos que son propios. Entre los aspectos relevantes están la altitud y el relieve, en donde la aridez y el corto tiempo vegetativo son factores determinantes de la fisonomía de sus formaciones vegetales (Gajardo, 1994).

Las estepas tienen directa relación con limitadas coberturas de especies de plantas leñosas como arbustos y fuertemente vinculadas a temperaturas bajas que se deben a la altura (Martínez *et al.*, 2017). La provincia altoandina contiene variadas especies y se caracteriza por las numerosas adaptaciones que mantienen estas a un clima tan extremo (Hughes & Eastwood, 2006; Antonelli *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2022). Bajo este contexto, si bien el tiempo vegetativo es corto, existen tres tipos biológicos fundamentales capaces de sobrevivir en estos ambientes: las plantas pulvinadas o en cojín como la yareta (*Azorella* spp.), las gramíneas cespitosas como, por ejemplo, especies de los géneros *Festuca* y *Stipa*, pastos duros como el coirón y, los arbustos bajos de follaje reducido como las tolas (Gajardo, 1994; Trivelli & Valdivia, 2009; Trivelli, 2011). Las especies vegetales no han sido las únicas capaces de adaptarse a estos ambientes o climas extremos, ya que también existen algunas especies animales capaces de desarrollar su vida en este tipo de entornos,

tales como roedores, carnívoros (zorros y gatos), reptiles, aves, insectos, entre otros (Cerde & Cornejo, 2022).

Dentro de la región del Biobío se encuentra la comuna de Antuco que se caracteriza por su cercanía con la cordillera de Los Andes y, además, por poseer en su sector más oriental cercana a la frontera con Argentina, donde destacan ecosistemas de estepa altoandina (Martínez *et al.*, 2017). De hecho, esta comuna está representada por tres tipos diferentes de climas y uno de ellos, es el clima de tundra. Este clima es particularmente frío y seco del cual se caracteriza la región altoandina (Cabrera & Willink, 1973; Young *et al.*, 2007). Este clima se origina por el efecto de la altura de la Cordillera de los Andes donde la temperatura media mensual fluctúa entre los 0° y 10°C lo que moldea a las montañas que suelen encontrarse con nieve (Municipalidad de Antuco, 2020; Universidad Católica de Temuco, 2022; CIREN, 2023). Independiente de estas condiciones climáticas, según el CIREN (2023b), de manera general estima que es posible encontrar una fauna diversa en la zona cercana a la comuna de Antuco. Así, se hipotetiza que habitarían, por ejemplo, mamíferos como el puma, zorros y vizcachas, además de aves rapaces. Sin embargo, lo anterior es más bien anecdótico y no de carácter científico ya que a la fecha no existe algún estudio y/o catálogo que dé cuenta de diversidad de la zona.

Mamíferos

La heterogeneidad de seres vivos se desencadena desde la ramificación de una población en común, en donde sus predecesores lograron adaptarse a su hábitat mediante procesos evolutivos (e.g., selección natural, deriva genética, mutaciones), aunque de todas formas existen posibles limitaciones relacionadas con flujo genético (e.g., Stalkin, 1987; Futuyma, 2017). Los procesos que se llevaron a cabo tomaron en cuenta múltiples factores como interacciones evolutivas y las diferencias en cuanto a morfología y entorno en donde se desarrollaban (Schluter, 2000). Según este escenario, los mamíferos provendrían de los reptiles, los cuales provienen del grupo ancestral común, mediante un tiempo de transición entre estos dos grupos animales (Futuyma, 1983, 2017; Gallardo, 2017).

Actualmente se han reconocido aproximadamente 6495 especies de mamíferos en el mundo, 96 extintas recientemente y 6399 vivas en la actualidad (Burgin *et al.*, 2018). Este grupo comparte su estructura del esqueleto, órganos y vías del metabolismo, pero cada especie se ha moldeado y adaptado para sobrevivir dependiendo de su hábitat (Bohórquez, 2019)

Los mamíferos son un grupo conspicuo (al menos los de mayor tamaño) y sobresalientes entre las especies vertebradas de vida terrestre (Sánchez *et al.*, 2014). Además, tienen una variedad de características morfológicas que los definen, en donde la más distintiva es la presencia de las glándulas mamarias en hembras para la producción de leche, el sustento alimenticio para las crías durante los primeros meses de vida. Sin embargo, eso no es lo único que la diferencia de otros grupos, también lo son la estructura de la mandíbula y el oído medio, así como la presencia de dos cóndilos occipitales y aparición de pelaje en alguna etapa de su desarrollo (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2009). Por otro lado, el sistema nervioso de los mamíferos también ha sido una parte importante para su supervivencia. Gracias a ello han sido capaces de adaptarse y moldear su comportamiento dependiendo del medio en el que se encuentren. Su encéfalo se encuentra sumamente desarrollado si lo comparamos con otros animales y le permite aprender de sus experiencias fomentando aún más su posibilidad de sobrevivir ante cambios en el ambiente (Audesirk, 2003, Futuyama, 2017). Muchas de estas características, sumando las altas tasas metabólicas, como también, la capacidad de mantener equilibrios térmicos gracias a sus procesos vitales, sus variaciones anatómicas, fisiológicas y la forma en que responden ante situaciones de estrés o de aprendizaje para la supervivencia, los han llevado a ser uno de los grupos con mayor éxito reproductivo y de preservación y gracias a ello han logrado expandirse a lo largo del mundo (Audesirk, 2003; Sánchez *et al.*, 2014; Futuyama, 2017).

Chile es un país con una alta tradición en el estudio de los mamíferos (Osgood, 1925, 1943; Mann, 1978; Pine, 1978, 1979; Sielfeld, 1983; Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2000, 2009; Iriarte, 2010), sin embargo, son muy pocas las especies que realmente han sido estudiadas con enfoque actual tanto cuantitativo como cualitativo y por ello mismo cada año hay nuevos descubrimientos. A la fecha, el listado oficial de mamíferos presentes en Chile abarcaría al menos 163 especies nativas de mamíferos, en donde 20 son endémicas (12% aproximadamente), las cuales se reparten en nueve órdenes, 31 familias y 86 géneros. Asimismo, existen 22 especies exóticas presentes en el país (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2009; D'Elía *et al.*, 2020).

Es claro que Chile no posee una gran riqueza de especies en general, y en particular de mamíferos, su riqueza de especies es baja, siendo la ubicación geográfica uno de los aspectos que se esgrimen para aquello. De hecho, Chile se encuentra separada al este por la cordillera de los Andes, al norte por el desierto de Atacama y por el sur y oeste por el

océano Pacífico. El bajo nivel de diversidad, también podría ser un criterio para dar explicación al origen de especies sumamente particulares presentes en el territorio de Chile, lo que anteriormente se mencionó como endemismo (MMA, 2018).

Dentro de los mamíferos de Chile, el Orden Rodentia es por lejos el más diverso en especies con un 64%, seguido por Carnivora con un 14%, luego Chiroptera con 11% y por último Marsupialia, Xenarthra y Artiodactyla las cuales no pasan el 6% del completo número de mamíferos terrestres en el país (Muñoz-Pedreros & Yáñez, 2009; D'Elía *et al.*, 2020). Los roedores representan un grupo selecto de mamíferos, llamados micromamíferos o pequeños mamíferos (Mann, 1978) y aunque son de tamaño reducido, ellos presentan adaptaciones únicas que le han permitido sobrevivir en condiciones extremas y perdurar en el tiempo (Iriarte, 2008). Además, cumplen un rol de suma importancia en la transferencia de materia y energía en las redes tróficas, ya que son alimento de otras especies animales y revelan aspectos claves de un ecosistema (Hernández & Colunga, 2022).

Micromamíferos

Dentro del grupo de los mamíferos podemos encontrar algunos conocidos como micromamíferos y ejemplos de ellos pueden ser especies pertenecientes a los órdenes Rodentia (“ratones y ratas”), Chiroptera (“murciélagos”) y Lagomorpha (“liebres y conejos”), todos caracterizados por tener una reducida biomasa (<15kg aprox.) en comparación con otros animales de mismo grupo (Sesé, 2006).

Los micromamíferos son abundantes en la mayoría de los ecosistemas del mundo, donde cumplen roles de suma importancia siendo animales relativamente fáciles de estudiar debido a su pequeño tamaño y altas tasas de reproducción. Por lo anterior, han sido clásicamente una excelente fuente de información para la investigación de relaciones entre especies y ecosistemas (National Ecological Observatory Network, s.f.). Estos mamíferos se distribuyen a lo largo del mundo en diferentes entornos, sin embargo, la presencia de ellos en un sector específico puede predecirse mediante ciertos indicadores, que pueden ser su alimentación o lugar de refugio (Leis *et al.*, 2008; Avenant, 2011). Así, la proporción de terreno descubierto, la humedad, presencia de plantas su cobertura y densidad son algunos de los ejemplos (Churchfield *et al.*, 1997; Grant & Birney, 1979; Yarnell *et al.*, 2007).

Entender y saber dónde localizar a estos vertebrados toma gran importancia por el rol que ellos cumplen en los sistemas ecológicos. Así, sus distintos roles y funciones permiten el estudio de diversas áreas tales como la biodiversidad, los efectos del cambio climático, su rol como dispersores de semillas o polinizadores, interacciones tróficas, funciones ecológicas y fragmentación del hábitat, adaptación al entorno e incluso, pueden tener relevancia en avances tecnológicos como técnicas moleculares o de teledetección (Bontzorlos & Mitsainas, 2024).

En términos generales los micromamíferos poseen una gran variedad de adaptaciones para su prevalencia, dentro de las cuales destacan sus desplazamientos y formas de vida. Por ejemplo, los Chiropteros (“murciélagos”) son capaces de volar, otros son más bien acuáticos como el “coipo” (*Myocastor coypus*) que puede nadar, la mayoría son cursoriales (que viven en la superficie) como el “ratoncito oliváceo” (*Abrothrix olivaceus*) o el “ratón de cola larga” (*Oligoryzomys longicaudatus*) y otros como el ratón topo valdiviano (*Geoxus valdivianus*) y los tuco-tucos (*Ctenomys* sp.) son fosoriales y/o subterráneos respectivamente (Osgood, 1943; Mann, 1978; Iriarte 2008). Dentro de los micromamíferos Rodentia es sin lugar a duda el grupo de mamíferos más diversificado y rico en número de especies (Wilson & Reeder, 2005). En Chile habitan especies de nueve familias de este orden, de las cuales, siete son nativas. Además, estos mamíferos presentan una amplia distribución no solo en Chile, sino que también en países vecinos (Mann, 1978; Reise & Venegas, 1987; Iriarte 2008; Teta, *et al.*, 2017; D’Elía *et al.*, 2020). Además de los roedores, otros micromamíferos de los siguientes ordenes igual tienen representantes en Chile: Didelphimorphia (*Thylamys elegans* y *T. pallidior*), Microbiotheria (*Dromiciops gliroides*), Paucituberculata (*Rhyncholestes raphanurus*), Chiroptera (*Desmodus rotundus*, *Platalina genovesium*, entre otras), Cingulata (*Chaetophractus nationi*, *C. villosus* y *Zaedyus pichi*) (Iriarte 2008; Bonacic *et al.*, 2016; Barreto, 2018; D’Elía *et al.*, 2020).

Si bien el orden Rodentia es el más numeroso a lo largo del territorio chileno, hay zonas en donde la fauna se define como escasa, no solo por los factores adversos que dificultan o impiden el desarrollo de la vida (CIREN, 2013), sino también, por la poca información biológica o ecológica de la zona o, dicho de otra forma, por los pocos o nulos estudios llevados a cabo. En ese contexto, aquí destaca fuertemente la región de la estepa altoandina, sobre todo en su distribución más austral (Morello *et al.*, 2012).

La revisión bibliográfica sobre los pequeños mamíferos en la zona centro sur de Chile informa la presencia por ejemplo del “monito del monte” (*Dromiciops gliroides*), “el

piche” (*Zaedyus pichiy*), “el murciélago cola de ratón” (*Tadarida brasiliensis*) el murciélago “orejudo menor” (*Histiotus montanus*), “el ratón de pelo largo” (*Abrothrix longipilis*), entre otros (Iriarte, 2008). Sin embargo, tales registros no son específicamente de la estepa altoandina de la región del Biobío, sino más bien, de diversas zonas y ecosistemas del país. Para la estepa altoandina del Biobío no existen antecedentes sobre los mamíferos que allí habitan. Sin embargo, en la porción argentina de este ecosistema (a la altura del Biobío) se han documentado especies como *Euneomys noei* o *Abrothrix andinus* (Redford & Eisenberg, 1992) las cuales serían potenciales especies que podrían también hallarse en el lado chileno. La tabla 1 resume las potenciales especies que podrían ser registradas en este ecosistema en Chile:

Tabla 1.2 Listado de mamíferos potenciales que se podrían encontrar en el ecosistema de estepa altoandina de la comuna de Antuco.

Nombre científico	Nombre común	Fuente
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo amarillento	Mann (1978), Reise y Venegas (1987), Iriarte (2008), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009) y Patton <i>et al.</i> (2015)
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratón andino	Mann (1978), Iriarte (2008), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009)
<i>Abrothrix xanthorhinus</i>	Ratón de hocico amarillo	Mann (1978), Reise y Venegas (1987), Iriarte (2008), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009)
<i>Eligmodontia typus</i>	Ratita de pie sedoso	Mann (1978), Iriarte (2008), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009) y Patton <i>et al.</i> (2015)
<i>Loxodontomys micropus</i>	Ratón de pie chico	Mann (1978), Reise y Venegas (1987), Iriarte (2008), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009) y Patton <i>et al.</i> (2015)
<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón lanudo común o de pelo largo	Mann (1978), Pine (1979), Reise y Venegas (1987), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009) y Patton <i>et al.</i> (2015)
<i>Abrothrix hershkovitzii</i>	Ratón de hierba	Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009) y Patton <i>et al.</i> (2015)
<i>Chelemys macronyx</i>	Ratón topo cordillerano	Reise y Venegas (1987), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009) y Patton <i>et al.</i> (2015)
<i>Geoxus valdivianus</i>	Ratón topo valdiviano	Reise y Venegas (1987), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009) y Patton <i>et al.</i> (2015)
<i>Eligmodontia morgani</i>	Laucha sedosa patagónica	Mann (1978), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009) y Patton <i>et al.</i> (2015)
<i>Ctenomys magellanicus</i>	Tuco-tuco magallánico	Mann (1978), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009) y Patton <i>et al.</i> (2015)
<i>Octodon degus</i>	Degú de las pircas	Mann (1978) y Patton <i>et al.</i> (2015)

En síntesis, la estepa altoandina en sus zonas más australes como la Región del Biobío (Martínez, 2017) mantiene condiciones climáticas adversas, las cuales representan un desafío significativo a la prospección y clasificación de los vertebrados y de los micromamíferos que en ella habitan. Aportar con información de esta zona permitiría entre otros, implementar estrategias de preservación y/o desarrollo de las actuales y potenciales nuevas líneas de investigación (Mella *et al.*, 2002; Iriarte, 2008; D'Elía *et al.*, 2020).

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

Enfoque de la investigación.

El enfoque es de carácter cuantitativo ya que utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente. Este enfoque confía en la medición numérica, el conteo y frecuente uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población (Hernández & Mendoza, 2018).

Método

El método empleado aquí corresponde a una investigación exploratoria cuya finalidad es estudiar un problema claramente definido en el marco referencial y que se resume como falta de información (Hernández, 2010). En este caso, sobre los roedores del ecosistema de estepa altoandina en su distribución más austral (Martínez *et al.*, 2017) en la comuna de Antuco.

Unidad temporal

La presente investigación corresponde al tipo longitudinal ya que los datos recopilados se obtienen en distintos momentos a lo largo del tiempo (Cairampona, 2015) y en este caso, entre los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025.

Diseño metodológico

El diseño de esta investigación es de carácter no experimental donde no se manipulan las variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos (Hernández & Mendoza, 2018).

Alcance de la investigación

El alcance es de carácter exploratorio y descriptivo, pues no hay una mayor manipulación y/o generación de un estudio experimental sobre la muestra (Hernández *et al.*, 2014).

Población

La población es el conjunto de componentes que se utilizarán para generar los resultados de una investigación (Hernández & Mendoza, 2018). Aquí la población son los roedores de la estepa altoandina entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025.

Muestra

La muestra es el conjunto o parte de una población de la cual se recopilará información para ejecutar la investigación (López, 2004). Aquí la muestra utilizada para realizar este estudio son los roedores de la Estepa Altoandina que se logren capturar entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025.

Unidad de análisis

La unidad de análisis son los roedores del ecosistema de Estepa Altoandina entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025. La unidad de análisis se refiere al qué o quién es objeto de interés en una investigación (Sánchez, 2009).

Variables

La variable es un atributo que es posible de observar y de ello se toman valores para poder cuantificarla y así ser capaz de medirla (Hernández *et al.*, 2014). Las variables implicadas en el desarrollo de esta investigación son:

Variable independiente: Estación climática de primavera durante los meses octubre, noviembre y diciembre del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025. Los puntos de muestreo se encuentran entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío.

Variable dependiente: Riqueza y abundancia de los roedores del ecosistema de estepa altoandina entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025.

Técnica de recolección de datos

La recolección se realizó mediante la captura viva de los roedores, utilizando trampas tipo Sherman (Figura 3), las cuáles son fabricadas principalmente de aluminio, tienen un bajo peso, presentan un mecanismo plegable y de auto armado rápido. Presentan una placa metálica que, al ser pisada por el roedor, se acciona una puerta, la cual se cerrará dejando al espécimen dentro.



Figura 3. Trampas tipo Sherman colocada en terreno

Nota: Fotografía tomada por Ignacio Rojas

Área de estudio

Desde Los Ángeles se puede llegar a la comuna de Antuco, la cual se encuentra a aproximadamente 65 km. de distancia. Desde Antuco se toma la carretera “Los Carrera” en dirección al Parque Nacional Laguna del Laja, sector por el que se deberá adentrar para llegar al destino del sector Los Barros – Piedra del Indio (Figura 4).

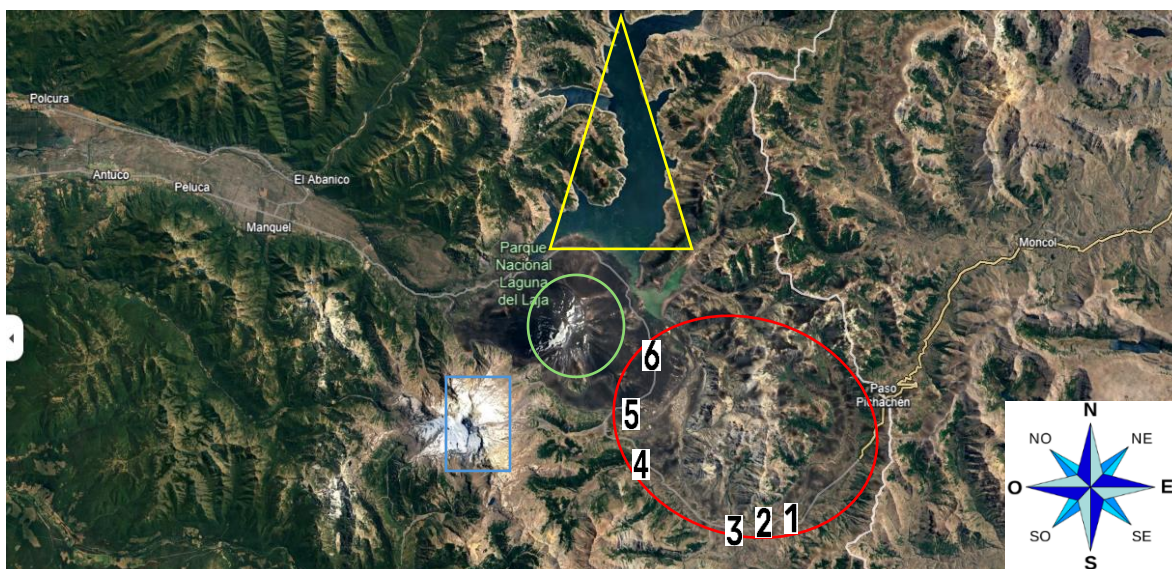


Figura 4. Mapa zona de estudio: sector los Barros, comuna de Antuco, región del Biobío. Nota: El triángulo amarillo representa la Laguna del Laja. El círculo verde el Volcán Antuco. El cuadrado azul la Sierra Velluda. En el óvalo rojo puede apreciar el área de estudio: Sector Los Barros, comuna de Antuco, región del Biobío. Los números representan los puntos de muestreo (1 = matorral bajo 1; 2 = matorral bajo 2; 3 = roqueríos 1; 4 = bosque ñirre achaparrado; 5 = ribera riachuelo y 6 = roqueríos 2). La línea demarcada en blanco corresponde a la frontera entre Chile (oeste) y Argentina (este).

La cobertura vegetal principalmente está representada por plantas pulvinadas o en cojín, las gramíneas cespitosas, pastos duros o “coirones” y arbustos bajos de follaje reducido (Figura 5). Por otro lado, el clima de la zona se caracteriza por ser seco y muy frío,

que puede formar nieve como granizo en estaciones de bajas temperaturas (Cabrera & Willink 1973; Young *et al.*, 2007).

Se debe destacar que las trampas fueron distribuidas en puntos específicos y estratégicos en donde podrían habitar roedores, se privilegió principalmente los siguientes lugares: con acceso a algún cuerpo de agua, oferta de refugio o sombra ante la fuerte radiación, vegetación o posible fuente de alimento. Los puntos de muestreo fueron seis y se mencionan a continuación: matorral bajo 1 (Figura 5a), matorral bajo 2 (Figura 5b), roqueríos 1 (Figura 5c), bosque ñirre achaparrado (Figura 5d), ribera riachuelo (Figura 5e), roqueríos 2 (Figura 5f).

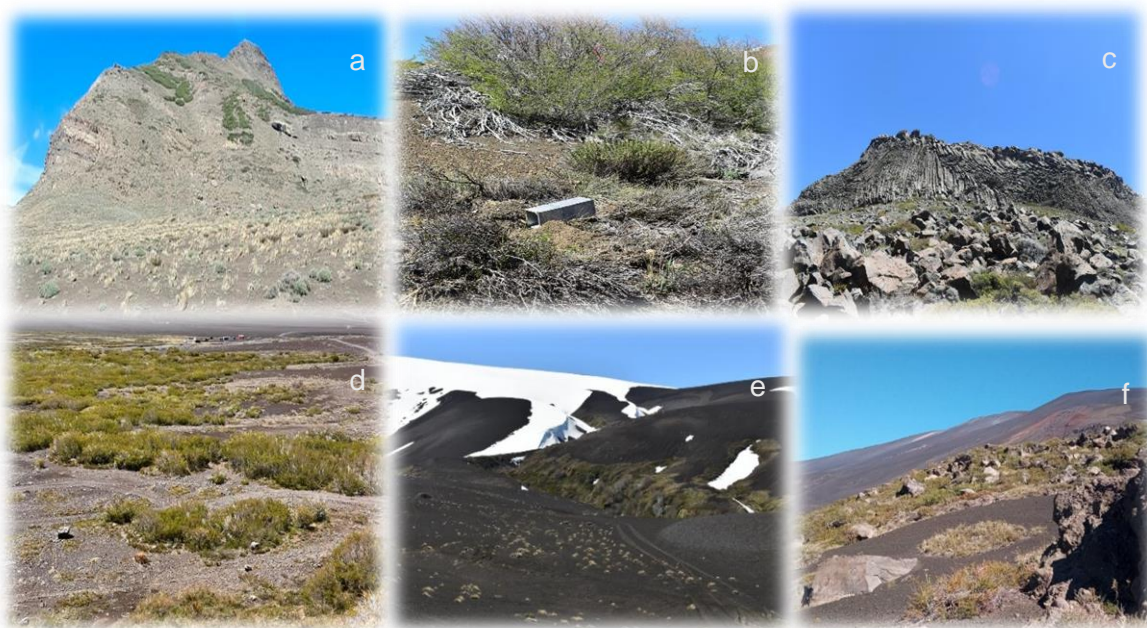


Figura 5. Fotografías de los seis puntos de muestreo utilizados en el estudio del sector Los Barros, Antuco.

a) matorral bajo 1, b) matorral bajo 2, c) roqueríos 1, d) bosque ñirre achaparrado, e) ribera riachuelo, f) roqueríos 2. (Fotografías tomadas por Ignacio Rojas y Fernanda Urra).

Inventario de la riqueza de micromamíferos

En la zona de estudio, en el primer mes se ubicaron 146 trampas durante dos noches, mientras que los siguientes tres meses se colocó la misma cantidad, pero durante tres noches, teniendo un total de 1606 trampeos efectivos para el total del estudio. Estas

se dispusieron en los seis puntos (Figura 5) y fueron cebadas con avena y vainilla siguiendo a Meserve *et al.* (1982). Todos los individuos fueron identificados mediante la experiencia de los investigadores, reportes de identificación de caracteres cualitativos/cuantitativos y las descripciones en textos de mastozoología (e.g., Mann, 1978; Kelt, 1994; Iriarte, 2008; Muñoz-Pedreros & Yáñez, 2009). Los especímenes capturados vivos fueron determinados a nivel de especie, se les registro el sexo y tamaño para luego ser liberados, mientras que los muertos, fueron medidos etiquetados (localidad, sexo y numero), fijados en alcohol (70%), y depositados en el Laboratorio de Biología de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles. Todas las prospecciones a terreno, así como las capturas de los roedores aquí informadas fueron autorizadas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) a través de Resolución Exenta N° 6230-2024 (Ver Anexo 1).

Descripción cuantitativa de los especímenes capturados

La medición (Figura 6) se llevó a cabo con calibrador (pie de rey o Bernier) y cinta métrica (regla) y la forma de masar fue utilizando una balanza.

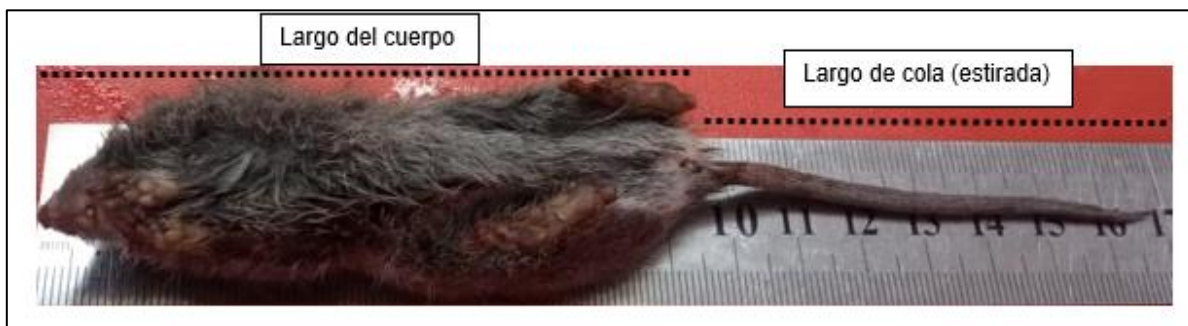


Figura 6. Mediciones morfométricas de cuerpo y cola de un espécimen del género *Abrothrix* en el laboratorio de Biología de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles.

Nota: Fotografía tomada por Ignacio Rojas.

A todos los individuos que fueron catalogados y depositados en el laboratorio, se les tomó además las siguientes medidas: Longitud Total (LT), la cual va desde la punta del hocico hasta la punta de la cola, Longitud de pabellón auricular (LPA), que se refiere a la distancia que existe entre la base del nódulo hasta la porción más distal de la oreja y Longitud de tarso con y sin uña (LTC Y LTS respectivamente), que es medida desde la articulación proximal del tarso hasta el otro extremo de este mismo o de su uña más distal según sea el caso (Yáñez & Jaksic, 1977). Datos disponibles en Tabla 3.

Análisis de sexo y estado reproductivo

Para determinar el sexo se observó la presencia del escroto en los machos, ya que, en roedores, aunque este tenga demasiado pelo, es muy evidente. Si es una hembra aparecerá una abertura en forma de Y con las ramas pares dirigidas cranealmente y delimitada entre pliegues de piel (Yllera *et al.*, 2020). Igualmente se definió el estado reproductivo de los individuos de ambos sexos mediante palpación escrotal (Figura 7) o testicular abdominal en machos; condición perforada o imperforada (vagina abierta o cerrada) y evidencia de embarazo y lactancia para hembras (e.g. Meserve *et al.*, 1982).



Figura 7. Palpación testicular en espécimen capturado del género *Abrothrix* y manipulado con todas las normas de bioseguridad en el Laboratorio de Biología de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles. Nota: Fotografía tomada por Ignacio Rojas.

Análisis de datos

La riqueza de especies se define como el número de especie en una comunidad (Melic, 1993; Sher & Molles, 2022). La forma que se utilizó para calcularla fue el conteo y se complementa mediante el cálculo del índice de diversidad de Margalef definido como: $D_{Mg} = (S - 1) / \ln n$, donde: S = número de especies y n = número total de individuos (Moreno, 2001). La identificación de las especies se llevó a cabo mediante sus caracteres cualitativos (comparándolos con reportes de identificación mencionados en el apartado de inventario de la riqueza de micromamíferos), posterior a ello fueron tabulados señalando su nombre

científico, común y la descripción cualitativa de la zona en la que se capturó (e.g. roquerío, ribera, etc.).

Por otra parte, la abundancia se define como el número total de individuos presentes en un área específica (Sher & Molles, 2022). La abundancia es una función que depende de la densidad de la población y el área en la que se distribuye esta población, por otro lado, la abundancia relativa se puede calcular si se cuentan todos los individuos de cada especie capturada y se determina que porcentaje de cada una contribuye al total de individuos de todas las especies, esto facilita la identificación de especies, que por su baja representación puedan ser sensibles ante alteraciones de su hábitat (Moreno, 2001; Smith & Smith, 2015). Para cada especie se establecerán las abundancias relativas y los datos obtenidos durante los meses en terreno (octubre, noviembre, diciembre de 2024 y enero de 2025) en los seis puntos aquí definidos. Los datos fueron tabulados y graficados para analizar la presencia de cada especie encontrada a lo largo de la estación, de esta forma también fue posible comparar su actividad dependiendo del mes. La abundancia relativa puede ser calculada mediante la siguiente expresión: $AR = S/n \times 100$, donde: AR = abundancia relativa de la especie, S = número total de individuos de la especie, n = número total de individuos registrados en el área de estudio (Naranjo, 2000).

CAPITULO IV: RESULTADOS

Riqueza y abundancia

Durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y de verano (enero) del año 2025 se realizaron cuatro salidas a terreno donde se utilizaron 146 trampas en cada una de ellas, estas fueron distribuidas en los seis puntos en el sector Los Barros, comuna de Antuco (Figura 4). El trampeo permitió la captura de un total de 63 individuos (10,79% de éxito de captura), las cuales corresponden a las siguientes cinco especies de roedores: *Abrothrix longipilis* (Figura 8a), *A. xanthorhinus* (Figura 8b), *Loxodontomys micropus* (Figura 8c), *Rattus rattus* (Figura 8d) y por último una especie no determinada. De éstas, todas excepto *R. rattus* son especies nativas.



Figura 8. Especies capturadas en el área y periodo de estudio durante el período 2024/2025.

a) *Abrothrix longipilis*, b) *Abrothrix xanthorhinus*, c) *Loxodontomys micropus*, d) *Rattus rattus*, Fotografías tomadas por Jonathan Guzmán.

La riqueza de especies fue medida mediante conteo, para su complemento se analiza el índice de Margalef (Figura 9) donde diciembre destacó como el mes con la mayor riqueza de especies.

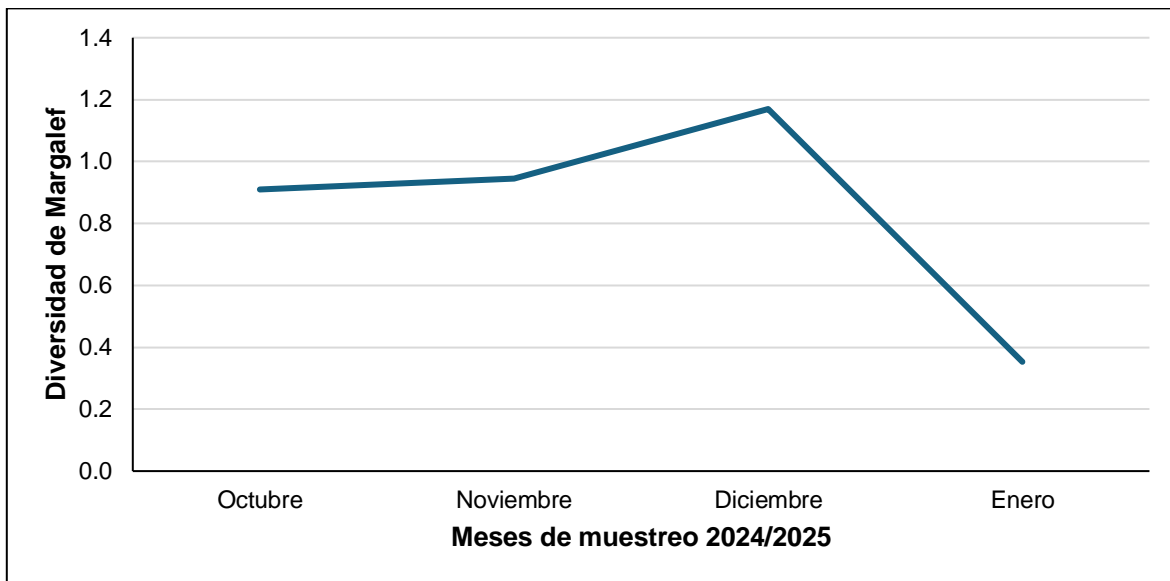


Figura 9. Gráfico del Índice de Margalef en el área y periodo de estudio durante el período 2024/2025.

Por otro lado, las abundancias relativas por cada mes muestreado (octubre, noviembre y diciembre) se pueden observar en Figura 10. El mes más abundante fue el de noviembre con un total de 24 individuos (38,10%), seguido por enero (26,98%), luego diciembre (20,63%) y por último octubre con 14,19%.

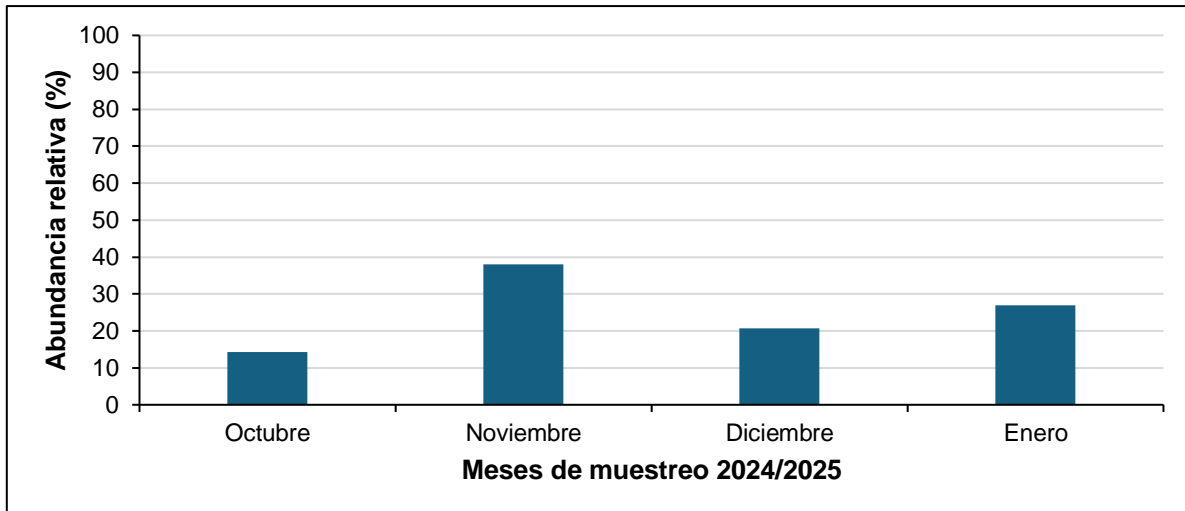


Figura 10. Gráfico de abundancias relativas por cada mes muestreado en el área y periodo de estudio durante el periodo 2024/2025.

En la totalidad del muestreo, se obtuvo que *Abrothrix longipilis* fue la especie más abundante con un 77,78%, seguido por *Loxodontomys micropus* con un 9,52%, luego *Abrothrix xanthorhinus* con 7,94% y por último *Sp. Indet* y *Rattus rattus* con 3,17% y 1,52% respectivamente (Figura 11).

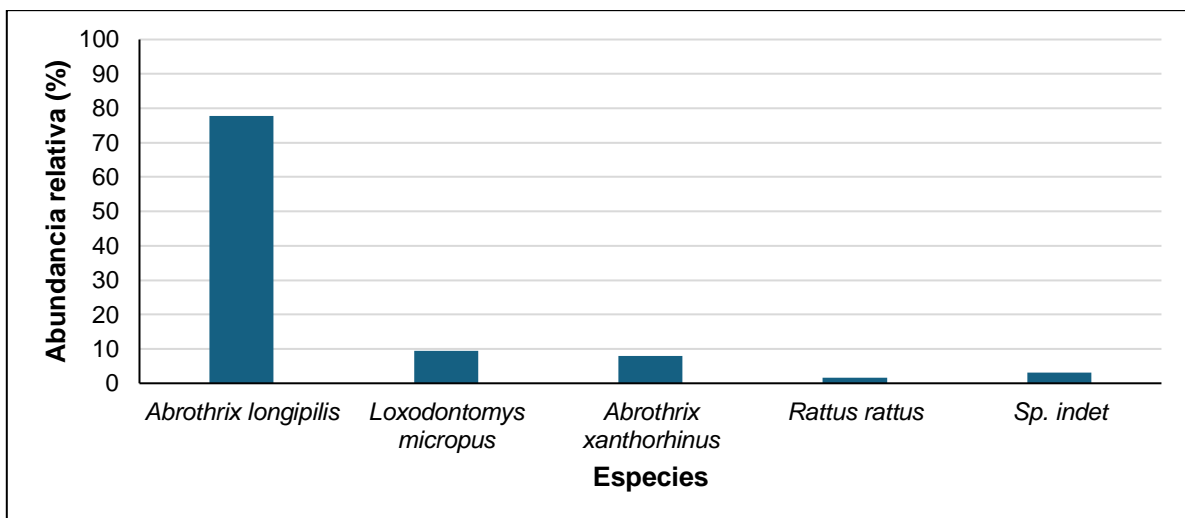


Figura 11. Gráfico de abundancias relativas para cada especie capturada en el área y periodo de estudio durante el periodo 2024/2025.

Durante el mes de octubre la especie más abundante fue *Abrothrix longipilis* con 77,78%, durante el mes de noviembre y diciembre fue la misma especie con 70,83% y 69,23% respectivamente y por último en enero también fue esta especie con un 94,12% (Figura 12). Los datos tabulados pueden ser encontrados en Anexo 2.

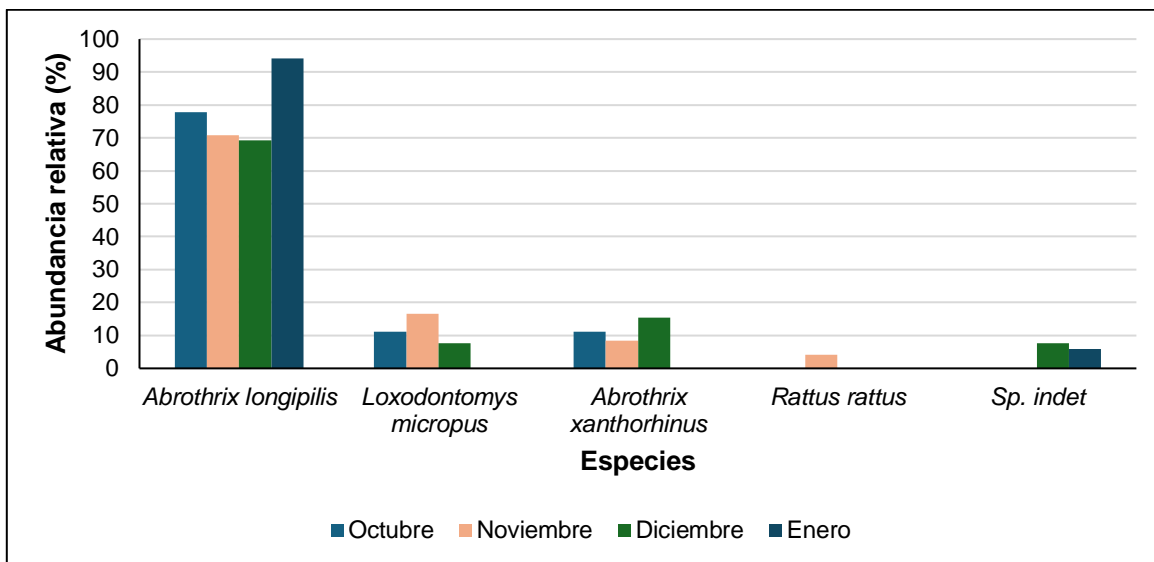


Figura 12. Gráfico de abundancias relativas por mes y para cada especie capturada en el área y periodo de estudio durante el periodo 2024/2025.

Al analizar los datos por cada mes y por cada punto de muestreo, se obtiene que, durante el mes de octubre, hubo una mayor abundancia en punto matorral bajo 2 (Figura 5b) y ribera riachuelo (Figura 5e) con un total de tres individuos, mientras que el punto con mayor riqueza se divide entre los puntos de matorral bajo (Figura 5a) y roqueríos 2 (Figura 5f), además por consiguiente el índice de Margalef (diversidad) fue mayor en el punto de roquerío 2 (Figura 13).

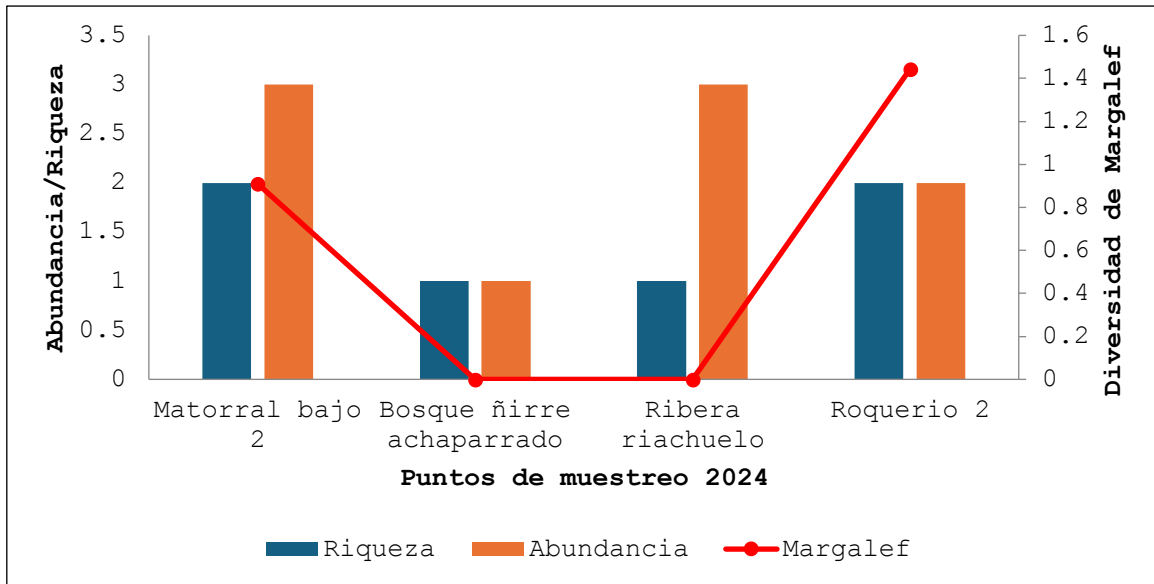


Figura 13. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo durante el mes de octubre 2024 en el área de estudio.

Nota: En los puntos de muestreo no agregados en el gráfico no hubo captura.

Por otro lado, durante el mes de noviembre los puntos con mayor abundancia fueron también los con mayor riqueza e índice de diversidad (Figura 14).

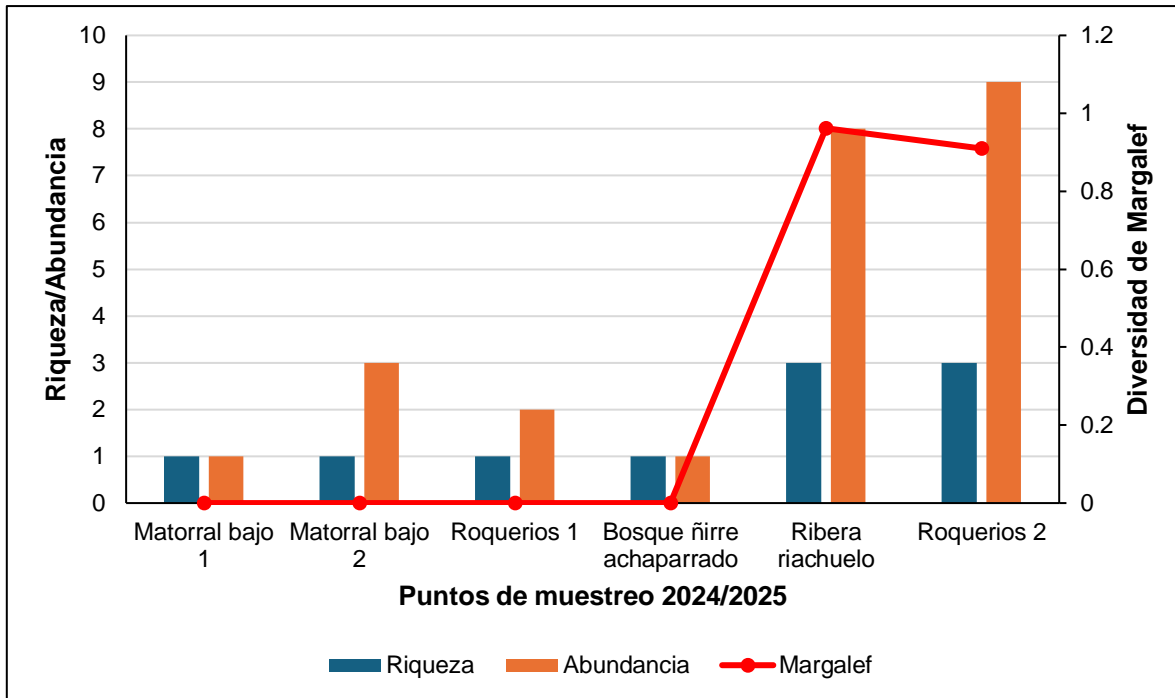


Figura 14. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo en el área de estudio durante el mes de noviembre de 2024.

Nota: En los puntos de muestreo no agregados en el gráfico no hubo captura.

Durante el mes de diciembre, se obtuvo una mayor abundancia en el punto de matorral bajo 2 (Figura 5b) y roquerío 2 (Figura 5f), en donde también fueron los puntos de mayor riqueza de especies (Figura 15).

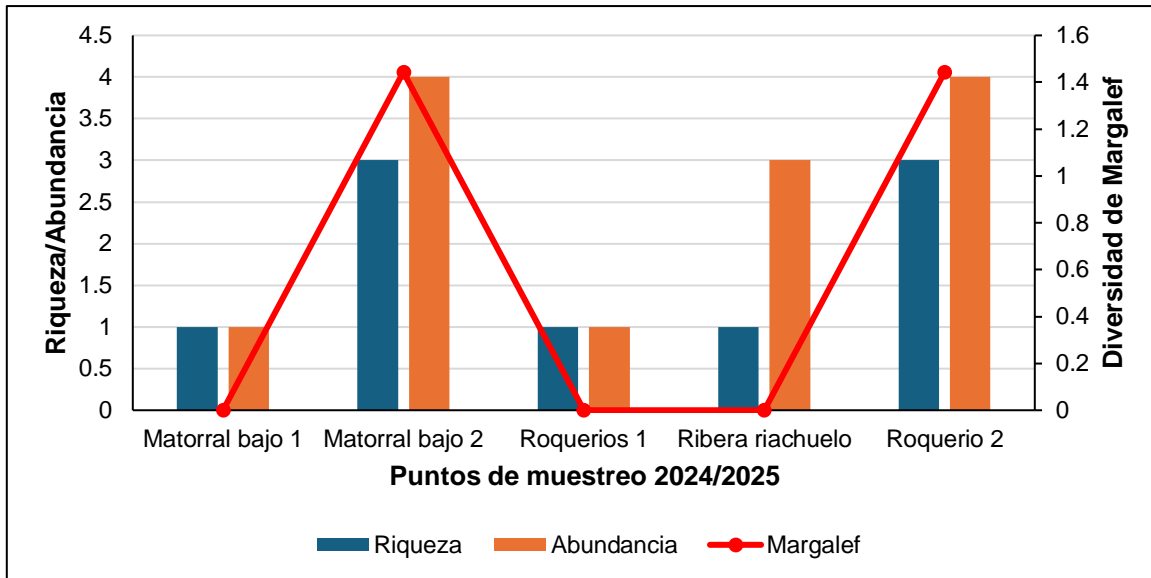


Figura 15. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo durante el mes de diciembre de 2024 en el área de estudio.

Nota: En los puntos de muestreo no agregados en el gráfico no hubo captura.

Por último, en el mes de enero del año 2025 la mayor abundancia provino del punto roquerío 2 (Figura 5f) con 7 individuos, sin embargo, se encontró una mayor riqueza de especies en matorral bajo 1 (Figura 5a) (Figura 16).

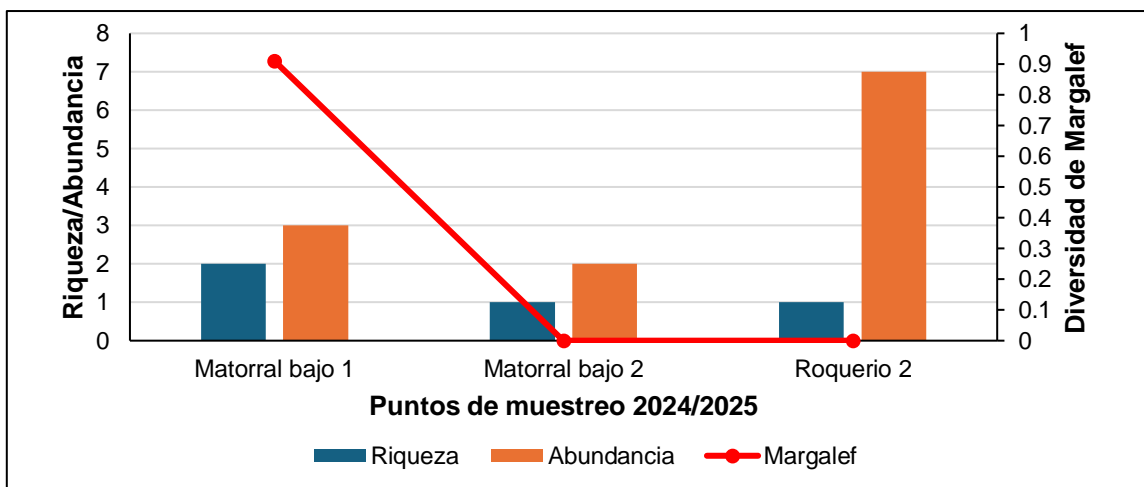


Figura 16. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo durante el mes de enero de 2025 en el área de estudio.

Nota: En los puntos de muestreo no agregados en el gráfico no hubo captura.

En la totalidad de los muestreos se obtuvo un mayor índice de diversidad en matorral bajo 2, seguido por la ribera riachuelo y roqueríos 2. Además, la abundancia también es mayor en estos tres puntos mencionados, sin embargo, en esta ocasión roqueríos 2 es quién logra mayor cantidad de individuos capturados (Figura 17).

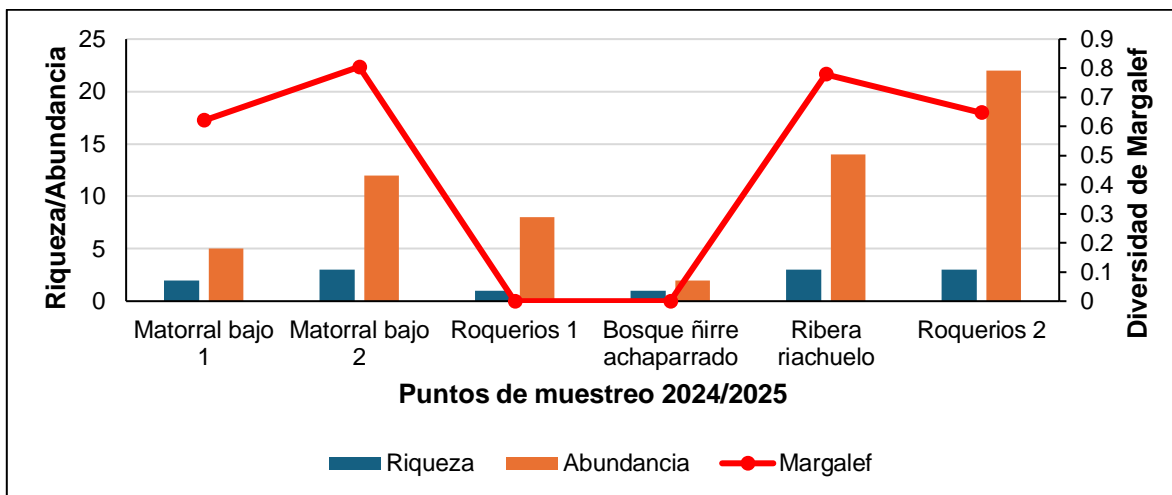


Figura 17. Gráfico de riqueza, abundancia e índice de Margalef por puntos de muestreo durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y verano (enero) del año 2025.

Nota: En los puntos de muestreo no agregados en el gráfico no hubo captura.

La distribución por especie en cada uno de los puntos de captura se puede observar en Tabla 2.

Tabla 2.4 Especies capturadas durante el muestreo en cada uno de los seis puntos. Puntos 1 y 2 = Matorral bajo; Punto 3 y 6 = Roqueríos; Punto 4 = Bosque de ñirre achaparrado; Punto 5 = Ribera riachuelo.

Especies	Puntos estudiados (ver Figura 5)						Totales
	1	2	3	4	5	6	
<i>Abrothrix longipilis</i>	2	9	8	2	10	18	49
<i>Abrothrix xanthorhinus</i>	2	0	0	0	0	3	5
<i>Loxodontomys micropus</i>	0	2	0	0	3	1	6
<i>Rattus rattus</i>	0	0	0	0	1	0	1
Sp. Indet	1	1	0	0	0	0	2
Totales	5	12	8	2	14	22	-

Proporción de sexos y estado reproductivo

La proporción de sexo para la totalidad de capturas durante los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero corresponde a un 81,03% individuos machos (n=47) y solo un 18,97% de hembras (n=17) (Figura 18) Por otro lado, las proporciones por cada mes pueden visualizar en la Figura 19. Además, la cantidad de machos y hembras por especie durante el muestreo se puede apreciar en la Figura 20. Estos datos pueden encontrarse tabulados en Anexo 3.

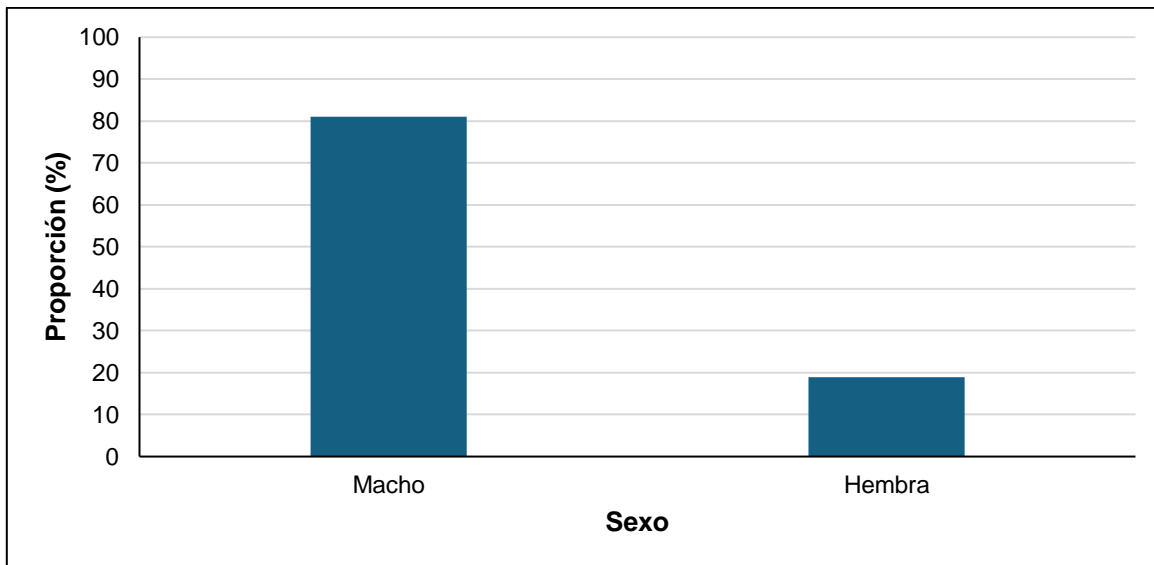


Figura 18. Gráfico de proporción de machos y hembras en el área de estudio y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025.

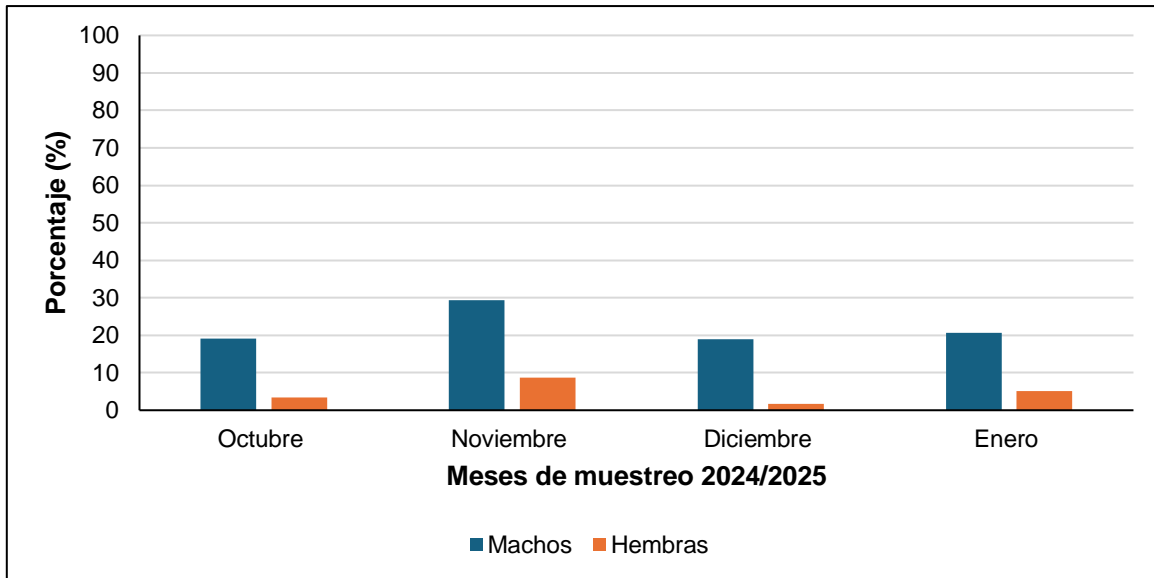


Figura 19. Gráfico de porcentaje de machos y hembras capturadas en el área y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025.

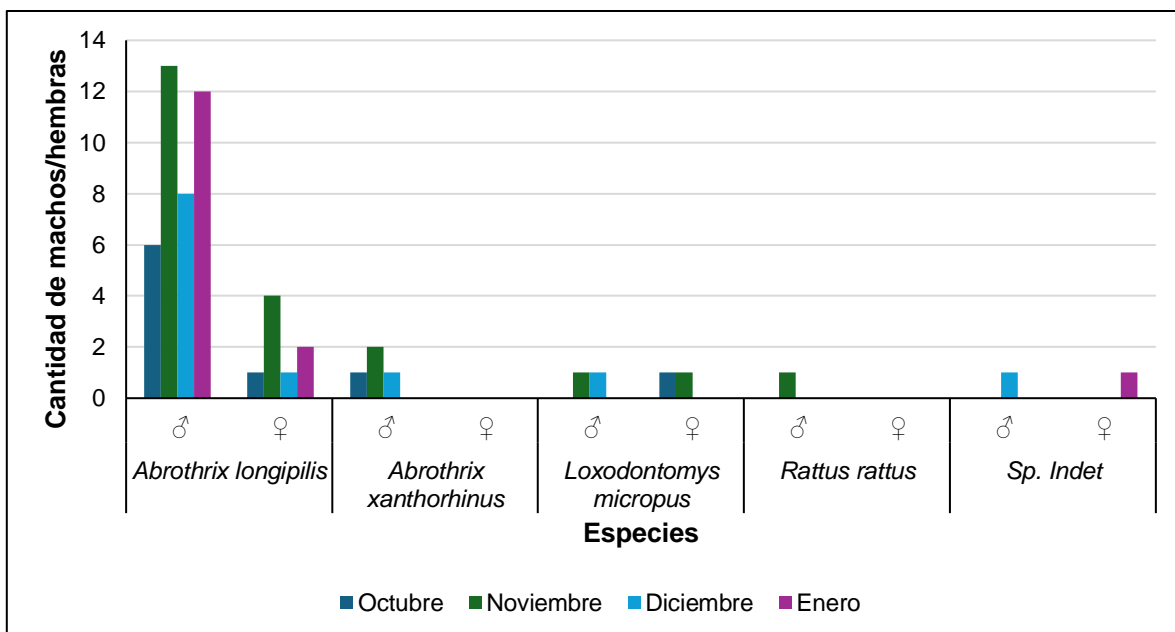


Figura 20. Gráfico de cantidad de machos y hembras capturadas por especie en el área y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025.

La proporción de sexos para cada especie queda en 82,98% machos y 17,02% de hembras para *Abrothrix longipilis*, 100% machos para *Abrothrix xanthorhinus*, 50% machos

y 50% hembras para *Loxodontomys micropus*, 50% machos y 50% hembras en la especie indeterminada y 100% machos en *Rattus rattus*.

Bajo este mismo contexto, se observó el estado reproductivo de los individuos capturados, considerando la presencia de testículos escrotales en machos y de vagina abierta en hembras. Del total de machos (n=47), 23 se encontraron escrotales (48,94%) mientras que 8 hembras del total (n=11) fueron halladas con la vagina abierta (72,72%). De un total de 47 especímenes totales (contando machos y hembras) de *Abrothrix longipilis* el 53,19% se encontraron con estado reproductivo activo, mientras que el 46,01% no lo estaba, de 4 *Abrothrix xanthorhinus* solo el 50% se encontraba con período activo, en cuanto a *Loxodontomys micropus* de un total de 4 individuos sexados el 100% estaba reproductivamente activo y por último tanto los especímenes capturados y sexados de la especie *Rattus rattus* como los de la especie sin determinar se encontraban con un 0%, por lo tanto, fuera del período reproductivo.

Peso y medidas morfométricas

Referente al peso, el roedor exótico *Rattus rattus* fue la especie capturada de mayor peso con 122,50 gr (n=1), seguido por las especies nativas *Loxodontomys micropus* con un peso promedio de 64,91 g (n=4), *Abrothrix longipilis* con un promedio de 27,54 g (n=47), luego Sp. Indet. con 25,52 g y, por último, *A. xanthorhinus* con 21,66 g de peso promedio (n=4) (Figura 21).

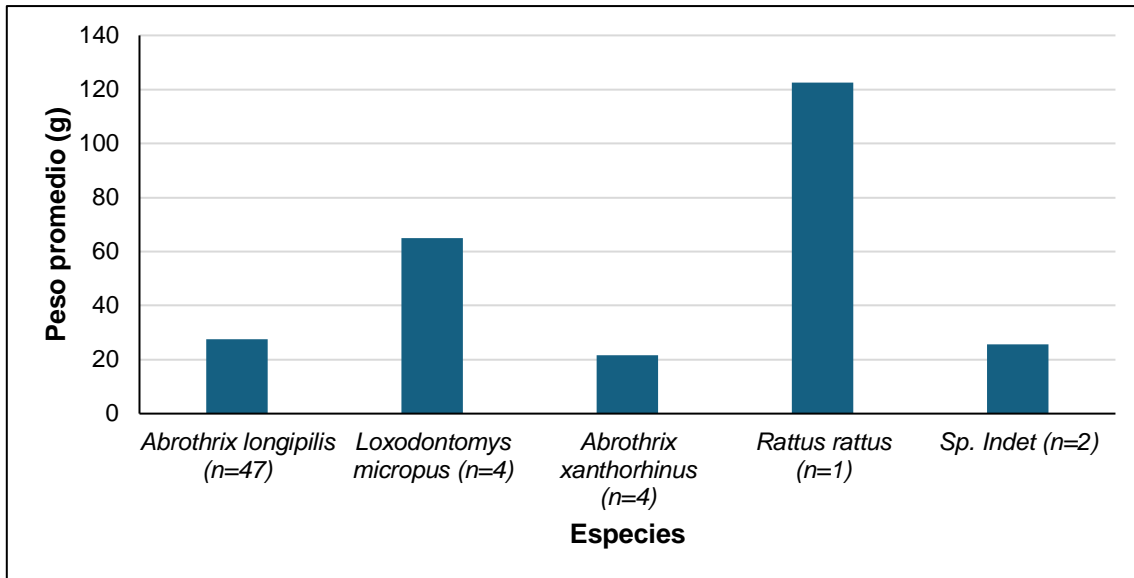


Figura 21. Gráfico de peso promedio (en gramos) de cada especie capturada en el área y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025.

En cuanto a las medidas externas de los individuos, destaca *Rattus rattus* con una longitud total (LT) de 335 mm, mientras que en el otro extremo figura *Abrothrix xanthorhinus* (n=4) con un promedio para esta variable de 153,75 mm (Figura 22; Tabla 3).

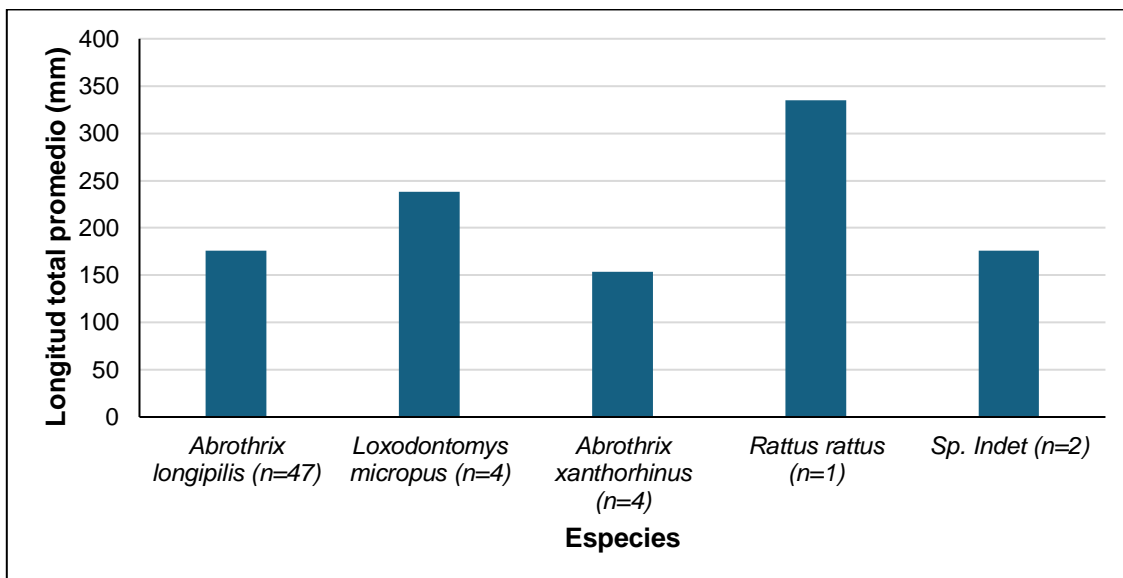


Figura 22. Gráfico de Longitud Total (LT) promedio de cada especie capturada en el área y periodo de estudio durante el año 2024 y 2025.

Otras longitudes medidas por especie fueron: longitud cola, longitud pabellón auricular, longitud tarso con uña y longitud tarso sin uña, las cuales están representadas a detalle en Tabla 3.

Tabla 3.4 Longitudes externas promedio de cada especie.

n = total de especímenes estudiados; \bar{x} = promedio para cada variable; σ = desviación estándar.

Variables		Especies				
		<i>Abrothrix longipilis</i>	<i>Abrothrix xanthorhinus</i>	<i>Loxodontomys micropus</i>	<i>Rattus rattus</i>	Sp. Indet.
Longitud total (LT)	n	47	4	4	1	2
	\bar{x} (mm)	175,64	153,75	238,25	335,00	176
	σ	17,15	7,89	13,82	-	16,97
Longitud cola (LC)	n	47	4	4	1	2
	\bar{x} (mm)	75,45	63,00	104,50	142,00	82,5
	σ	6,29	9,49	10,50	-	4,95
Longitud pabellón auricular (LPA)	n	44	4	4	1	1
	\bar{x} (mm)	13,65	12,75	17,50	16,00	16,00
	σ	1,32	1,71	3,11	-	-
Longitud tarso con uña (LTC)	n	47	4	4	1	2
	\bar{x} (mm)	24,05	21,50	28,25	38,00	24,00
	σ	1,26	1,30	3,40	-	0,00
Longitud tarso sin uña (LTS)	n	38	4	4	1	1
	\bar{x} (mm)	22,49	19,25	26,25	34,00	22,00
	σ	1,29	2,06	3,10	-	-

CAPITULO V: DISCUSIÓN

Los roedores de la Estepa Altoandina de Antuco

Actualmente el área estudiada (sector Los Barros y Piedra del Indio, comuna de Antuco) carece de algún catálogo que dé cuenta de los mamíferos que allí habitan y menos, de los micromamíferos y/o de sus roedores. Lo disponible son algunos aportes para reptiles (Celedón-Neghme *et al.*, 2005; Núñez *et al.*, 2010; Victoriano *et al.*, 2010; Troncoso-Palacios *et al.*, 2015;), anfibios (Ortiz & Díaz-Páez, 2006; Alveal *et al.*, 2019) y un listado de aves asociadas a la laguna del Laja (Torres-Mura & Lemus, 1991). En ese contexto, aquí por primera vez y con datos *in situ* se reporta la siguiente riqueza de roedores para la estepa altoandina de la comuna de Antuco: (*Abrothrix longipilis*, *A. xanthorhinus* (la cual puede ser considerada como especie plena (Iriarte, 2008) o como sinónimo junior de *A. olivaceous* según Pearson y Smith (1999), (e.g. D'Elía *et al* 2020), en este caso se asocia como sinónimo junior), *Loxodontomys micropus* y *Rattus rattus*). Estos datos están en línea con capturas realizadas previamente en el Parque Nacional Laguna del Laja, ubicado aproximadamente a unos 25 Km al Este del Área de Estudio. En ese sector, las especies fueron capturadas en ecosistemas tales como bosque caducifolio mediterráneo-templado, templado andino, entre otros (Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad, 2024) pero en ningún caso, para la estepa altoandina que fue el objetivo de este estudio. Allí Soto (2014), reportó la presencia de *Abrothrix longipilis*, *Abrothrix olivácea*, *Oligoryzomys longicaudatus*, *Rattus rattus* y *Aconaemys fuscus*. Por otra parte, Espinoza y Verdugo (2013), así como Lepe y González (2014), dieron cuenta también de tales especies, en dicho parque, estos últimos añadiendo *Chelemys macronyx* que fue encontrado en muestras de heces de *Lycalopex culpaeus* (“zorro culpeo”). Quizá el estudio que mejor se asocie (en parte) al área aquí estudiada, sea el de Reise y Venegas (1987), quienes además de citar las especies arriba señaladas, citan a *Geoxus valdivianus*, además, estos autores cubren muy periféricamente un área de estepa altoandina en la zona conocida como la Cortina (cerca al refugio de la UdeC), pero que dista al menos unos 20 km de los puntos en este seminario considerados. En definitiva, las especies aquí descritas se enmarcan en parte por lo señalado previamente para el parque por Espinoza y Verdugo (2013), Lepe y González (2014), Soto (2014), y Reise y Venegas (1987), ya que no capturamos por ejemplo a *Oligoryzomys longicaudatus*. Lo anterior sin duda, se puede explicar desde dos

puntos de vista; primero, efectivamente tales especies no son típicas de la estepa altoandina y/o tienen abundancias muy bajas que hace difícil su captura en dicho ecosistema y lo segundo, si tales especies efectivamente habitan también en la estepa, su nulo registro se deba al acotado tiempo de colecta (solo primavera), abriendo la hipótesis de su registro en otros meses del año. Finalmente, cabe señalar que, durante los muestreos, en uno de los puntos (roqueríos 1), se encontraron restos óseos del género *Ctenomys*, conocidos comúnmente como “tucu tucos”, abriendo así la posibilidad de encontrar especies de este género en la zona. Además, se visualizaban galerías a nivel del suelo, que son al fin y al cabo una muestra de su posible presencia en el sector (Mann, 1978; Iriarte, 2008). Igualmente, es preciso remarcar que estos roedores no son los únicos en el lugar, ya que, mediante el uso de cámaras trampa se lograron registrar fotos y videos de *Lagidium viscacia* conocida comúnmente como “vizcacha” (Fernanda Urra Com. Pers).

Abundancias y diversidad de los roedores del área de estudio

Es sabido que la cordillera de los Andes y las zonas cercanas a ella, mantienen condiciones que hacen muy difícil el desarrollo de la vida, sin embargo, no es imposible. La literatura menciona que debido a estos factores climáticos tan adversos es esperable que exista poca diversidad de especies (Willig, *et al.*, 2003; Lomolino *et al.*, 2009; Gómez & Sarmiento, 2015), hecho que se ha podido comprobar con este estudio en donde el índice de diversidad de Margalef, durante los meses muestreados (octubre, noviembre, diciembre y enero), marcó números muy bajos que rondaban el valor de 1. En este caso la riqueza de especies se considera baja, ya que según Margalef (1972) un índice menor a 2,0 se considera bajo, mientras que los superiores a 5,0 indicarían una alta diversidad. La especie más abundante fue *Abrothrix longipilis* conocido como “ratón de pelo largo” con 77,78% (n=49), la cual tiene una distribución geográfica y de ecosistema concordante con la literatura (Mann, 1978; Pine, 1979; Reise & Venegas, 1987; Muñoz-Pedreros & Yáñez, 2009; Patton *et al.*, 2015), dejando muy por detrás a los demás roedores capturados con un valor que ronda el 13% entre todos ellos (n=14). Por lo tanto, aunque la biodiversidad se asuma rica (Fundación para el desarrollo social, 2018), este no es el caso para los lugares con condiciones ambientales extremas, como es la zona entre el sector Los Barros y la Piedra del Indio de la comuna de Antuco región del Biobío.

Al analizar los datos por meses, noviembre fue el que presentó las mayores abundancias para roedores, seguido por enero y diciembre (Figura 10). Lo anterior se

puede explicar debido a que los roedores suelen estar más activos cuando las temperaturas comienzan a subir, ya que es un indicio de mayor disponibilidad de recursos y, por consiguiente, se logra promover su movimiento (Cadena, 2003). Además, es destacable el hecho de que algunos puntos tuvieron un éxito de captura muy superior a otros y esto se puede observar en la cantidad de individuos que se pudieron capturar en cada lugar. Por ejemplo, el hecho que el punto de roqueríos 2 o ribera riachuelo tuvieran una alta abundancia, se puede explicar debido a que son lugares en donde posiblemente encontraron estructuras de vegetación favorables para su desarrollo (Cadena, 2003), ya sea alimento, agua, refugio, entre otras. De hecho, Villarreal, *et al.* (2022), menciona que hay especies de roedores altoandinos que tienen preferencias en cuanto a su hábitat y que de esa forma logran adaptarse a las condiciones climáticas adversas. No obstante, en el mismo estudio se menciona principalmente zonas de matorrales y arbustos, hecho que difiere de los resultados aquí presentados. Sin embargo, es común encontrar en la literatura que, en términos generales, los roedores buscarán lugares en donde puedan mantener su madriguera y tener acceso a necesidades básicas de refugio, agua y comida, sitios que entre otros pueden ser roqueríos, matorrales, etc. (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2009), lo que si se evidencia con los datos aquí presentados.

Sexos, estados reproductivos y medidas de los roedores del área de estudio

En cuanto al porcentaje de sexos, hay una clara dominancia de machos (81,03%) en las capturas (Figura 18). Este punto no está muy estudiado y la idea acerca de ello suele ser que las hembras pasan más tiempo cerca de sus madrigueras, como es el caso de poblaciones de *Ctenomys talarum* en semicautiverio provenientes de Mar de Cobo y Necochea (Zenuto *et al.*, 2002).

En cuanto a estados reproductivos, *Abrothrix longipilis* suele estar activo entre septiembre y abril y su peso promedio va entre 30 a aproximadamente 60 gramos, por lo tanto, el peso promedio de los ejemplares capturados se ubica muy cerca del límite (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2009). Asimismo, las medidas de la cola y tarso se mantienen en el límite inferior de lo establecido en la literatura (Mann, 1978; Teta & Pardiñas, 2014). *Abrothrix xanthorhinus* de hocico canela o amarillento suele tener su período reproductivo activo durante toda la primavera y tienen un peso de entre 15 a 20 gramos (Sánchez *et al.*, 2019), por lo que el promedio obtenido (21,66g) lo sobrepasa por muy poco. Asimismo, su distribución concuerda con los mencionados en la literatura (Mann,

1978; Reise & Venegas, 1987; Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2009). *Loxodontomys micropus*, el cual suele estar activo reproductivamente desde octubre hasta abril, también concuerda en cuanto a distribución y hábitat (Mann, 1978; Reise & Venegas, 1987; Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2009; Patton *et al.*, 2015), este roedor mediano rechoncho suele pesar alrededor de los 63 gramos (Piudo *et al.*, 2019), por lo que el peso promedio obtenido (64,91 g) se mantiene cercano al margen descrito. El espécimen de *Rattus rattus* capturado, conocida como la “rata negra”, suele reproducirse durante todo el año (Palomo *et al.*, 1988; Spotorno *et al.*, 2000; Iriarte, 2008), además, figura dentro de las especies exóticas más dañinas para las formas nativas de roedores y se ha encontrado a lo largo de todo el territorio nacional chileno (Iriarte, 2008). En ese sentido, encontrarla en un sector bajamente poblado por el hombre y donde existe presencia de especies nativas es de suma preocupación debido a los daños que podría ocasionarles. El SAG en su Ley de Caza (1996) la reporta como perjudicial y permite su eliminación sin necesidad de un permiso especial. Además, se debe mencionar que la especie sin identificar (Sp. Indet.) con toda probabilidad se trata de un cricétido que con la ayuda de los caracteres craneo-dentales y moleculares (aun en estudio) se llegará a su determinación.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

Conclusiones

Para el área de estudio en la comuna de Antuco, se han distinguido cinco especies diferentes. Tres nativas, una exótica y una sin determinar. Las nativas fueron *Abrothrix longipilis*, *A. xanthorhinus* y *Loxodontomys micropus*, mientras que la exótica fue *Rattus rattus*. Mediante el uso del índice de biodiversidad (Margalef), la riqueza de la zona es baja, siendo el punto matorral bajo 2 el con mayor índice durante los meses muestreados.

Las especies identificadas siguen la distribución geográfica y hábitat inferidas desde las propuestas por Mann (1978), Reise y Venegas (1987), Iriarte (2008), Muñoz-Pedrerros y Yáñez (2009), Espinoza y Verdugo (2013), Lepe y González (2014), Soto (2014), y Patton *et al.* (2015).

La especie que tuvo una mayor abundancia relativa fue *Abrothrix longipilis* (77,78%), posterior a ella *Loxodontomys micropus* (9,52%), luego *Abrothrix xanthorhinus* (7,94%) y, por último, *Sp. Indet* y *Rattus rattus* con 3,17% y 1,52% respectivamente (Figura 11).

El mes más abundante para los roedores estudiados fue el de noviembre como un total de 24 especímenes capturados (38,10%). Los puntos con mayor abundancia fueron roqueríos 2 (22 especímenes), seguido por ribera riachuelo (14) y matorral bajo 2 (12).

Se determinaron las proporciones de machos y hembras capturadas con un 81,03% y 18,97% respectivamente en la totalidad de individuos capturados. Para *Abrothrix longipilis* se obtuvo un 82,98% machos y 17,02% de hembras, 100% machos para *Abrothrix xanthorhinus*, 50% machos y 50% hembras para *Loxodontomys micropus*, 50% machos y 50% hembras en la especie indeterminada y 100% machos en *Rattus rattus*.

Durante los meses muestreados se observó que en hembras la mayoría estaban en período reproductivo (72,72%), mientras que en machos se encontraron en minoría con 48,94%. En *Abrothrix longipilis* el 53,19% se encontraron con estado reproductivo activo, mientras que el 46,01% no lo estaba, en *Abrothrix xanthorhinus* solo el 50%, en *Loxodontomys micropus* el 100% estaba reproductivamente activo y por último la especie *Rattus rattus* como la especie sin determinar se encontraban fuera del período reproductivo con un 0%.

Se aceptan ambas hipótesis nulas, que mencionaban que existía tanto una baja riqueza de especies como poca abundancia de estas mismas, ya que solo una especie de las cinco tenía abundancia relativa elevada (*Abrothrix longipilis*). Por ende, se rechazan las hipótesis alternativas que indicaban una alta riqueza y abundancia para las especies del sector.

Limitaciones

El sector contiene zonas de difícil acceso, de hecho, para acceder al sector de Los Barros es necesario primero pasar por CONAF y posteriormente por un portón que suele estar cerrado con llave aproximadamente entre abril y septiembre. El paso hacia el sector los Barros puede ser un problema, ya que la entidad encargada de habilitarlo es más bien ambigua, por un lado, estaba CONAF y por el otro los militares que se encuentran en el refugio. Por lo tanto, es realmente complicado tener completa libertad para ir al lugar y muestrear cuando se quisiera, por ende, es una de las mayores limitaciones. También es necesario mencionar la gestión del permiso de colecta, en donde se debe informar detalladamente lo que se estará haciendo, hecho que al fin y al cabo quita tiempo de muestreo debido a que se debe esperar la resolución de este mismo.

Por otro lado, el aumento de actividad humana en parte del sector ha dificultado el muestreo en algunas ocasiones, esto se debió a que se comenzó a construir nueva infraestructura y las máquinas utilizadas para ello pueden perjudicar los puntos de muestreo (como ha ocurrido en uno de los sectores de esta investigación) reduciendo las posibles capturas.

Proyecciones y propuestas

La conservación de las especies y su propio estudio van de la mano, nos permite tener una visión mucho más concreta de lo que está ocurriendo, permitiendo así ayudar al equilibrio y fomentar la preservación de los ecosistemas. A medida del transcurso del tiempo van surgiendo nuevos desafíos, ya sea el cambio climático, fragmentación de hábitat, entre muchos otros, por lo tanto, es crucial estar informados y preparados para proteger las especies que puedan estar en peligro ante estas amenazas. Esto solo se logrará mediante un análisis integral, tanto a nivel científico como social.

A futuro se propone un estudio más exhaustivo que involucre otras estaciones del año y que abarque mucho más territorio, en conjunto de formas para la captura de posibles especies del género *Ctenomys*. Además, poder complementar con estudios de flora del sector y de esta forma tener datos de la dieta de los roedores capturados.

El presente estudio puede ser, además, material para la comunidad educativa tomando la importancia de la biodiversidad y su conservación, considerando la intervención humana actual en los ecosistemas y que se ha visto involucrada en la investigación. Esta visión incluso se puede ampliar en actividades en donde estudiantes contabilicen especies en entornos cercanos utilizando puntos de conteo o transectos, además, esto podría tomarse como un proyecto a largo plazo en donde logren observar la diferencia de abundancia de especies a lo largo de las estaciones climáticas del sector en donde residan.

Estudiar la biodiversidad también nos permite analizar como las especies son afectadas por cambio en factores como la temperatura o la presión. En estos casos estamos hablando de la climatología de un lugar determinado, por lo que se puede llevar a cabo incluso estudios en donde se involucre no solo las ciencias biológicas sino también otras áreas de la ciencia como la geografía del sector y cómo esta varía a lo largo del tiempo con la intervención humana.

Bibliografía

- Agencia Servicio de Información y Noticias Científicas (SINC). (2021). *Objetivo: Crear un mapa de los animales que aún nos quedan por descubrir*. Agencia SINC. <https://www.agenciasinc.es/Reportajes/Objetivo-crear-el-mapa-de-los-animales-que-aun-nos-quedan-por-descubrir>
- Alveal, N., Salinas, R. & 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 (Concepción)*, 83(2), 93-101. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382019000200093>
- Antonelli, A., Nylander, J., Persson, C. & Sanmartín, I. (2009). Tracing the impact of the Andean uplift on Neotropical plant evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(24): 9749-9754. <https://doi.org/10.1073/pnas.0811421106>.
- Armesto, J., Arroyo, K., & Villagrán, C. (Eds.). (1996). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Universitaria.
- Atwoli, L., Baqui, A., Benfield, T., Bosurgi, R., Godlee, F., Hancocks, S., Horton, R., Laybourn-Langton, L., Monteiro, C., Norman, I., Patrick, K., Praities, N., Olde, M., Rubin, E., Sahni, P., Smith, R., Talley, N., Turale, S. & Vázquez, D. (2021). Call for emergency action to limit global temperature increases, restore biodiversity, and protect health: Wealthy nations must do much more, much faster. *Annals of oncology: official journal of the European Society for Medical Oncology*, S0923-7534(21)03972-7. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2021.08.1743>
- Audesirk, T. (2003). *Biología 3: evolución y ecología*: (6.^a ed.). Pearson Educación. <https://elibro.net/es/lc/udec/titulos/108470>
- Avenant, N. (2011) The potential utility of rodents and other small mammals as indicators of ecosystem 'integrity' of South African grasslands. *Wildlife Research* 38, 626-639. <https://doi.org/10.1071/WR10223>

- Bailey, R. (2009). *Ecosystem Geography: From Ecoregions to Sites* (2.^a ed.). Springer-Verlag, Nueva York.
- Barreto, M. (2018). Micromamíferos no voladores (*Rodentia* y *Didelphimorphia*) en tres sitios con distintos grados de perturbación de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú. *Reportes científicos de la FACEN*, 9(2), 67-79. <https://doi.org/10.18004/rcfacen.2018.9.2.67>
- Begon, M., Townsend, C., & Harper, J. (2006). *Ecology: From individuals to ecosystems* (4.th ed.). Wiley.
- Beraldi, H. (2014). La vida temprana en la Tierra y los primeros ecosistemas terrestres. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 66(1), 65-83. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222014000100007&lng=es&tlng=es
- Bisby, F., Coddington, J., Thorpe, J., Smartt, J., Hengeveld, R., Edwards, P., & Duffield, S. (1995). Characterization of Biodiversity. En V.H. Heywood (Ed.) *Global Biodiversity Assessment* (pp. 21- 106). UNEP, Cambridge University Press.
- Bladon, A. (2021). Climatic change and extinction risk of two globally threatened Ethiopian endemic bird species. *PloS ONE* 16(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249633>
- Bohórquez, J. (2019). *Componentes filogenéticos y ecológicos de la variación morfológica del cráneo de mamíferos*: (1.^a ed.). Ediciones USTA. <https://elibro.net/es/ereader/udec/217768?page=12>
- Boito, G., Giuggia, J., Ornaghi, J., Gerardo, U. & Giovanini, D. (2009). Uso de trampas "Barber" para determinar la diversidad de coleópteros epígeos asociados al cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, XLI (1), 23-31. <https://bdigital.uncu.edu.ar/app/navegador/?idobjeto=3092>
- Bonacic, C., Ossa, G., Forero L. & Leichtle, J. (2016). *Guía de campo: Micromamíferos de la región de Tarapacá*. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia

Universidad Católica de Chile. <https://agronomia.uc.cl/extension/manuales/344-guia-de-campo-micromamiferos-de-la-region-de-tarapaca/file>

Bontzorlos, V. & Mitsainas, G. (2024). Ecology and Conservation of Small Mammals: Exploring Biodiversity, Climate Resilience, and Ecosystem Dynamics through Small Mammal Monitoring and Research. *MDPI*.

Burgin, C., Colella, J., Kahn, P., & Upham, N. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1), 1–14. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx147>

Cabrera, A. & Willink, A. (1973). *Biogeografía de América Latina*. Monografía 13, Serie de Biología. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (Ed.). Programa Regional de los Científico y Tecnología.

Cadena, M. (2003). *Efectos de la perturbación y estacionalidad en la comunidad de roedores en una selva baja caducifolia en Morelos, México*. [Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias, Universidad de Las Américas-Puebla].

Cairampoma, M., (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(1), 1-14.

Cardinale, B., Duffy, J., Gonzalez, A., Hooper, D., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G., Tilman, D., Wardle, D., Kinzig, A., Daily, G., Loreau, M., Grace, J., Larigauderei, A., Srivastava, D. & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486, 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>

Ceballos, G., Ehrlich P., Barnosky A., García A., Pringle R. & Palmer T. (2015). Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1(5). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>

Celedón-Neghme, C., Salgado, C. & Victoriano, P. (2005). Preferencias alimentarias y potencial dispersor del lagarto herbívoro *Phymaturus Flagellifer* (*Tropiduridae*) en Los Andes. *Gayana (Concepción)*, 69(2), 266-276. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382005000200007>

- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Orellana, L., & Bujes, D. (2013). *Caracterización de humedales altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/5b6bef43-ec8f-4cc4-b852-69073ec1d0ad>
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2023). *Recursos naturales comuna de Antuco*. https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2023/12/Antuco_rec_nat.pdf
- Centro de información de Recursos Naturales (CIREN). (2023b). *Atractivos turísticos de la comuna de Antuco*. https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2023/12/Antuco_turismo.pdf
- Cerda, I. & Cornejo, A. (2022). *Huellas altoandinas de la región de atacama*. CONAF.
- Chapin, F., Matson, P. & Vitousek, P. (2011). *Principios de Ecología* (2.^a ed.). McGraw-Hill.
- Chen, I., Hill, J., Ohlemüller, R., Roy, D. & Thomas, C. (2011). Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science* (New York, N.Y.), 333(6045), 1024–1026. <https://doi.org/10.1126/science.1206432>
- Churchfield, S., Hollier, J., & Brown, V. (1997). Community structure and habitat use of small mammals in grasslands of different successional age. *Journal of Zoology*, 242(3), 519-530. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1997.tb03853.x>
- Clark, J. & May, R. (2002). Taxonomic bias in conservation research. *Science* (New York, N.Y.) 297(5579), 191–192. <https://doi.org/10.1126/science.297.5579.191b>
- Crisci, J. (2006). Espejos de nuestra época: Biodiversidad, sistemática y educación. *Gayana. Botánica*, 63(1), 106-114. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432006000100006>
- De la Maza, M. & Bonacic, C. (Eds). (2013). *Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile* (Serie Fauna Australis, 202 pp.). Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

- D'Elía, G., Canto, J., Ossa, G., Verde, L., Bostelmann, E., Iriarte, A., Amador, L., Quiroga, M., Hurtado, N., Cadenillas, R., & Valdez, L. (2020). Lista actualizada de los mamíferos vivientes de Chile. *Boletín Museo Nacional De Historia Natural*, 69(2), 67–98. <https://doi.org/10.54830/bmnhn.v69.n2.2020.6>
- Denti, P. (2014). *Economía y ecología*: (2.^a ed.). El Cid Editor. <https://elibro.net/es/ereader/udec/34971?page=86>
- Di Castri, F. & Hajek, R. (1976). *Bioclimatología de Chile*. Universidad Católica de Chile.
- Dikmenli, M. (2010). Biology student teachers' conceptual frameworks regarding biodiversity. *Education*, 130(3), 479-489. <https://doi.org/10.1080/00131271003731416>
- Dirzo, R. & Raven, P. (2003). Global State of Biodiversity and Loss. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 137-167. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105532>
- Dos Santos, J., Correia, R., Malhado, A., Campos, J., Teles, D., Jepson, P. & Ladle, R. (2020), Drivers of taxonomic bias in conservation research: a global analysis of terrestrial mammals. *Anim Conserv*, 23: 679-688. <https://doi.org/10.1111/acv.12586>
- Dreux, P. (1974). *Introducción a la Ecología*. Alianza Editorial, sección Ciencia y Técnica.
- Durán, A., Casalegno, S., Marquet, P. Gaston, K. (2013). Representation of Ecosystem Services by Terrestrial Protected Areas: Chile as a Case Study. *PloS ONE* 8(12). <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0082643>
- Escolástico, C. (2014). *Ecología II: comunidades y ecosistemas*: (ed.). UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro.net/es/lc/udec/titulos/48715>
- Espinoza, N & 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 de Profesor de Ciencias Naturales y Biología con el grado de licenciado en educación]. Universidad de Concepción.

- Ferreira, C., Moreira, J., De Souza, F., Pereira, S., Vaz, W., Pereira, R. & Ribeiro, A. (2016). The advertisement call and geographic distribution of *Proceratophrys dibernardoii* Brandão, Caramaschi, Vaz-Silva & Campos 2013 (Anura, Odontophrynidae). *Zootaxa*, 4205(5), zootaxa.4205.5.6. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4205.5.6>
- Fleming, P. & Bateman, P. (2016). The good, the bad, and the ugly: which Australian terrestrial mammal species attract most research? *Mammal Rev.* 46, 241–254. <https://doi.org/10.1111/mam.12066>
- Foladori, G. & Tommasino, H. (2000). El Enfoque Técnico y el Enfoque Social de la Sustentabilidad. *Revista de la Universidad Autónoma de Zacatecas*, 1, 1-15. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4247697>
- Franklin, J. (1988). Structural and functional diversity in temperate forests. In E. O. Wilson (Ed.), *Biodiversity* (pp. 166-175). National Academy Press.
- Fundación para el desarrollo social. (2018). Biodiversidad de Chile. <https://www.fudeso.cl/2018/11/18/biodiversidad-en-chile/>
- Futuyma, D. (1983). *Science on trial: The case for evolution*. Pantheon Books.
- Futuyma, D. & Kirkpatrick, M. (2017). *Evolution*. Oxford University Press.
- Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria.
- Gallardo, M. (2017). *Evolución. El Curso de la Vida*. Primera Edición Electrónica. <http://sitiosciencias.uach.cl/EvolucionEICursodelaVida2017.pdf>
- Ghersa, C. (2007). *Biodiversidad y ecosistemas: la naturaleza en funcionamiento*: (ed.). Eudeba. <https://elibro.net/es/ereader/udec/101398?page=28>

- Gómez, M., & Sarmiento, J. (2015). Fauna de la Cordillera Real. In R. I. Meneses, S. Beck, & F. Anthelme (Eds.), *La Cordillera Real y sus plantas* (pp. 48-63). IRD & Herbario Nacional de Bolivia
- Grant, W. & Birney, E. (1979). Small mammal community structure in North American grasslands. *Journal of Mammalogy*, 60(1), 23-36. <https://doi.org/10.2307/1379755>
- Guabloche, A., Arana, M. & Ramírez O. (2002). Diet and gross gastric morphology of *Oryzomys xantheolus* (Sigmodontinae, Rodentia) in Peruvian loma. *Mammalia*, 66(3), 405-412. <https://doi.org/10.1515/mamm.2002.66.3.405>
- Hernández, G & Colunga, P. (2022). Por absurdo que parezca debemos proteger a las ratas y ratones, ¡son nuestros aliados!. *Therya ixmana*, Vol. 1(3):77-79 https://doi.org/10.12933/therya_ixmana-22-230
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, R. & Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- Herzog, S., Martínez, R., Jørgensen, P. & Tiessen, H. (eds). (2011). *Cambio climático y Biodiversidad en los Andes tropicales*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI)
- Hughes, C., & Eastwood, R. (2006). Island radiation on a continental scale: exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 103 (27) 10334-10339. <https://doi.org/10.1073/pnas.0601928103>
- Iriarte, A. (2008). *Mamíferos de Chile*. Editorial Universitaria.

- Iriondo, J. (2000). Taxonomía y conservación: Dos aproximaciones a un mismo dilema. *Portugaliae Acta Biol.* 19: 1-7.
- Jara, P. (Ed). (2010). *Guía de campo de la zona altoandina de Chile*. Instituto de ecología y biodiversidad, Universidad de Chile.
- Johnson, B. & Wing, B. (2020). Limited Archaean continental emergence reflected in an early Archaean 18O-enriched ocean. *Nat. Geosci.* 13, 243–248. <https://doi.org/10.1038/s41561-020-0538-9>
- Jorquera, C., Vega, J., Aburto, J., Martínez, K., León, M., Pérez, M., Gaymer, C. & Squeo, F. (2012). Conservación de la biodiversidad en Chile: Nuevos desafíos y oportunidades en ecosistemas terrestres y marinos costeros. *Revista chilena de historia natural*, 85(3), 267-280. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000300002>
- Keith, D., Ferrer, J., Nicholson, E. et al. (2022). Una tipología basada en funciones para los ecosistemas de la Tierra. *Naturaleza* 610, 513–518. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05318-4>
- Kelt, D. (1994). The natural history of small mammals from Aisén Region, southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 67, 183-207.
- Klijn, F. & Udo de Haes, H. (1994). A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. *Landscape Ecology* 9 (2): 89-104. <https://doi.org/10.1007/BF00124376>
- Krishnaswamy, J., John, R. & Joseph, S. (2014). Consistent response of vegetation dynamics to recent climate change in tropical mountain regions. *Global change biology*, 20(1), 203–215. <https://doi.org/10.1111/gcb.12362>
- Leis, S., Leslie, D., Engle, D. & Fehmi, J. (2008). Small mammals as indicators of short-term and long-term disturbance in mixed prairie. *Environ Monit Assess* 137, 75–84 (2008). <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9730-2>

- Lepe, 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 de Profesional Profesor de Ciencias Naturales y Biología]. *Universidad de Concepción*.
- Lomolino, M., Riddle, R. & Brett y Brown, J. (2009). *Biogeography* (3ª ed). Sinauer Associates, Inc.
- Mace, G. (2004). The role of taxonomy in species conservation. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 359(1444), 711–719. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1454>
- Maciel, C., Manríquez, N., Octavio, P. & Sánchez, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta universitaria*, 25(2), 03-19. <https://doi.org/10.15174/au.2015.690>
- Malacalza, L. (2002). *Ecología general* (2ª ed). El Cid Editor. <https://elibro.net/es/ereader/udec/80306?page=30>
- Mann, G. (1978). Los pequeños mamíferos de Chile. *Gayana, Zoología* 40: 1-342.
- Margalef, R. (1972). Homage to E. Hutchison, or why is there an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 44: 21-235.
- Martínez, K., Núñez, M., León, C., Pliscoff, P., Squeo, F. & Armesto, J. (2017). A framework for the classification Chilean terrestrial ecosystems as a tool for achieving global conservation targets. *Biodivers Conserv* 26, 2857–2876. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1393-x>
- Martínez, O. (2016). La taxonomía integral y su importancia para la conservación. *Ciencia y Conservación*. 6. 54-64.
- McNaughton, S. & Coughenour, M. (1981). The cybernetic nature of ecosystems. *The American Naturalist*, 118(6), 886–895. <http://www.jstor.org/stable/2460822>
- Melic, A., (1993). Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas. *Zapateri* 3, 97-104.

- Mella, J., Simonetti, J., Spotorno, A., Luis, Y. & Contreras, C. (2002). Mamíferos de Chile. En G. Ceballos & J. Simonetti (Eds.), *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales* (pp. 151-183). CONABIO-UNAM.
- Meserve, P., Murúa R., Lopetegui, O. & Rau J. (1982). Observations on the Small Mammal Fauna of a Primary Temperate Rain Forest in Southern Chile. *Journal of Mammalogy*, 63(2), 315–317. <https://doi.org/10.2307/1380646>
- Meyer, C., Kreft, H., Guralnick, R., Guralnick, R. & Jetz, W. (2015). Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions. *Nature Communications*. 6, 8221. <https://doi.org/10.1038/ncomms9221>
- Ministerio del medio ambiente. (2017). Estrategia nacional de biodiversidad. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/f0fcea65-38a3-4314-afaa-dc707ffc26cb>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2018). *Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos* (3ª ed.). <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/3fd38a1c-8437-49cd-8ebd-8339065f6bce>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/64099da2-2d53-43e3-9e62-066ed6116489>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). *Informe del estado del medio ambiente*. <https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/informe-del-estado-del-medio-ambiente-2020/>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2024). Inventario nacional de especies de Chile. <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx>
- Mittermeier, R., Turner, W., Larsen, F., Brooks, T. & Gascon, C. (2011). Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. En F. Zachos & J. Habel (Eds.), *Biodiversity hotspots* (pp. 3-22). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1

- Mora, C., Tittensor, D., Adl, S., Simpson, A., & Worm, B. (2011). How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS biology*, 9(8), e1001127. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>
- Morello, J., Matteucci, S., Rodriguez, A. & Silva, M. (2012). *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos* (2ª ed.). GEPAMA.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Sociedad Entomológica Aragonesa, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), & Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de la UNESCO.
- Mujica, F. (2009). Diversidad y conservación de los recursos zoogenéticos del país. *Agro Sur* 37(3) 134-175. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2009.v37n3-01>
- Municipalidad de Antuco. (2020). Actualización Plan de Desarrollo Comunal 2020-2024.
- Muñoz-Pedrerros, A. & Yáñez, J. (Eds). (2000). *Mamíferos de Chile*. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA) Ediciones.
- Muñoz-Pedrerros, A. & Yáñez, J. (2009). *Mamíferos de Chile* (2ª ed). Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA) Ediciones.
- Murialdo, R. (2016). *Ecología, ecosistemas, ecotoxicología: conceptos fundamentales*. Editorial Brujas. <https://elibro.net/es/ereader/udec/78234?page=1>
- Murray, H., Green, E., Williams, D., Burfield, I. & de Brooke, M. (2015). Is research effort associated with the conservation status of European bird species? *Endang Species Res.* 27, 193–206. <https://doi.org/10.3354/esr00656>
- Museo Nacional de Historia Natural. (2020). Bosques siempreverdes, turberas y hepáticas foliosas. *Museo Nacional de Historia Natural*. <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/bosques-siempreverdes-turberas-y-hepaticas-foliosas>

- Naranjo, E. (2000). Estimación de abundancia y densidad en poblaciones de fauna silvestre tropical. En *Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica* (pp. 37-46).
- NEON Science. (n.d.). *Small Mammals data collection*. <https://www.neonscience.org/data-collection/small-mammals>
- Nielsen, S., & Müller, F. (2000). Emergent properties of ecosystems. En S. E. Jørgensen & F. Müller, *Handbook of ecosystem theories and management* (1st ed., pp. 195-216). Lewis Publishers.
- Noss, R. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4(4), 355–364. <http://www.jstor.org/stable/2385928>
- Núñez, H., Veloso, A., Espejo, P., Veloso, C., Cortés, A. & Araya S. (2010). Nuevas especies de *Phymaturus* (Grupo “*Palluma*”) para la zona cordillerana central de Chile (Reptilia, Sauria, Liolaemidae). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 59; 41-74.
- Núñez, I., González, É. & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-393. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700006&lng=es&tlng=es
- López, P. (2004). Población muestra y muestreo. *Punto Cero*, 09(08), 69-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181502762004000100012&lng=es&tlng=es
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of Ecology* (3rd ed.). W. B. Saunders Company.
- Ondarza, R. (1993). Ecología: El hombre y su ambiente. *Editorial Trillas*
- O’Neill, R., DeAngelis, D., Waide, J., & Allen, T. (1986). A Hierarchical concept of ecosystems. *Monographs in Population Ecology*, 23 (p. 253).
- Ortiz, J., Quintana, V. & Ibarra, H. (1994). *Vertebrados terrestres con problemas de conservación en la cuenca del Bío-Bío y mar adyacente*. Ediciones Universidad de Concepción.

- Ortiz, J. & Díaz-Páez, H. (2006). Estado de Conocimiento de los Anfibios de Chile. *Gayana (Concepción)*, 70(1), 114-121. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382006000100017>
- Oscó, F. (2000). *Estructura y dieta de la comunidad de roedores pequeños en función del borde de bosque y su relación con la regeneración de bosques yungueños quemados, en los alrededores de Chulumani, La Paz, Bolivia* [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Simón].
- Osgood, W. (1925). The long-clawed south American rodents of the genus *Notiomys*. *Field Museum Publications Chicago Zoological Series*, 12(9), 113-129. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.2726>
- Osgood, W. (1943). The mammals of Chile. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 30:1-268.
- Palomo, L., Vargas, J. & Zamorano E. (1988). La rata negra (*Rattus rattus* Linneo, 1758) como plaga de los cultivos ibéricos de caña de azúcar. Detección, estima y control de los daños ocasionados. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 14(2), 227-240.
- Patton, J., Pardiñas, U. & D'Elía G. (Eds). (2015). *Mammals of South America* (Vol. 2): Rodents. University of Chicago Press.
- Pearson, O. & Smith, M. (1999). Genetic similarity between *Akodon olivaceus* and *Akodon xanthorhinus* (Rodentia: Muridae) in Argentina. *J Zool* 247:43-52. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1999.tb00191.x>.
- Pérez, J. (2009). Biodiversidad, taxonomía y el valor de los estudios descriptivos. *Boletín de Biodiversidad de Chile* 1(1): 1-14.
- Pérez, O., Zizka, A., Bermúdez, M., Meseguer, A., Condamine, F., Hoorn, C., Hooghiemstra, H., Pu, Y., Bogarín, D., Boschman, L., Pennington, R., Antonelli, A. & Chomicki, G. (2022). The

Andes through time: evolution and distribution of Andean floras. *Trends in Plant Science* 27: 364-378. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.09.010>

Perovic, P., Trucco, C., Tellaeché, C., Bracamonte, C., Cuello, P., Novillo, A. & Lizárraga, L. (2018). Mamíferos puneños y altoandinos. En Grau, H., Babot, J., Izquierdo, E & Grau, A. *La Puna Argentina. Naturaleza y cultura*. Fundación Miguel Lillo, 182-206. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/99105>

Pine, R., Angle, P. & Bridge, D. (1978). Mammals from the sea, mainland and islands at the southern tip of South America. *Mammalia*, 42(1), 105-114. <https://doi.org/10.1515/mamm.1978.42.1.105>

Pine, R., Miller, S. & Schamberger M. (1979). Contribution to the mammalogy of Chile. *Mammalia*, 43(3), 339-376. <https://doi.org/10.1515/mamm.1979.43.3.339>

Piudo, L., Andrade, A., & Formoso, A. E. (2019). *Loxodontomys micropus*. En SAYDS–SAREM (Eds.), *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina* (versión digital). <http://cma.sarem.org.ar>

Pliscoff, P. (2023). *Análisis de vulnerabilidad de los ecosistemas terrestres de Chile bajo escenarios de cambio climático*. Ministerio del Medio Ambiente.

Purvis, A., & Hector, A. (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405, 212–219. <https://doi.org/10.1038/35012221>

Ramírez, J., Cuesta, F. Devenish, C., Peralvo, M., Jarvis, A. & Arnillas, C. (2014). Using species distributions models for designing conservation strategies of Tropical Andean biodiversity under climate change. *Journal for Nature Conservation* 22: 391-404.

Redford, K. & Eisenberg, J. (1992). *Mammals of the neotropics* (Vol. 2). University of Chicago Press.

Reise, D. & Venegas, W. (1987). Catalogue of records, localities and biotopes from research work on small mammals in Chile and Argentina. *Gayana, Zoología*, 51:103-130.

- Rodríguez, J. (2016). *Ecología* (4ª ed). Ediciones Pirámide.
- Sala, O., Chapin, F., Armesto, J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L., Jackson, R., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D., Mooney, H., Oesterheld, M., Poff, N., Sykes, M., Walker, B., Walker, M. & Wall, D. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774. <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>
- Salgado, J. (2021). *Un ecosistema llamado universidad*. Editorial Abya-Yala. <https://doi.org/10.7476/9789978106822>
- Sánchez, A. (2009). Proceso de discernimiento de la unidad de análisis y muestreo en la investigación sobre el ideal formal y de contenido de los psicoanalistas. *Subjetividad y procesos cognitivos*, 13(2), 174-182. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185273102009000200003&lng=es&tlng=es
- Sánchez, J., Lanusse, L., & Teta, P. (2019). *Abrothrix xanthorhina*. En SAYDS–SAREM (Eds.), *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>
- Sánchez, V., Botello, F., Flores, J., Gómez, R., Guevara, L., Gutiérrez, G. & Rodríguez, Á. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(Supl. ene), S496-S504. <https://doi.org/10.7550/rmb.31688>
- Schluter, D. (2000). *The ecology of adaptive radiation*. Oxford University Press.
- Schmidt, K. & Carrasco, M. (2023). *Conservación efectiva de la biodiversidad en Chile*. Universidad del Desarrollo.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2004). *Enfoque por ecosistemas* (Directrices del CDB) (50p.).

- Sesé, C. (2006). Micromamíferos (Rodentia, Insectivora, Lagomorpha y Chiroptera) de La Peña de Estebanvela (Segovia). *Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC*.
- Seyfried, H., Worrier, G., Uhlig, D., Kohler, I. & Calvo, C. (1998). INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DE LOS ANDES EN EL NORTE DE CHILE. *Chungará*, 30(1), 7-39. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73561998000100002>
- Sharrock, S. (2012). GSPC: a guide to the GSPC. All the targets, objectives and facts. *Botanic Gardens Conservation International*.
- Sher, A. & Molles, M. (2022). *Ecology concepts & applications*. McGraw Hill.
- Sielfeld, W. (1983). *Mamíferos marinos de Chile*. Universidad de Chile.
- Sistema de información y monitoreo de biodiversidad. (2024). *Parque nacional Laguna del Laja*. SIMBIO. <https://simbio.mma.gob.cl/CbaAP/Details/961#general>.
- Smith, R. & Smith, T. (2015). *Ecology and Field Biology* (7ª ed.). Pearson.
- Snow, N. & Keating, P. (1999) Relevance of specimen citations to conservation. *Conservation Biology* 13 (4): 943-944.
- 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 de Profesor de Ciencias Naturales y Biología]. Universidad de Concepción.
- Spotorno, A., Palma, R. & Valladares, J. (2000). Biología de roedores reservorios de hantavirus en Chile. *Revista chilena de infectología*, 17(3), 197-210. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182000000300003>
- Stalkin, M. (1987). Gene flow and the geographic structure of natural populations. *Science*, 236(4803): 787-792. <https://doi.org/10.1126/science.3576198>

- Tansley, A. (1935). The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. *Ecology*, 16(3), 284–307. <https://doi.org/10.2307/1930070>
- Teta, P. & Pardiñas, U. (2014). Variación morfológica cualitativa y cuantitativa en *Abrothrix longipilis* (Cricetidae, Sigmodontinae). *Mastozoología Neotropical*, 21(2), 291–309. Unidad de Zoología y Ecología Animal, Instituto Argentino de Investigación de Las Zonas Áridas, CRICYT, CONICET. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832014000200009&lng=es&tlng=es.
- Teta, P., Abba, A., Cassini, G., Flores, D., Galliari, C., Lucero, S. & Ramírez, M. (2018). Lista revisada de los mamíferos de Argentina. *Mastozoología neotropical*, 25(1), 163-198. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S032793832018000100015&lng=es&tlng=es
- Tilman, D. (2000). Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature* 405: 208-211. <https://doi.org/10.1038/35012217>
- Torres-Mura, J. & Lemus, M. (1991). Avifauna acuática de la Laguna del Laja (Andes de Chile). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 42, 89-95.
- Trivelli, M. & Valdivia, V. (2009). *Alcances sobre flora y vegetación de la Cordillera de los Andes: Región de Árica y Parinacota y Región de Tarapacá* (2ª ed). Ministerio de agricultura y Servicio Agrícola y Ganadero.
- Trivelli, M. (2011). *Reseña de la vegetación de Chile*. Centro de información de Recursos naturales (CIREN). <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/28bff967-5f8f-4ba4-a451-31656e002c09>
- Troncoso-Palacios J., Díaz H., Esquerré D., Urra F. (2015). Two new species of the *Liolaemus elongatuskriegi* complex (Iguania, Liolaemidae) from Andean highlands of southern Chile. *ZooKeys* 500: 83–109. doi: 10.3897/zookeys.500.8725
- Universidad Católica de Temuco. Laboratorio de Planificación Territorial, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) & Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (2022). *Atlas Rural de Chile*. <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/handle/20.500.12650/71509>

- Urban, M. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science* 348 (6234): 571-573.
<https://doi.org/10.1126/science.aaa4984>
- Valdez, C., Guzmán, M., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M, & Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674-1682. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
- Van Weelie, D., & Wals, A. (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1143–1156.
<https://doi.org/10.1080/09500690210134839>
- Vázquez, R. (2017). *Ecología y medio ambiente*. Grupo Editorial Patria.
<https://elibro.net/es/ereader/udec/40505?page=52>
- Vergara, H. (2009). *La biodiversidad*. El Cid Editor
<https://elibro.net/es/ereader/udec/28440?page=7>
- Victoriano, P., Coronado, T. & Ortiz, J. (2010). A multivariate analysis of taxonomic limits in *Diplolaemus Bell* 1843. *Gayana (Concepción)*, 74(1), 23-36.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382010000100006>
- Whittaker, R. (1975). *Communities and ecosystems* (2^a ed.). Macmillan.
- Wiens, J. & Zelinka, J. (2024). How many species will Earth lose to climate change? *Global Change Biology*, 30, e17125. <https://doi.org/10.1111/gcb.17125>
- Villarreal, A., Zambrano-Cevallos, R., Brito, J. & Burneo, S. (2022). Movimiento y uso de hábitat de tres especies de roedores altoandinos (Cricetidae: Sigmodontinae) en páramos andinos del Ecuador. *Biodiversidad neotropical*, 8 (1), 343–358.
<https://doi.org/10.1080/23766808.2022.2132023>

- Willig, M., Kaufman, D. & Steven, R. (2003). Latitudinal gradients of biodiversity: Pattern, Process, Scale, and Synthesis. *Annual review of ecology, evolution, and systematics* 34(1), 273 – 309. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.012103.144032>
- Wilson, D. & Reeder, D. (2005). *Mammals Species of the World (3ª ed)*. John Hopkins University.
- Wilson, E. (1988). *BioDiversity*. The Nacional Academies Press. <https://doi.org/10.17226/989>
- Wullweber, J. (2004). *Das grüne Gold der Gene. Globale Konflikte und Biopiraterie*. Westfällisches Dampfboot.
- Yáñez, J. & Jaksić, F. (1977). Variación con la edad en algunos caracteres morfológicos de tres poblaciones de *Akodon Olivaceus* (Rodentia, Cricetidae). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 35, 113-120.
- Yarnell, R., Scott, D., Chimimba, C. & Metcalfe, D. (2007). Untangling the roles of fire, grazing and rainfall on small mammal communities in grassland ecosystems. *Oecologia*, 154, 387-402. <https://doi.org/10.1007/s00442-007-0841-9>
- Yllera, M., Fernández, M. & García M. (2020). *Anatomía y fisiología de los animales de laboratorio. Roedores y lagomorfos*. Monografías do Ibader-Serie Pecuaria. Ibader, Universidade de Santiago de Compostela.
- Young, K., León, B., Jørgensen P. & Ulloa, C. (2007). Tropical and Subtropical Landscapes of the Andes. In: Veblen, T. T.; K. R. Young & A. R. Orme (Eds.). *The physical geography of South America* (pp 160-192). Oxford University Press, Inc.
- Zemits, B. (2006). Biodiversity: ¿Who Knows, Who Cares? *Australian Journal of Environmental Education*, 22(2), 99–107. <https://doi.org/10.1017/S0814062600001415>
- Zenuto, R., Vassallo, A., & Busch, C. (2002). Comportamiento social y reproductivo del roedor subterráneo solitario *Ctenomys talarum* (Rodentia: Ctenomyidae) en condiciones de semicautiverio. *Revista chilena de historia natural*, 75(1), 165-177. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2002000100016>

Anexos y apéndices

Anexo 1: Permiso SAG



RESOLUCIÓN EXENTA N°: 6230/2024

AUTORIZA AL SR. JONATHAN ALEXÍ GUZMÁN SANDOVAL LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS E INVERTEBRADOS TERRESTRES CON FINES DE INVESTIGACION.

Santiago, 13/09/2024

VISTOS:

Lo solicitado por el interesado con fecha de 14 de agosto de 2024; la Ley N° 18.755, Orgánica de este Servicio; la Ley N° 4.601, de Caza, modificada por la Ley N° 19.473, de 1996; el D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura, el D.S. N° 389, de 2014, del Ministerio de Agricultura; DFL R.R.A. N° 16 de 1963 con las modificaciones introducidas por el DFL N° 15 de 1968; la Ley N° 17.286; el D.L. N° 263; el DFL N° 19-2345 de 1979; la Ley N° 16.640 y Decreto Exento N° 389 de 14 de noviembre del 2014 y la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y Resolución N° 908 del 13 de febrero de 2012 del Director Nacional, que Aprueba Instructivo Técnico de Comunicación de Resultados de Laboratorios de Diagnostico Veterinarios.

CONSIDERANDO:

1. Que, para fines de investigación, el Señor Jonathan Alexí Guzmán Sandoval solicita permiso de captura de especies protegidas de la fauna silvestre.

RESUELVO:

1. Autorízase al **Sr. Jonathan Alexí Guzmán Sandoval, RUT N° 13.743.129-7**, con domicilio en Juan Antonio Coloma 0201, Los Ángeles, Región del Biobío; la captura micromamíferos e invertebrados terrestres bajo las condiciones de la presente Resolución.
2. Se autoriza la captura de ejemplares de micromamíferos a través de trampas tipo Sherman, e invertebrados terrestres a través de trampas Barber sin solución de alcohol y glicerina (con el fin de evitar la muerte de los ejemplares); en sector precordillerano y andino de la región Metropolitana (32°38'S y 34°19'S - 69°47'W y 71°43'W), sector precordillerano y andino de la región del Maule (34°41'S y 36°33'S - 71°40'W y 71°44'W), y sector Los Barros, Comuna de Antuco, región del Biobío (37°28'00"S - 71°19'07"W); **desde la fecha de esta Resolución, hasta el 30 de septiembre de 2025.**
3. Los ejemplares capturados, una vez identificados, deberán ser liberados en los mismos sitios de captura, teniendo en consideración las condiciones de la especie, el estado del individuo y las condiciones de captura.

Mientras permanezcan activas las trampas, deberán ser revisadas con una frecuencia acorde a las condiciones de captura, considerando una frecuencia mínima de 2 veces al día.

Los especímenes que se encuentren muertos accidentalmente, podrán ser fijados en alcohol y transportados a la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles, donde serán catalogados y almacenados en el Laboratorio de Biología.

En caso que ocurra la muerte de un ejemplar, se deberá dar aviso al SAG de la región correspondiente al sitio de captura.

En caso de captura de ejemplares de especies de fauna silvestre catalogadas como perjudiciales o dañinas, según el Artículo 6 del Reglamento de la Ley de Caza, estos no podrán ser devueltos al medio.

4. Para la manipulación de los ejemplares **deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas** que aseguren la protección de la fauna como de los investigadores.

5. Para las capturas se autoriza, **bajo la supervisión del investigador responsable en terreno**, a Ignacio Rojas Reyes, C.I. N° 19.854.592-9; Fernanda Urra López, C.I. N° 20.323.561-5; Catalina Cariaga León, C.I. N° 20.621.739-1; y Diego Manríquez Soto, C.I. N° 17.869.657-2.

El titular de esta Resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realizan los participantes autorizados.

La captura y manipulación de los ejemplares solo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

6. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios, en caso de realizarse fuera de ellas.
7. En forma previa a la colecta, con **al menos 10 días hábiles de anticipación**, el investigador deberá informar por escrito, a la Dirección Regional SAG región Metropolitana, al mail de la encargada R.N.R. **katherine.daza@sag.gob.cl**; a la Dirección Regional SAG región del Maule, al mail del encargado R.N.R. **pablo.barra@sag.gob.cl**; y a la Dirección Regional SAG región del Biobío, al mail de la encargada R.N.R. **solange.lopez@sag.gob.cl**, las fechas y sitios específicos de las capturas, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
8. Una vez concluidas las actividades de terreno, el titular de esta Resolución deberá enviar a las Direcciones Regionales SAG respectivas, y al Departamento de Vida Silvestre del SAG Central (diproren@sag.gob.cl), a los correos indicados, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, **a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas**
- En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.
- En el caso que la captura de individuos no sea efectuada, el interesado deberá de informar el hecho al Departamento de Vida Silvestre del SAG central.
9. Toda infracción a las disposiciones contenidas en la Ley de Caza y su Reglamento, y a la autorización que se ha otorgado, será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MARIO ANDRES AHUMADA CAMPOS
JEFE (S) DIVISIÓN PROTECCIÓN DE LOS
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

Anexos

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Comprobante de pago	Digital	Ver		
Nuevo Formulario de Solicitud	Digital	Ver		
Correos con antecedentes	Digital	Ver		

Adjuntos

Documento	Fecha Publicación
-----------	-------------------

Documento	Fecha Publicación
5355/2024Registro de Ingreso de documento Externo	14/08/2024

PMC/CSL

Distribución:

- Claudio Armando Ternicier Gonzalez - Director Regional Servicio Agrícola y Ganadero Región Metropolitana de Santiago - Oficina Regional Metropolitana
- Katherine Silvana Daza Cortes - Encargado/a Regional Recursos Naturales SAG RM Protección Recursos Naturales Renovables Región Metropolitana - Oficina Regional Metropolitana
- Luis Arturo Villanueva Rodríguez - Director Regional (S) Región del Maule Servicio Agrícola y Ganadero - Oficina Regional Maule
- Pablo Andrés Barra Barrera - Jefe (S) Unidad Regional Protección Recursos Naturales Renovables - Oficina Regional Maule
- Roberto Carlos Ferrada Ferrada - Director Regional Región del Biobío Servicio Agrícola y Ganadero - Oficina Regional Biobío
- Solange Lopez Landaeta - Encargada Regional Recursos Naturales Renovables (S) Unidad Técnica RNR - Oficina Regional Biobío
- Daniela Carolina Salas Villa - Analista Regional Unidad Técnica RNR - Oficina Regional Biobío
- Marcela Soledad Cespedes Moya - Secretaria Departamento de Vida Silvestre - Oficina Central

División Protección de los Recursos Naturales Renovables - Paseo Bulnes N° 140



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799
Validar en:
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=1634398006&hash=70bc1>

Anexo 2: Tabla de abundancia

Número de individuos y abundancias relativas por cada especie capturada entre el sector Los Barros hasta la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025.

Especie	N° de individuos y Abundancia relativa (%)									
	Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Total	
<i>Abrothrix longipilis</i>	7	77,78%	17	70,83%	9	69,23%	16	94,12%	49	77,78%
<i>Loxodontomys micropus</i>	1	11,11%	4	16,67%	1	7,69%	0	0%	6	9,52%
<i>Abrothrix xanthorhinus</i>	1	11,11%	2	8,33%	2	15,38%	0	0%	5	7,94%
<i>Rattus rattus</i>	0	0%	1	4,17%	0	0%	0	0%	1	1,59%
<i>Sp. indet</i>	0	0%	0	0%	1	7,69%	1	5,88%	2	3,17%

Anexo 3: Tabla de machos y hembras

Cantidad y porcentaje de machos y hembras por cada especie capturada entre el sector Los Barros hasta la zona conocida como Piedra del Indio (comuna de Antuco), región del Biobío, durante los meses de primavera (octubre, noviembre y diciembre) del año 2024 y parte del verano (enero) del año 2025.

Especie	N° de machos				N° de hembras			
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
<i>Abrothrix longipilis</i>	6	13	8	12	1	4	1	2
<i>Abrothrix xanthorhinus</i>	1	2	1	0	0	0	0	0

<i>Loxodontomys micropus</i>	0	1	1	0	1	1	0	0
<i>Rattus rattus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sp. indet</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
Total	7	18	11	12	2	5	1	3
Porcentaje total	81,03%				18,97%			

Cuestionario de auto reporte sobre contribuciones primarias y secundarias a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, organizados por categorías.

En caso de que aplique, marque con una "X" un único Objetivo de Desarrollo Sostenible como aporte principal y otro objetivo como aporte secundario.

Bloques	Objetivos	1°	2°
Personas	1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en el mundo.		
	2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible		
	3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos y todas las edades.		
	4. Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.		
	5. Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas.		
Planeta	6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.		
	12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenible.		
	13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.		X
	14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.		
	15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.	X	
Prosperidad	7. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.		
	8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.		
	9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.		
	10. Reducir la desigualdad en los países y entre ellos.		
	11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.		
Paz	16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles institucionales eficaces e inclusivas que rindan cuentas.		
Asociaciones	17. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible		