



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

Caracterización de las comunidades de micromamíferos luego de la erupción del Volcán Calbuco (2015), Región de Los Lagos, Chile

Patrocinante: Sr. Mauro E. González C.

Co-patrocinante: Sr. Charles Crisafulli

Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de **Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales.**

FABIÁN ANDRÉS DÍAZ RÍOS

VALDIVIA

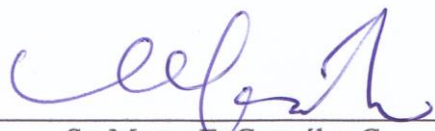
2017

| Índice de materias | | Página |
|--------------------|--|--------|
| i | Calificación del Comité de Titulación | i |
| ii | Agradecimientos | ii |
| iii | Dedicatoria | iii |
| iv | Resumen ejecutivo | iv |
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 | Objetivo general | 2 |
| 1.2 | Objetivos específicos | 2 |
| 2 | MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1 | Efectos de las perturbaciones sobre la biodiversidad | 3 |
| 2.2 | Disturbios naturales como modeladores del paisaje | 4 |
| 2.3 | Volcanismo y las comunidades de micromamíferos | 5 |
| 3 | MATERIALES Y MÉTODOS | 7 |
| 3.1 | Área de estudio | 7 |
| 3.1.1 | Clima | 7 |
| 3.1.2 | Vegetación | 8 |
| 3.2 | Diseño de estudio | 8 |
| 3.2.1 | Sitios | 8 |
| 3.2.2 | Diseño de muestreo | 9 |
| 3.3 | Captura y marcaje de micromamíferos | 10 |
| 3.4 | Análisis de datos | 11 |
| 4 | RESULTADOS | 11 |
| 4.1 | Riqueza y abundancia de micromamíferos | 11 |
| 4.2 | Reproducción | 13 |
| 4.3 | Comparación con registros previos a la erupción del Volcán Calbuco | 13 |
| 5 | DISCUSIÓN | 15 |
| 5.1 | Riqueza y abundancia de micromamíferos | 15 |
| 5.2 | Reproducción | 17 |
| 5.3 | Comparación con registros previos a la erupción del Volcán Calbuco | 17 |
| 5.3.1 | Las comunidades de micromamíferos en erupciones volcánicas del mundo | 19 |
| 6 | CONCLUSIONES | 20 |
| 7 | REFERENCIAS | 21 |
| Anexos | 1 Formulario de captura y marcaje | 29 |
| | 2 Cuadro de autoecología y reconocimiento de especies potenciales | 30 |

Calificación del Comité de Titulación

| | Nota |
|---|-------------|
| Patrocinante: Sr. Mauro González C. | <u>6,8</u> |
| Co-patrocinante: Sr. Charles Crisafulli | <u>7,0</u> |
| Informante: Sr. Javier Godoy | <u>6,7</u> |

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.



Sr. Mauro E. González C.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, por haberme inculcado siempre el amor por la naturaleza, también a mis hermanas que me han acompañado a aprender en cada uno de los bellos viajes que hemos hecho juntos.

A mi profesor patrocinante Mauro González, por haberme ofrecido esta gran oportunidad, haber confiado en mí y haberme apoyado en la logística de los trabajos en terreno. Igualmente, al profesor Guillermo D'Elía por haberme entregado sus conocimientos en micromamíferos y confiado sus trampas Sherman.

Quiero agradecer también al equipo del Pacific Northwest Research Station: Kathryn Culhane, Nina Ferrari y Tara Blackman por haberme apoyado y alegrado en las capturas, también a un gran investigador y mi co-patrocinante Charlie Crisafulli, por haberme orientado y apoyado en la búsqueda de información. A mi amigo e informante Javier Godoy, por haber accedido ayudarme en el momento que más lo necesitaba.

A mis motivados compañeros de terreno: Victor Vidal, Sofía Perucci, Osvaldo Contreras y mi gran amigo Eduardo Mattos que, a pesar de las dificultades del terreno, hicimos juntos grandes esfuerzos por terminar los trabajos cada día.

Agradezco también al Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 (CONICYT/FONDAP/15110009) por el apoyo entregado.

Como olvidar, en este cierre de ciclo a las hermosas personas/personajes que conocí en este bello camino: Ignacio Villarroel, Jaime Zavala, Sebastián Ibáñez, Robin Weisselberg, Felipe Acuña, Raimundo Fratte, Jazmin Redlich, Rafaela Polanco, Daniela Caifil, Gianfranco Moris, Tomas Araya, gracias por tantos momentos juntos; locuras, aventuras, fiestas, tardes de deporte y música. Los llevo en el corazón...

“Hoy he crecido más alto por caminar con los árboles”

Karle Wilson Baker

*Dedicado a todos los que aman
y respetan la fauna silvestre...*

RESUMEN EJECUTIVO

Obtener más y mejor información sobre los patrones de respuesta de las comunidades de micromamíferos luego de erupciones volcánicas de gran escala se hace muy relevante para este ensamble de animales. La erupción del Volcán Calbuco el 22 de abril del año 2015, y la recurrencia de estos eventos en el país representan una oportunidad de estudio muy relevante para el conocimiento de la respuesta de la fauna silvestre frente a estos disturbios. El objetivo general de esta investigación es caracterizar la comunidad de micromamíferos existentes a lo largo de un gradiente altitudinal en la zona afectada por la erupción del Volcán Calbuco. Para esto se realizó captura y marcaje de los individuos en días consecutivos en la ladera norte del volcán, esto se llevó a cabo implementando una grilla de 49 puntos en cada uno de los tres sitios de estudio, en donde se instaló una trampa Sherman (captura viva) por cada uno de los puntos durante 5 noches de verano. Los tres sitios de estudio fueron ubicados en las elevaciones 600, 770 y 917 m s.n.m. respectivamente. Cada individuo capturado fue marcado con crotales metálicos e identificado por especie, además se registró el peso, longitud del cuerpo, edad, sexo, estado reproductivo y otras observaciones pertinentes. Estos datos fueron comparados entre los tres sitios y además con registros previos, de esta manera se obtuvieron distintos cuadros de datos comparando riqueza y abundancia de especies y relación macho-hembra entre los sitios de estudio. Fueron capturados un total de 44 individuos y registradas 41 recapturas, representando tres especies de la familia de los cricétidos. La comunidad resultó verse empobrecida en contraste con datos previos, aunque la relación macho-hembra en los sitios resultó mayormente homogénea, por lo que las poblaciones parecen estar creciendo.

Palabras clave: erupciones volcánicas, micromamíferos, riqueza, Calbuco.

1. INTRODUCCIÓN

Las erupciones volcánicas a gran escala generan fuertes modificaciones en los ecosistemas, cambiando de manera parcial o total el entorno pre-existente. Los bosques, por ejemplo, sufren múltiples cambios, los cuales pueden provocar mortalidad de árboles y/o desaparición del sotobosque. Esta modificación en la estructura y composición del bosque tiene efectos directos sobre la supervivencia de la fauna silvestre, ya que alteran los recursos para su alimentación, reproducción y refugio. Sin embargo, muchas especies son capaces de seguir con vida, gracias a que generan rápidas y efectivas estrategias adaptativas. Por su parte, el grado del cambio está mayormente influenciado por la intensidad del disturbio volcánico (por ejemplo, espesor de tefra), por el momento en el que ésta ocurre, y también por la autoecología de las especies que allí habitan (Romero et al. 2017).

En Chile, el volcanismo es un agente geológico característico modelador del paisaje. Un ejemplo es el volcán Calbuco ($41^{\circ}19'60''$ S; $72^{\circ}37'0''$ O), que entró en una nueva fase eruptiva el 22 de abril de 2015 a las 17:50 horas, con una duración aproximada de 1,5 horas, la cual generó una columna eruptiva que se dispersó hacia el noreste. Tuvo un segundo pulso que dio inicio el 23 de abril a las 01:00 horas, el que tuvo una duración de alrededor de 6 horas, generando una columna eruptiva con similar orientación a la primera (Bertín et al. 2015). A diferencia del primer pulso, ésta generó intensa caída piroclástica, causando daños de diversa consideración (Mella et al. 2015). Además, se desencadenaron una serie de lahares compuestos por una mezcla de rocas (algunas de varios metros), suelo, vegetación y agua, que fluyeron aguas abajo por varios cauces, destruyendo la mayor parte de la vida a su paso. Algunos reportes indicaron que fueron afectadas alrededor de 4.527 hectáreas de bosques y pastizales, y 3.221 animales fueron evacuados (Romero et al. 2017). Sin embargo, se desconoce el efecto que pudo generar este disturbio sobre los micromamíferos.

Los micromamíferos son abundantes en los ecosistemas, operan a pequeña escala, poseen una posición trófica muy bien documentada y son bastante móviles para desplazarse de un lugar a otro, dejando sitios marginales (Leis et al. 2008). El estudio de las comunidades de micromamíferos son una importante herramienta para evaluar y comparar los efectos de diferentes disturbios en los ecosistemas (Hunter 1990). De forma similar, estas comunidades animales también sufren cambios paralelos a las

etapas sucesionales de las plantas afectadas por una erupción, y además responden en mayor medida a estructuras vegetacionales del microhábitat más que al macrohábitat (Murúa y González 2005), por lo que son especies que requieren que su ecología esté bien documentada. Tal y como menciona Crisafulli et al. (2005), los micromamíferos son especies sensibles a hábitats con variables ambientales específicas, por lo que se presentan como un importante objeto de estudio para estimar los efectos de las erupciones volcánicas sobre este ensamble de animales y su hábitat.

En Chile, se han estudiado en forma consistente las asociaciones de micromamíferos nativos en diferentes tipos de bosques y plantaciones forestales. Sin embargo, el impacto que causan las actividades volcánicas sobre los pequeños mamíferos ha sido escasamente abordado, por lo que este estudio representa una primera aproximación para entender cómo responden estas comunidades a los disturbios de este tipo en el país. Por lo tanto, los objetivos de este estudio son:

1.1 Objetivo general

- Caracterizar las comunidades de micromamíferos existentes a lo largo de un gradiente altitudinal en la zona afectada por la erupción del volcán Calbuco.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar la riqueza y abundancia de micromamíferos en tres sitios de estudio post-erupción del volcán Calbuco.
- Evaluar la relación macho-hembra y los respectivos estados reproductivos de los individuos capturados en cada sitio de estudio.
- Comparar los registros obtenidos en este estudio con registros previos a la erupción del volcán Calbuco.

Las principales hipótesis que se proponen en este estudio son: a) la riqueza y abundancia de micromamíferos fluctuará en sitios de diferente altitud y tipo de bosque; b) la relación macho-hembra se mantendrá relativamente equitativa en los sitios de estudio; c) se hallará una comunidad de micromamíferos empobrecida en comparación con registros previos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Efectos de las perturbaciones sobre la biodiversidad

Uno de los problemas ambientales más graves reconocidos en el mundo, es la pérdida acelerada de la biodiversidad, ya sea genética, de especies o de ecosistemas (Primack et al. 2001). Esta situación ha tomado mayor relevancia en los últimos 50 años que en cualquier otro periodo de la historia humana, y ha afectado a muchos ecosistemas a nivel global (Telleria et al. 1999).

En el artículo 2 de la Convención sobre Diversidad Biológica, celebrada en la Conferencia de Rio de Janeiro (1992), se estableció que “Diversidad biológica o Biodiversidad significa la variabilidad entre todos los organismos vivos y sus relaciones dentro de ecosistemas terrestres, marinos u otros ecosistemas acuáticos, así como el entramado ecológico del que forman parte; esto supone la consideración de la diversidad dentro de la especie, entre especies y entre ecosistemas”.

Durante el Holoceno, las poblaciones humanas cambiaron dramáticamente los patrones regionales de biodiversidad, a través de la sobreexplotación de recursos, la alteración de los hábitats originales y la introducción de especies (Steadman y Martin 2003). Según las compilaciones disponibles más recientes, durante los últimos 10.000 años se habrían extinguido al menos 255 especies de mamíferos, de las cuales 90 desaparecieron en los últimos cinco siglos; la mayoría de las especies desaparecidas eran habitantes de islas y, más de la mitad, roedores menores a un kilogramo de peso (MacPhee y Flemming 1999). Evidencias acumuladas en las últimas dos décadas sugieren que las comunidades de micromamíferos también cargan con el sello de estas modificaciones y perturbaciones, acusando cambios profundos en su estructura (Pardiñas 1998). Esta contribución revela que durante los últimos 500 años se produjeron cambios significativos en los ensambles de micromamíferos de Sudamérica, estos cambios han incluido desde el aumento, muchas veces dramático de especies oportunistas, hasta la extinción regional de otros taxones. Sin embargo, las causales de estos procesos de componente antrópico mayoritario no resultan por el momento claras ni, quizás, dependientes de un único factor (Teta et al. 2014).

Actualmente existen claras evidencias de que muchas especies y ecosistemas han evolucionado, se han adaptado o dependen de la ocurrencia de algún tipo de disturbio (Bradstock et al. 2002, González et al. 2014). En respuesta a los disturbios y a la alteración del hábitat, Bonier et al. (2007), menciona que las especies con una amplia tolerancia ambiental podrían adaptarse mejor que aquellas especies con poca tolerancia, por lo que las primeras son las que dominan las áreas disturbadas; estas comunidades animales y de microorganismos sufren cambios sucesionales notables en su ecología luego de un disturbio, cada etapa sucesional se define en términos de microclima, suelo, vegetación, fauna y características microbiológicas.

2.2 Disturbios naturales como modeladores del paisaje

Los disturbios naturales cumplen una función imprescindible en el mantenimiento de la heterogeneidad de las condiciones ambientales de los ecosistemas, ya que los cambios son experimentados por los organismos a través del tiempo y del espacio (Pickett et al. 1989), además son característicos de todos los ecosistemas (Pickett y Thompson 1978). White & Pickett (1985) definen el concepto disturbio como cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que altera la estructura del ecosistema, comunidad o población y cambia los recursos, disponibilidad de substrato o el ambiente físico (Lindenmayer y Franklin 2002). Por lo tanto, la pérdida o modificación del hábitat o ambiente físico afecta a las especies, tanto en la reducción de su área de uso, en la disminución de la disponibilidad de alimento y refugio o en la interferencia de su dispersión natural (Lantschner y Rusch, 2007). En donde, las poblaciones intolerantes pueden extinguirse localmente, mientras que otras especies responden positivamente a la creación de un nuevo hábitat o condiciones de los recursos (Schowalter 2012).

En Chile, históricamente distintos tipos de disturbios han modelado el paisaje y son recurrentes en el país, por ejemplo, en la zona centro-sur (37-43° S) y el norte de la Patagonia (39-41° S) es probable la ocurrencia de diferentes disturbios como erupciones volcánicas, incendios, deslizamientos de tierra, derrumbes, avalanchas, inundaciones, aluviones, floraciones de bambúceas, caídas masivas de árboles, entre otros (Rebertus y Veblen 1993ab, González et al. 2014). Debido a la recurrencia de estos eventos, más que considerarlos como agentes de destrucción, deben ser reconocidos como procesos ecológicos normales e integrales, que forman parte de la dinámica ecológica de largo plazo (White y Bratton 1980,

González et al. 2014).

El volcanismo forma parte importante de la formación de los distintos ecosistemas de Chile, y desde que hay registros de actividades volcánicas se ha constatado que estos eventos han sido factor relevante en la modificación de los paisajes cercanos a la presencia de volcanes; las erupciones volcánicas son consideradas fuertes perturbaciones que generan duras condiciones en el ecosistema, ya sea en áreas cubiertas por flujos de lava, donde ocurre sucesión primaria, o sitios afectados por depositación de tefra volcánica, donde eventualmente podrían ocurrir ambos tipos de sucesión (Titus and Tsuyuzaki 2003).

2.3 Volcanismo y las comunidades de micromamíferos

Luego de una erupción volcánica los mamíferos invaden gradualmente nuevas áreas a medida que las comunidades vegetales recolonizan y se desarrollan en éstas; además, generalmente invaden estas áreas más lentamente que, por ejemplo, los insectos, esto debido a que requieren más amplios rangos de distribución para obtener su alimento (Krebs 2001; Simard y Fryxell 2003).

Existen numerosos estudios que dan cuenta del efecto de la caída de cenizas y otros procesos volcánicos sobre la fauna (Dale et al. 2005). Un ejemplo es el estudio de Crisafulli et al. (2005), realizado debido a la erupción del Monte Santa Helena (1980), en Estados Unidos, allí menciona que registraron una variabilidad considerable en la composición y abundancia de especies en espacio y tiempo; y entre los factores que influyeron en este hallazgo destacan que fue causado por cambios sucesionales en las características del hábitat y la acumulación de especies re-colonizadoras; igualmente concluyeron que la supervivencia de individuos estaba inversamente relacionada con la intensidad de la perturbación en los distintos casos.

Por su parte, Fuentes (2003) menciona que, luego de la erupción del Volcán Parícutín (1943), en México, se produjo un proceso que denominó refaunación. A pesar de los significativos esfuerzos de capturas realizados, la comunidad de mamíferos se halló en un empobrecimiento general de especies, éstas se encontraron en bajas densidades y con ciclos reproductivos alterados.

De manera contrastante, en un estudio realizado luego de la erupción del Volcán Hudson (1991), en Argentina, después de un año de ocurrido este evento, se detectó un incremento significativo en

poblaciones de algunos roedores (principalmente *Eligmodontia* y *Phyllotis*), todos los ejemplares estaban activos reproductivamente y en condiciones saludables (Pearson 1994). Este tipo de respuesta puede ser atribuida a la abundancia de gramíneas, disminución de la competencia con el ganado doméstico y disminución en la densidad de depredadores naturales, principalmente aves de presa (Saba y Lamo 1994).

Desde mediados de los años 70' se han publicado diferentes estudios que han tenido como objeto de estudio a las comunidades de micromamíferos en Chile, varios de estudios fueron realizados en áreas del Centro y Sur de Chile, asociados a diferentes bosques y plantaciones forestales (por ejemplo, Jaksic et al. 1981; Kelt 1994, 2000; Kelt et al. 1994, 1999; Meserve et al. 1988, 1999; Muñoz y Murúa 1989; Murúa et al. 2005; Muñoz-Pedreros 1990, 1992, 2010; Murúa y González 2005; Pavez et al. 2010; Saavedra y Simonetti 2005; Silva 2005; Simonetti 1989). Otros estudios han analizado la distribución y abundancia de pequeños mamíferos sobre gradientes ambientales (por ejemplo, Reise 1977, Patterson et al. 1989, 1990; Meserve et al. 1991, Kelt 1996). Tal y como señaló Kelt (1996), la mayoría de los estudios han demostrado que los cambios en las comunidades de micromamíferos están relacionados con los cambios en el hábitat, y se deben principalmente a factores abióticos como la precipitación, la temperatura (Meserve et al. 1991) y la altitud (Patterson et al. 1990).

En Chile, el orden Rodentia se encuentra representado por 31 géneros y 62 especies, muchas de las cuales viven simpátricamente (Osgood 1943, Hershkovitz 1962). Por su parte, los marsupiales están representados en toda su diversidad, al menos a nivel ordinal, aunque con muy pocas especies; orden Didelphimorphia: representado por Llaca (*Thylamys elegans*) y Comadreja de vientre blanco (*Thylamys pallidior*), orden Paucituberculata: por Comadreja trompuda (*Rhyncholestes raphanurus*) y finalmente el orden Microbiotheria por el Monito del monte (*Dromiciops gliroides*) (Palma 2007). Además, de este último orden fueron recientemente descubiertas dos nuevas especies *D. bozinovici* y *D. mondaca* (D'Elía et al. 2016).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El área de estudio fue ubicada en los faldeos del Volcán Calbuco (2.003 m s.n.m.), en el Parque privado “Valle Los Ulmos”, a 13 kilómetros aproximadamente de la localidad de Ensenada ($41^{\circ}13'00''S$; $72^{\circ}32'10''O$). Los sitios se ubicaron en la ladera Norte del Volcán a una distancia aproximada de 3 kilómetros del cráter (Figura 1). Esta zona se vio expuesta directamente a la caída de tefra volcánica y piroclastos en varios sectores, lo que produjo la modificación de grandes superficies, cubriéndose de una densa y gruesa capa de material volcánico.

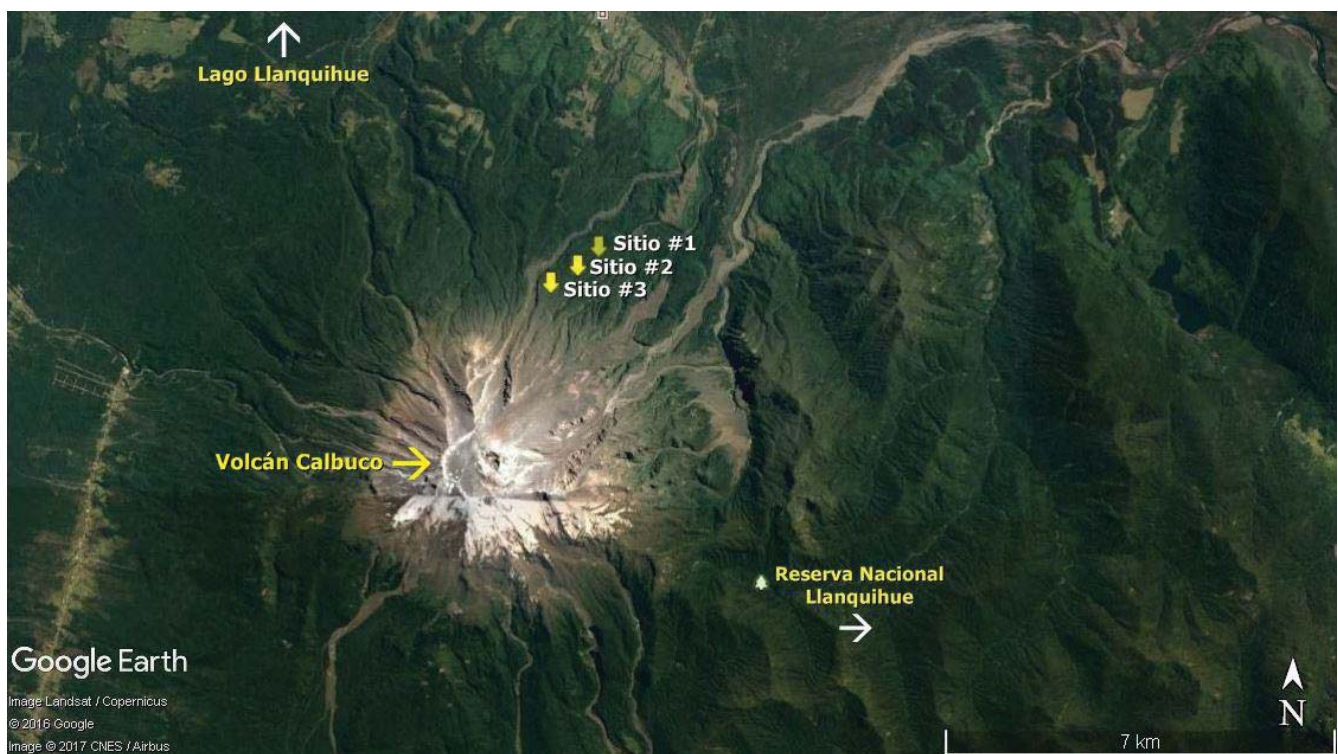


Figura 1. Mapa de disposición de los sitios de estudio

3.1.1 Clima

El piso bioclimático definido por Luebert y Pliscoff (2006) para esta área corresponde a Meso a Supratemplado hiperhúmedo oceánico. Las elevadas precipitaciones anuales oscilan entre los 2.500 mm y más de 4.000 mm, las que caen en forma de nieve durante 4 a 6 meses. La temperatura media anual varía entre 6° y $9^{\circ}C$, presentando en verano medias mensuales entre $10^{\circ}C$ y $15^{\circ}C$. La oscilación media anual es de $10^{\circ}C$, presentándose en invierno una temperatura mínima media muy cercana a $0^{\circ}C$ (INE los Lagos, 2007).

3.1.2 Vegetación

El piso vegetacional dominante definido por Gajardo (1994), es el de Bosque siempreverde andino. En donde, a los 39,5° S y en altitud, aparece el bosque siempreverde y luego un bosque caducifolio en la cordillera de los Andes. En algunos conos volcánicos que caracterizan el paisaje andino de la Región de Los Lagos, se presenta una vegetación de matorral enano (Luebert y Pliscoff 2006). Las especies dominantes son Olivillo (*Aextoxicon punctatum*), Ulmo (*Eucryphia cordifolia*), Coigue (*Nothofagus dombeyi*), Tineo (*Weinmannia trichosperma*), Trevó (*Dasyphyllum diacanthoides*) y Tepa (*Laureliopsis philippiana*) (Romero et al. 2017).

3.2. Diseño de estudio

El estudio se llevó a cabo entre los días 10 y 15 de enero de 2017 (20 meses con 17 días post-erupción), en 3 sitios dispuestos en un gradiente altitudinal entre los 650 y 1100 m s.n.m., en la ladera norte del Volcán Calbuco. La caída de tefra despojó la mayoría de las ramas y hojas de Canelos (*Drimys winteri*), Coigües y Notros (*Embothrium coccineum*) en zonas altas, resultando en una alta mortalidad de árboles. Bajo este bosque de altura, los efectos de la caída de tefra fueron menos severos, sin embargo, generó desprendimiento de pequeñas ramas, gran abrasión en los troncos, y completa defoliación en árboles. Aunque, los árboles (Trevó, Tepa y Patagua Valdiviana) han comenzado a brotar activamente generando un nuevo follaje (Romero et al. 2017).

3.2.1 Sitios

Cada sitio se definió en función de sus características específicas como su profundidad de tefra, elevación y cobertura vegetal, las que se describen a continuación:

Sitio #1

Se ubicó a los 600 m s.n.m (41°17'47"S; 72°35'14"O), siendo el sitio más bajo en altitud dentro del muestreo. Este sitio presentó un espesor de tefra volcánica que varió entre los 34 - 38 centímetros, con un promedio de $34,3 \pm 4,1$ cm de tefra. Después de la erupción del volcán, se observó presencia de regeneración arbustiva de individuos de Patagua Valdiviana (*Myrceugenia planipes*), Luma (*Amomyrtus luma*), Trevó (*D. diacanthoides*), Tapa (*L. philiappiana*), Sauco del diablo (*Raukaua laetevirens*) y Tineo (*W. trichosperma*), ordenados de mayor a menor abundancia. También presentó una cobertura de dosel mayor a los otros dos sitios, 139,3/750 m² dentro del sitio, resultando un 18,57% de cobertura aproximadamente (Crisafulli, datos no publicados).

Sitio #2

Se ubicó a los 770 m s.n.m. (41°17'59"S; 72°35'30"O). Este sitio presentó un espesor de tefra volcánica que varió entre los 32 - 39 centímetros, con un promedio de $36 \pm 2,3$ cm de tefra. También se observó la presencia de individuos rebrotando de *A. luma*, Pitrilla (*Myrceugenia Chrysocarpa*), *L. philiappiana*, *M. planipes*, *D. diacanthoides* y *R. laetevirens*, ordenados de mayor a menor abundancia, Presentó una cobertura de dosel de 115,73/750 m² dentro del sitio, resultando un 15,43% de cobertura aproximadamente (Crisafulli, datos no publicados).

Sitio #3

Se ubicó a los 917 m s.n.m. (41°18'10"S; 72°35'50"O). Presentó un espesor de tefra volcánica que varió entre los 31 - 42 centímetros, con un promedio de $36,2 \pm 1,26$ cm de tefra. Con presencia de individuos rebrotando de *D. winteri*, *N. dombeyi*, *M. Chrysocarpa*, Leña dura (*Maytenus magellanica*), *L. philiappiana*, Mañío de hojas punzantes (*Podocarpus nubigena*) y Chaura (*Gaultheria phillyreifolia*), ordenados de mayor a menor abundancia. Presentó una cobertura de dosel menor a los demás sitios, 43,9/750 m², resultando en un 5,85% de cobertura aproximadamente (Crisafulli, datos no publicados).

3.2.2. Diseño de muestreo

Se instalaron 3 grillas de 49 puntos de muestreo permanente, una grilla por cada sitio de muestreo. Cada grilla estuvo compuesta de 7 filas por 7 columnas, en donde se instaló una trampa por cada uno de

los puntos. Cada trampa fue ubicada a una distancia de 10 metros de la trampa vecina, cubriendo una superficie total de 3.600 m² (Figura 2)

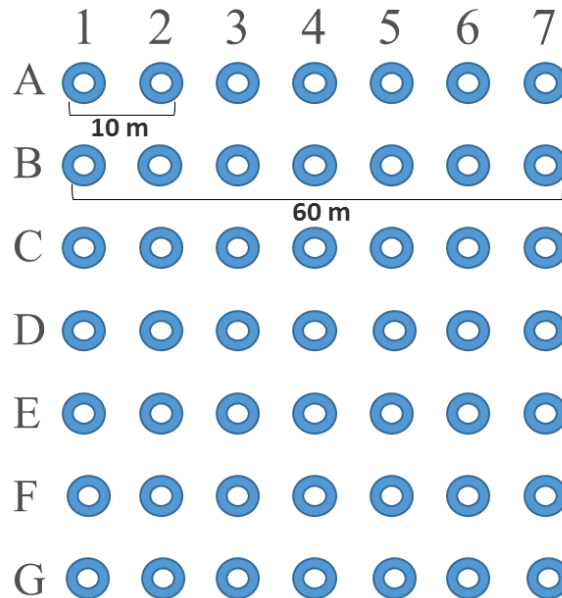


Figura 2: Diseño de muestreo

3.3 Captura y marcaje de pequeños mamíferos

Con el permiso de caza y captura de fauna silvestre con fines de investigación previamente aprobado, resolución otorgada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), se llevó a cabo el muestreo en terreno. Para este muestreo, realizado en el mes de enero del presente año, se utilizaron trampas Sherman de captura viva, que fueron cebadas con avena durante 5 noches en cada uno de los sitios. Las trampas fueron revisadas y desactivadas durante las mañanas del día posterior a la activación. Una vez capturados los individuos, se extrajeron de las trampas, se identificaron las especies con ayuda de guías de campo, claves fenotípicas y/o experiencia personal de los colectores, luego se marcaron con crotales metálicos (tamaño: 3 mm; material: acero inoxidable o monel; peso: < 0.25 gramos por crotal), para el caso de los roedores. Para individuos demasiado pequeños, se consideró cortar el pelo en forma distintiva, esto con el propósito de evitar causar daños en los pabellones auriculares, los cuales son muy sensibles. Además del reconocimiento de la especie se le realizaron los cálculos de peso, longitud del cuerpo y/o

pata, también la estimación de edad, sexo, estado reproductivo y observaciones pertinentes registradas en el Formulario de terreno (Anexo 1). Todos los ejemplares capturados se liberaron en los mismos sitios. Estos procedimientos están aprobados por la American Society of Mammalogists (Sikes y Gannon 2011).

Cabe mencionar que la manipulación de los individuos se realizó con las medidas de bioseguridad respectivas (guantes y overol desechables, mascarilla con filtros de alta eficiencia, y bolsas plásticas). Adicionalmente, al finalizar cada labor de manipulación se desinfectaron los materiales desechables para su posterior eliminación.

3.4 Análisis de datos

Se generaron dos cuadros de datos, el primero (Cuadro 1) incluyendo el número de individuos, familias, especies y recapturas registradas en cada uno de los sitios de estudio. Por su parte, en el segundo cuadro (Cuadro 2) se sistematizaron los diferentes sexos y estados reproductivos de los individuos capturados en cada sitio. Finalmente, el tercer y último cuadro (Cuadro 3) se generó a través del método presencia/ausencia a partir de la comparación con el estudio de Patterson et al. (1989), realizado en condiciones de sitio similares (temporalidad, altitud y exposición), como lo es el Valle de La Picada (72°30'O; 41°02'S), ubicado a 30 kilómetros aproximadamente de los sitios del presente estudio, en la ladera norte del Volcán Osorno. Además, para esta comparación se homologaron los nombres científicos acordes a las sinonimias actuales para cada especie.

4. RESULTADOS

4.1. Riqueza y abundancia de micromamíferos

En un total de 735 trampas-noche se produjeron 85 capturas, lo que representa un 11,5% de éxito de captura. En los muestreos se registraron 44 individuos correspondientes a tres especies de pequeños mamíferos, todos roedores de la familia Cricetidae (Cuadro 1). Las tres especies registradas fueron: *Abrothrix olivacea*, *Oligoryzomys longicaudatus* y *Abrothrix hirta*.

En el Sitio #1 se capturaron 20 individuos correspondientes a tres especies de roedores: *A. olivacea*, *O. longicaudatus* y *A. hirta*. En el Sitio #2 fueron 15 individuos pertenecientes a dos especies: *A. olivacea* y *O. longicaudatus*. Finalmente, en el Sitio #3 se capturaron 9 individuos pertenecientes a las mismas dos especies del sitio anterior (Cuadro 1). Por su parte, la especie más abundante fue *A. olivacea* con 31 individuos capturados, seguido de *O. longicaudatus* con 11 individuos capturados y finalmente *A. hirta* con solo dos individuos capturados. Por otra parte, se realizó un total de 41 recapturas en las cinco noches de muestreo. En el Sitio #1 se recapturaron 16 individuos, en el Sitio #2 se recapturaron 19 individuos y en el Sitio #3 seis individuos. La especie más recapturada fue *A. olivacea* con 32 recapturas, seguido de *O. longicaudatus* con 9, y la especie *A. hirta* no fue recapturada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de especies, individuos y recapturas de micromamíferos en los tres sitios de estudio, Volcán Calbuco, región de Los Lagos, Chile.

| Familia | Nombre científico | Nombre común | Sitios | | | | | | TOTAL | |
|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------|----|----|----|----|---|-------------|-------------|
| | | | #1 | | #2 | | #3 | | Indiv iduos | Recap turas |
| Cricetidae | <i>Abrothrix olivacea</i> | Ratón Oliváceo | 14 | 14 | 9 | 12 | 8 | 6 | 31 | 32 |
| Cricetidae | <i>Abrothrix hirta</i> | Ratón de Pelo Largo | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Cricetidae | <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> | Ratón de Cola Larga | 4 | 2 | 6 | 7 | 1 | 0 | 11 | 9 |
| Riqueza total | | | 3 | | 2 | | 2 | | - | - |
| Abundancia total | | | 20 | | 15 | | 9 | | 44 | - |
| Recapturas totales | | | 16 | | 19 | | 6 | | - | 41 |

4.2. Reproducción

Se capturaron un total de 15 individuos hembras en los tres sitios, de los cuales 14 fueron adultos y solo un juvenil. Además, nueve poseía un estado reproductivo de preñez o lactancia. Del mismo modo, un total de 29 individuos machos fueron capturados, de los cuales 21 poseían un estado reproductivo escrotal (Cuadro 2).

También se pudo extraer que, de los 20 individuos nuevos registrados en el Sitio #1, quince de ellos pertenecieron al sexo masculino, todos adultos, y de los cuales el 60% presentó un estado reproductivo escrotal, además seis de ellos fueron de la especie *A. olivacea*. De igual manera, en el Sitio #2, de un total de 15 individuos 9 fueron machos, y el 100% evidenció un estado reproductivo escrotal. Por otro lado, en el Sitio #2 se registraron 6 hembras de los 15 individuos totales, y el 66,6% presentaron estado de preñez o lactancia (Cuadro 2).

Como muestra el Cuadro 2, todos los sitios presentaron una relación macho-hembra relativamente homogénea, exceptuando el Sitio #1, en donde la cantidad de machos fue de 12 individuos y solo 2 hembras.

Cuadro 2. Número de individuos hembras y machos por cada sitio y especie.

| Especies | Sitios | | | | | | | | Reproducción | |
|-----------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|-----------|--------|-----------------------------|-------------------|
| | #1 | | #2 | | #3 | | TOTAL | | Hembras preñadas o lactando | Machos escrotales |
| | Hembras | Machos | Hembras | Machos | Hembras | Machos | Hembras | Machos | | |
| <i>Abrothrix olivacea</i> | 2 | 12 | 3 | 6 | 3 | 5 | 8 | 23 | 4 | 15 |
| <i>Abrothrix hirta</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 0 | 6 | 5 | 4 | 5 |
| TOTAL | 5 | 15 | 6 | 9 | 4 | 5 | 44 | | 9 | 21 |

4.3. Comparación con registros previos a la erupción del Volcán Calbuco

Los registros de micromamíferos previos a la erupción de Volcán Calbuco presentaron un mayor número de especies en todas las altitudes con respecto a los registros post erupción. En el primer tramo de altitud (600-620 m s.n.m.), Patterson et al. registraron un total de nueve especies, mientras que en este

estudio se registraron solo 3 especies. En la siguiente elevación (715-770 m s.n.m.) Patterson et al. registraron ocho especies, mientras que en este estudio se registraron dos especies. De manera similar, y en la elevación más alta (917-920 m s.n.m.) Patterson et al. registraron siete especies, mientras que en este estudio se mantuvieron las mismas dos especies (Cuadro 3).

Patterson et al. registró cinco especies (*A. olivacea*, *A. hirta*, *O. longicaudatus*, *L. micropus* y *D. gliroides*) en las 3 altitudes, mientras que en este estudio se registraron 2 (*A. olivacea* y *O. longicaudatus*). Adicionalmente, Patterson et al. registró dos especies de marsupiales (*R. raphanurus* y *D. gliroides*), mientras que en este estudio solo se registraron roedores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Lista de especies de micromamíferos registradas en condiciones de sitio similares. Díaz-Ríos corresponde al presente estudio y Patterson et al. corresponde a un estudio realizado en 1989.

| Familia | Especies | Altitud (m s.n.m.) | | | | | | Total | |
|---------------------------|---|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 600 - 620 | | 715 - 770 | | 917 - 920 | | Total | |
| | | Díaz-Ríos | Patterson | Díaz-Ríos | Patterson | Díaz-Ríos | Patterson | Díaz-Ríos | Patterson |
| Cricetidae | <i>Abrothrix olivacea</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cricetidae | <i>Abrothrix hirta</i> (<i>A. longipilis</i>) | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Cricetidae | <i>Abrothrix sanborni</i> (<i>A. manni</i>) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Caenolestidae | <i>Rhyncholestes raphanurus</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Cricetidae | <i>Geoxus valdivianus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Cricetidae | <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cricetidae | <i>Irenomys tarsalis</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Cricetidae | <i>Loxodontomys micropus</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Microbiotheriidae | <i>Dromiciops gliroides</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Número de especies | | 3 | 9 | 2 | 8 | 2 | 7 | 3 | 9 |

(*) Patterson et al. 1989 realizó 7 noches de muestreo por transecto y altitud.

5. DISCUSIÓN

5.1 Riqueza y abundancia de micromamíferos

La riqueza de especies no presenta grandes diferencias entre los sitios, sin embargo, la abundancia y las recapturas son diferentes entre los tres sitios de estudio (Cuadro 1). El sitio que tiene mayor número de especies es el Sitio #1, con 3 especies, seguidos del Sitio #2 y #3 con 2 especies respectivamente, debido a no registrar a *A. hirta*. La especie más capturada en todos los sitios es *A. olivacea*, seguido de *O. longicaudatus* pero con una abundancia bastante menor, igualmente estas dos especies están presentes en todos los sitios (Cuadro 1). Por otra parte, la especie *A. hirta* es escasa en el Sitio #1, y no se encuentra en los dos sitios siguientes (Cuadro 1); la distribución de ésta especie incluye ambientes tan contrastantes como bosques bajo regímenes de lluvias de 2600 mm anuales (Valdivia, Chile), estepas herbáceas con ~200 mm al año (Teta y Pardiñas 2014) y bosques de Araucaria-Nothofagus a los 1.200 m s.n.m. (Shepherd et al. 2016), por lo que la altitud, humedad o tipo de vegetación no parece ser una limitante para su presencia en los sitios, resaltando de esta manera los posibles efectos directos de la erupción en la presencia de esta especie. Cabe destacar, y según menciona Andersen y MacMahon (1985), igualmente puede ser una explicación razonable considerar la inmigración de estos dos individuos (macho y hembra) desde zonas menos afectadas por el evento volcánico. Sin embargo, en muestreos anteriores realizados en inicios de primavera (Díaz-Ríos, datos no publicados), se registró una alta abundancia de esta especie, por lo que el factor estacional podría influir también en este caso.

Por otra parte, y como se puede observar en el Cuadro 1, el número de recapturas totales es mayor en el Sitio #2, a pesar de que la abundancia total de individuos es menor que en el Sitio #1, de modo que los individuos del Sitio #2, a pesar de ser menos que el Sitio #1, insisten más en conseguir alimento (cebo) y/o muestran una menor migración de los sitios en busca de este (mayor residencia), tal vez asociado a la mayor disponibilidad de refugios. Por otra parte, *A. olivacea* fue ampliamente recapturada en los Sitios #1 y #2 (16 y 19 recapturas respectivamente), hasta incluso superar en este último la cantidad de individuos nuevos. Esto podría significar una movilidad limitada de los individuos, y/o una constante búsqueda de alimento dentro de los sitios. Por su parte, en el Sitio #3 la totalidad de las recapturas (6) son atribuidas a esta especie.

Si bien la comunidad de pequeños mamíferos se ve empobrecida en base a la lista de especies potenciales, se puede observar que las tres especies que son halladas corresponden a especies

ampliamente distribuidas en el país (Iriarte 2008), son generalistas de hábitat, poseen una alta vagilidad y amplio ámbito de hogar, particularmente en la zona sur de su distribución, en el caso de *O. longicaudatus* (Murúa et al. 1986) y *A. hirta* (Teta y Pardiñas 2014). Esto podría dilucidar una mejor resiliencia y aclimatación a estos disturbios en comparación a las demás especies, o una inmigración oportunista de individuos desde otros sectores aledaños a los sitios, que fueron menos afectados por la erupción.

Según menciona Murúa et al. (2005), la comunidad vegetal favorece a ciertas especies con diferentes hábitos alimenticios como aquellos granívoros, frugívoros, herbívoros o micófagos. El ensamble de micromamíferos es considerado dinámico, ya que estos responden a la desaparición y aparición de nuevas especies vegetales que cambian las características del microhábitat. Por ejemplo, la especie *A. olivacea* que es registrada en abundancia en todos los sitios, posee una dieta omnívora compuesta principalmente por semillas y frutos (Iriarte 2008), de modo que varias de las especies de Mirtáceas que están presentes en los sitios les pueden proveer buena cantidad de frutos, además de la producción de semillas de las demás especies vegetales. Por su parte, *O. longicaudatus* es considerado herbívoro-granívoro, consumiendo principalmente semillas (Iriarte 2008), entre las que destacan aquellas de las especies Tineo, Canelo y Chilco, que estaban bien representadas en los sitios. *A. hirta* por su parte, es considerado omnívoro en la Región de los Lagos, sin embargo, en verano tiende a ser frugívoro y en invierno micófago (Iriarte 2008), por lo que estos sitios son también favorables para esta especie.

Existen también otras especies con hábitos arborícolas o semi-fosoriales (*D. gliroides*, *I. tarsalis*, *L. micropus*; *R. raphanurus* y *G. valdivianus* respectivamente) que, en este caso particular, en donde se produjo un fuerte erupción volcánica que dañó gran parte del material vegetal del sector, pero que actualmente varias de estas especies vegetales están rebrotando vigorosamente, además de la permanencia de algunos legados biológicos como troncos caídos, árboles muertos en pie (snags), raíces de árboles desraizados y/o árboles inclinados, pueden estar favoreciendo la recuperación de algunas de estas especies de micromamíferos, otorgando una buena y gran variedad de recursos para su alimentación y refugio (Murúa et al. 2005).

De igual manera, y como resultó en el caso de la erupción del Monte Santa Helena (1980), en Estados Unidos, la mayor parte de las especies potenciales para el área son omnívoros en lugar de

estrictamente herbívoros, granívoros o insectívoros, por lo que es posible que el alimento no sea el factor determinante para la desaparición de ciertas poblaciones de pequeños mamíferos, considerando la probable persistencia de comunidades vegetales y de insectos, disponibilidad de estos recursos que probablemente aumenta a medida que la erosión los expone (Andersen y MacMahon 1985).

5.2 Reproducción

Si bien en la gran mayoría de los sitios se observan relaciones macho-hembra homogéneas (>2:1); en el Sitio #1, la especie *A. olivacea*, a pesar de su elevada abundancia de individuos, presenta una proporción macho-hembra bastante heterogénea de 6:1, relación que no es favorable para la población, ya que tal y como menciona Jirotkul (1999), una relación macho-macho provoca, en muchos casos, una oportunidad de selección natural, por lo que finalmente la población tiende a reducir su tamaño poblacional efectivo, aun cuando las variaciones de tamaño corporal entre los individuos machos puede también ser un factor influyente. En el caso del Sitio #1, la cantidad de machos escrotales es alta, por lo que la relación macho-macho puede ser más influyente aún (Cuadro 2).

Sin embargo, y como muestra el Cuadro 2, todas las especies presentan al menos 1 hembra en estado de preñez o lactancia, lo que muestra que las poblaciones están aumentando su tamaño poblacional o lo harán próximamente. En proporción, la población de *O. longicaudatus* parece ser la más próspera, ya que posee una cantidad mayor de hembras preñadas o lactando respecto a la cantidad total de hembras (66%).

5.3 Comparación con datos previos a la erupción del Volcán Calbuco

La comparación entre la riqueza de especies de micromamíferos entre el presente estudio post erupción y el estudio de Patterson et al. pre erupción del volcán, presenta marcadas diferencias en el número de especies en todas las altitudes muestreadas (Cuadro 3). En las primeras elevaciones (600-620 m s.n.m.) Patterson et al. registró un total de 9 especies diferentes, mientras que en este estudio se registran solo 3 especies. Sin embargo, en la siguiente elevación (715-770 m s.n.m.) Patterson registró 1 especie menos, al igual que en el presente trabajo. De manera similar, y en la elevación más alta (917-

920 m s.n.m.) la brecha se redujo, Patterson et al. registró 7 especies y en este trabajo las mismas 2 especies (Cuadro 3).

Este muestreo, a comparación del realizado por Patterson en el año 1989, posee un esfuerzo de muestreo menor. En relación a las especies, *A. hirta* parece ser la más sensible a la erupción, ya que es registrada en la mayor parte de las elevaciones estudiadas por Patterson et al., sin embargo, en el presente estudio solo es registrada en el primer sitio, desapareciendo en los dos últimos. De manera contrastante, *O. longicaudatus* y *A. olivacea* parecen no ser afectadas por la erupción, ya que son identificados en todos los sitios y en ambos estudios (Cuadro 3).

En el estudio de Patterson et al. (1989), registraron otras especies que posterior a la erupción no fueron registradas (Cuadro 3). Por ejemplo, las especies Ratón topo valdiviano (*Geoxus valdivianus*) y Comadreja trompuda (*Ryncholestes raphanurus*), no son registradas en esta temporada de estudio, pero sí fueron registradas en los sitios en temporadas anteriores. *G. Valdivianus* fue capturado en una trampa Sherman, muy cercana a un tronco caído del Sitio #2 (Díaz-Ríos, datos no publicados). Por su parte, *R. raphanurus* fue capturada en una trampa de caída tipo Pitfall para artrópodos en el Sitio #3 (Corrales, datos no publicados). También cabe mencionar que en un predio aledaño (232 m s.n.m.) al refugio donde nos alojamos durante los muestreos, se registró la especie Monito del monte (*D. gliroides*) traída muerta en la boca de un gato doméstico que, pese a estar en una zona menos afectada por la erupción, muestra la presencia de la especie en el sector.

Sin embargo, las especies Ratita arbórea (*Irenomys tarsalis*), Ratón de pie chico (*Loxodontomys micropus*) y *D. gliroides* fueron registradas por Patterson et al., no así por este estudio. En base a lo que comenta Andersen y MacMahon (1985), los hábitos arborícolas y buenas capacidades para trepar de estas tres especies (Anexo 2) pueden haber dificultado mucho más la protección de los individuos a los efectos inmediatos de la erupción, así como también aquellos efectos indirectos como la inhalación o ingestión a las partículas de cenizas, además de los efectos adversos a la visión que han sido documentados por Pyke (1984) y que podrían dificultar las capacidades para desplazarse de estas especies.

Finalmente, se pueden destacar tres grupos de especies: el primer grupo de las especies generalistas de hábitat (*A. olivacea*, *O. longicaudatus* y *A. hirta*) que fueron ampliamente registradas por

Patterson et al. y que, a pesar del disturbio volcánico y variaciones de abundancia, están presentes en los tres sitios; el segundo grupo es el de las especies semi-fosoriales (*G. valdivianus* y *R. raphanurus*) que fueron registradas en menor cantidad de elevaciones por Patterson et al. y que en este estudio son registradas, pero de forma escasa en muestreos previos; el tercer y último grupo que se puede destacar comprende las especies arborícolas o con capacidades para trepar (*L. micropus*, *I. tarsalis* y *D. gliroides*) que, si bien fueron registradas en algunas elevaciones por Patterson et al., no son registradas en este estudio, y que por sus hábitos específicos parecen haber sido las más afectadas por la erupción.

5.3.1 Las comunidades de micromamíferos en erupciones volcánicas del mundo

Si bien el presente estudio es pionero en el país, al tener como objeto de estudio las comunidades de micromamíferos asociado a erupciones volcánicas, en otros lugares del mundo si existe un importante número de investigaciones de este tipo.

En Argentina, por ejemplo, Pearson (1994) evidenció que, dieciséis meses después de la erupción del Volcán Hudson (1991), todos los individuos capturados estaban activos reproductivamente y en condiciones saludables. Además, encontró que especies con hábitos fosoriales que habían sido registrados antes de la erupción, no fueron observados luego de ésta, lo que podría dilucidar que estas especies se ven directamente afectadas por la caída de tefra volcánica. Si bien en el presente estudio individuos con hábitos fosoriales y semi-fosoriales como *G. valdivianus* y *R. raphanurus* fueron registrados, su presencia es escasa y fuera de los muestreos, por lo que probablemente sus poblaciones se han reducido drásticamente producto de la erupción (Pearson 1994).

También, Anderson y MacMahon (1985), mencionan que la erupción del Monte Santa Helena ocurrió durante el día, por lo que la mayoría de las especies con hábitos nocturnos y crepusculares estaban refugiadas y pudieron resistir mejor los efectos directos de la erupción (caída de tefra y piroclastos), incluso en mayor medida aquellos con hábitos fosoriales, que fueron protegidos de los efectos térmicos y mecánicos por la cobertura de suelo sobre ellos. De este modo, también pudo haber sucedido durante la erupción del Volcán Calbuco que, de manera similar, su primer pulso eruptivo ocurrió durante el día y que, sumado a las características de los micrositos y de comportamiento de las especies, podrían haber

favorecido a algunas de éstas. Si bien lo anterior no se ve reflejado en los registros de este muestreo, si se considera probable que algunas de estas especies, luego de varios meses, vivan atrapadas en las áreas afectadas por la erupción, sobretodo considerando el fuerte espesor de la tefra volcánica en este caso, siendo considerados individuos residuales o sus descendientes, al haber sido afectados, pero haber logrado sobrevivir (Andersen y MacMahon 1985).

Por su parte, Burt (1961) encontró que la vida animal prácticamente no existía donde la tefra poseía > 15 cm de profundidad 17 meses después de la erupción del Volcán Parícutín, en México. En vista de los casi 50 centímetros de tefra volcánica en algunos sectores más afectados por la erupción del Volcán Calbuco, se podría estimar que cierta parte de la comunidad de pequeños mamíferos ha logrado una respuesta positiva post-erupción, lo que puede dar buenas luces para la persistencia del resto del ensamble.

Finalmente, y en base a lo discutido anteriormente, se puede destacar que este estudio intenta ser una primera aproximación e impulso para generar el interés necesario para estudiar más debida y detalladamente las comunidades de micromamíferos luego de erupciones volcánicas, ya que se hace muy relevante contar con más y mejor información de la respuesta de la fauna silvestre en estos eventos tan recurrentes en el país.

6. CONCLUSIONES

La composición de especies de la comunidad de micromamíferos existente post-erupción del volcán Calbuco comprende tres especies diferentes de la familia de los cricétidos; éstas son *Abrothrix olivacea*, *Oligoryzomys longicaudatus* y *Abrothrix hirta*. De esta forma, la riqueza de especies reúne a las tres especies mencionadas anteriormente y la abundancia en el Sitio #1 es de 20 individuos, mientras que el Sitio #2 es de 15 y finalmente en el Sitio #3 es de 9. Por su parte, las recapturas totales en los tres sitios fueron 41.

La riqueza y abundancia se ve mermada en la comunidad de micromamíferos, probablemente por la profundidad de tefra en los tres sitios, ya que al aumentar en altitud desde el Sitio #1 al #3 la riqueza

disminuye de tres a dos especies, en tanto la abundancia igualmente lo hace desde veinte individuos en el Sitio #1 a solo nueve individuos en el Sitio #3.

De manera similar, la gran mayoría de los sitios de estudio muestran una relación macho-hembra homogénea; sumado a esto, todas las especies presentan al menos una hembra en estado de preñez o lactancia, y también al menos un macho en estado escrotal, por lo que se estima que la población de cada una de las especies está en crecimiento o tenderá a este.

Por otro lado, la comparación de los presentes datos con los de Patterson et al. (1989) en el Valle de La Picada, ayuda a reconocer a las especies que se hallan en condiciones similares, pero sin el efecto de la erupción volcánica; de este modo se puede determinar que la comunidad de pequeños mamíferos si se vio afectada por la erupción volcánica, presentando una baja riqueza de especies y una presencia muy escasa de *A. hirta*.

Finalmente, es importante mencionar que las técnicas de muestreo deben ser perfeccionadas progresivamente para generar una mayor y mejor eficiencia en las capturas, sin intervenir con el hábitat y en los menos posible con el normal desarrollo de los animales. Igualmente, los esfuerzos de muestreo deben ser mayores, de modo que la comunidad resulte muy bien representada.

7. REFERENCIAS

- Andersen, D.C., J.A. MacMahon. 1985. The effects of catastrophic ecosystem disturbance: the residual mammals at Mount St. Helens. *Journal of Mammalogy*, 66:581-589.
- Bertin, D., Amigo, Á., Mella, M., Astudillo, V., Bertin, L., & Bucchi, F. 2015. Erupción del volcán Calbuco 2015: Estratigrafía eruptiva y volumen involucrado. In Congreso Geológico Chileno, No. XIV, La Serena, Chile.
- Bradstock, R. A., Williams, J. E., & Gill, M. A. (Eds.). 2002. *Flammable Australia: the fire regimes and biodiversity of a continent*. Cambridge University Press.

- Bonier, F., Martin, P. R., & Wingfield, J. C. 2007. Urban birds have broader environmental tolerance. *Biology letters*, 3(6), 670-673.
- Burt, W. H. 1961. Some effects of Volcan Paricutin on vertebrates. *Occas. Papers Mus. Zool., Univ. Michigan*, 620:1-24.
- Crisafulli, C. M., Macmahon, J. a, & Parmenter, R. R. 2005. Small-Mammal Survival and Colonization on the Mount St. Helens Volcano: 1980 – 2002. *Ecological Responses to the 1980 Eruption of Mount St. Helens*, (5).
- Dale, V. H., Swanson, F. J., & Crisafulli, C. M. 2005. Ecological responses to the 1980 eruption of Mount St. Helens (pp. 59-73). New York: Springer.
- D'Elía, G., Hurtado, N., & D'Anatro, A. 2016. Alpha taxonomy of Dromiciops (Microbiotheriidae) with the description of 2 new species of monito del monte. *Journal of Mammalogy*, 97(4), 1136-1152.
- Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, CL.
- Fuentes, J., & Bocco, G. 2003. El relieve como modelador y regulador de procesos en el paisaje. *Las Enseñanzas de San Juan*, 59.
- González M, Amoroso M, Lara A, Veblen Thomas T, Donoso C, Kitzberger T, Mundo I, Holz A, Casteller A, Paritsis J, Muñoz A, Suárez M. Laura, Promis A. 2014. Disturbios y dinámica de bosques. Capítulo 12. Donoso C, González M, Lara A. *Ecología Forestal: Base para el Manejo Sustentable y Conservación de los Bosques Nativos de Chile*. Ediciones UACH. Chile.p. 411-457.

- Hershkovitz, P. 1962. Evolution of Neotropical cricetine rodents (Muridae), with special reference to the Phyllotine group. *Fieldiana (Zoology)* 46: 1-524.
- Hunter Jr, M. L. 1990. Wildlife, forests, and forestry. Principles of managing forests for biological diversity. Prentice Hall.
- INE Los Lagos. 2007. División político administrativa y censal. Región de los Lagos, Chile.
- Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España, 220-221.
- Jaksić, F. M., Yáñez, J. L., & Fuentes, E. R. 1981. Assessing a small mammal community in central Chile. *Journal of Mammalogy*, 62(2), 391-396.
- Jirotkul, M. 1999. Population density influences male–male competition in guppies. *Animal Behaviour*, 58(6), 1169-1175.
- Kelt, D.A. 1994. The natural history of small mammals from Aisén Region, southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 67: 183-207.
- Kelt, D. A., Meserve, P. L., & Lang, B. K. 1994. Quantitative habitat associations of small mammals in a temperate rainforest in southern Chile: empirical patterns and the importance of ecological scale. *Journal of Mammalogy*, 75(4), 890-904.
- Kelt, D.A. 1996. Ecology of Small Mammals across a Strong Environmental Gradient in Southern South America. *Journal of Mammalogy*, Vol. 77, No. 1 (Feb., 1996), pp. 205-219.
- Kelt, D.A. 1999. Scale Dependence and Scale Independence in Habitat Associations of Small Mammals in Southern Temperate Rainforest. *Oikos*, Vol. 85, No. 2 (May, 1999), pp. 320-334.

- Kelt, D. A., Meserve, P. L., Patterson, B. D., & Lang, B. K. 1999. Scale dependence and scale independence in habitat associations of small mammals in southern temperate rainforest. *Oikos*, 320-334.
- Kelt, D. A. 2000. Small mammal communities in rainforest fragments in central southern Chile. *Biological Conservation*, 92(3), 345-358.
- Krebs, C.J. 2001. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 5th ed. Benjamin Cummings, Menlo Park, California. 801 pp.
- Lantschner, M. V., & Rusch, V. 2007. Impacto de diferentes disturbios antrópicos sobre las comunidades de aves de bosques y matorrales de *Nothofagus antarctica* en el NO Patagónico. *Ecología austral*, 17(1), 99-112.
- Leis, S.A., D.M. Leslie, D.M. Engle and J.S. Fehmi. 2008. Small mammals as indicators of short-term and long-term disturbance in mixed prairie. *Environ. Monit. Assess.* 137: 75 – 84.
- Lindenmayer DB, Franklin JF. 2002. *Conserving Forest Biodiversity: A Comprehensive Multiscaled Approach*. Washington D.C., USA. Island Press. 56 p.
- Luebert, F., & Plissock, P. 2004. Clasificación de pisos de vegetación y análisis de representatividad ecológica de áreas propuestas para la protección en la ecorregión Valdiviana. Valdivia: Serie de Publicaciones WWF programa Ecorregión Valdiviana.
- Luebert, F., & Plissock, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria.
- MacPhee, R. D. E., & Flemming, C. 1999. Requiem Aeternam. In *Extinctions in near time* (pp. 333-371). Springer US.

- Mella, M.; Moreno, H.; Vergés, A.; Quiroz, D.; Bertin, L.; Basualto, D.; Bertin, D.; Garrido, N. 2015. Productos volcánicos e impactos asociados al ciclo eruptivo del 2015 del volcán Calbuco. In XIV Congreso Geológico Chileno, actas.
- Meserve, P. L., Lang, B. K., & Patterson, B. D. 1988. Trophic relationships of small mammals in a Chilean temperate rainforest. *Journal of Mammalogy*, 69(4), 721-730.
- Meserve, P. L., Kelt, D. A., Martinez, D. R. 1991. Geographical ecology of small mammals in continental Chile Chico, South America. *Journal of Biogeography*, 179-187.
- Meserve, P. L., Martínez, D. R., Rau, J. R., Murúa, R., Lang, B. K., & Muñoz-Pedreros, A. 1999. Comparative demography and diversity of small mammals in precordilleran temperate rainforests of southern Chile. *Journal of Mammalogy*, 80(3), 880-890.
- Muñoz, A., & Murúa, R. 1989. Efectos de la reforestación con *Pinus radiata* sobre la diversidad y abundancia de los micromamíferos en un agroecosistema de Chile central. *Turrialba*, 39(2), 143-150.
- Muñoz-Pedreros, A., Murua, R., & González, L. 1990. Nicho ecológico de micromamíferos en un agroecosistema forestal de Chile central. *Rev Chil Hist Nat*, 63, 267-277.
- Muñoz-Pedreros, A. 1992. Ecología del ensamble de micromamíferos en un agroecosistema forestal de Chile central: una comparación latitudinal. *Revista Chilena de Historia Natural*, 65(4), 417-428.
- Muñoz-Pedreros, A., Fletcher, S., Yáñez, J., & Sánchez, P. 2010. Diversidad de micromamíferos en tres ambientes de la Reserva Nacional Lago Peñuelas, Región de Valparaíso, Chile. *Gayana (Concepción)*, 74(1), 1-11.

- Murúa R, LA González & PL Meserve. 1986. Population ecology of *Oryzomys longicaudatus philippi* (Rodentia: Cricetidae) in southern Chile. *Journal of Animal Ecology* 55: 281-293.
- Murúa, R. González, L.A., y M. B. 2005. Cambios en el ensamble de micromamíferos durante la sucesión secundaria en un bosque costero de Valdivia, Chile., (April), 27.
- Osgood, W. H. 1943. The mammals of Chile. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 30:1-268.
- Palma, R. E. 2007. Estado actual de la mastozoología en Chile. *Mastozoología neotropical*, 14(1), 5-9.
- Pardiñas, U. F. 1998. Roedores holocénicos del sitio Cerro Casa de Piedra 5 (Santa Cruz, Argentina): tafonomía y paleoambientes. *Palimpsesto*, 5, 66-90.
- Patterson, B. D. Meserve, P.L. Lang, B.K. 1989. Distribution and abundance of small mammals along an elevational transect in temperate rainforests of Chile. *Journal of mammalogy*.
- Patterson, B.D. Meserve, P.L. Lang, B.K. 1990. Quantitative habitat associations of small mammals along an elevational transect in temperate rainforests of Chile. *Journal of mammalogy*, Vol. 71, No. 4, 620-633.
- Pavez, E. F., Lobos, G. A., Jaksic, F. M. 2010. Cambios de largo plazo en el paisaje y los ensambles de micromamíferos y rapaces en Chile central. *Revista chilena de historia natural*, 83(1), 99-111.
- Pearson, O. P. 1994. The impact of an eruption of Volcán Hudson on small mammals in Argentine Patagonia. *Mastozoología Neotropical*, 1(2), 103-112.
- Pedrerros, A. H. M., & Valenzuela, J. Y. (Eds.). 2009. *Mamíferos de Chile*. Santiago, Chile: CEA

Ediciones.

- Pickett, S.T.A., Kolasa, J., Armesto, J.J. & Collins, S.L. 1989. The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels. *Oikos*, 54, 129–136.
- Primack R, R Rozzi, P Feinsinger, R Dirzo, 6 F Massardo. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas Latinoamericanas. FCE, Ciudad de México. 797 p.
- Pyke, D. A. 1984. Initial effects of volcanic ash from Mount St. Helens on *Peromyscus maniculatus* and *Microtus montanus*. *J. Mamm.*, 65:678- 680.
- Reise, D. 1977. Observaciones sobre el comportamiento de la fauna de micromamíferos en el Valle Chacabuco, Lago Cochrane, Aysén, Chile. *Bol. Soc. Biol. Concepc*, 51, 239-247.
- Romero, J. E., Mella, M., Swanson, F., Crisafulli, C., Jones, J., González, M. E & Reckziegel 10, F. 2017. La erupción del volcán Calbuco en 2015: Volcanología, sociedad y ecosistemas.
- Saavedra, B., & Simonetti, J. A. 2005. Small mammals of Maulino forest remnants, a vanishing ecosystem of south-central Chile. *Mammalia mamm*, 69(3-4), 337-348.
- Saba, S., De Lamo, D. a. 1994. Dynamic responses of mammals to the eruption of Volcán Hudson. *Mastozoología Neotropical*, 1(2), 113–122.
- Schowalter, T.D. 2012. Insect responses to major landscape- level disturbance. *Annual Review of Entomology* 57 (1-20): 1-5
- Shepherd, J. D., & Ditgen, R. S. 2016. Small mammals and microhabitats in *Araucaria* forests of Neuquén, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 23(2), 467-482.

- Sikes, R. S., & Gannon, W. L. 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, 92(1), 235-253.
- Silva, S. I. 2005. Posiciones tróficas de pequeños mamíferos en Chile: una revisión. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78(3), 589-599.
- Simard, J. R., & Fryxell, J. M. 2003. Effects of selective logging on terrestrial small mammals and arthropods. *Canadian Journal of Zoology*, 81(8), 1318-1326.
- Steadman, D. W., & Martin, P. S. 2003. The late Quaternary extinction and future resurrection of birds on Pacific islands. *Earth-Science Reviews*, 61(1), 133-147.
- Tellería, J. L. 1999. Biología de la Conservación: balance y perspectivas. *Ardeola*, 46(2), 239-248.
- Teta, P., & Pardiñas, U. F. 2014. Variación morfológica cualitativa y cuantitativa en *Abrothrix longipilis* (Cricetidae, Sigmodontinae). *Mastozoología neotropical*, 21(2), 291-309.
- Teta, P., Formoso, A., Tammone, M., de Tommaso, D. C., Fernández, F. J., Torres, J., & Pardiñas, U. F. 2014. Micromamíferos, cambio climático e impacto antrópico: ¿Cuánto han cambiado las comunidades del sur de América del Sur en los últimos 500 años? *Therya*, 5(1), 7-38.
- Titus, J. H., & Tsuyuzaki, S. 2003. Distribution of plants in relation to microsites on recent volcanic substrates on Mount Koma, Hokkaido, Japan. *Ecological Research*, 18(1), 91-98.
- White, P. S., & Bratton, S. P. 1980. After preservation: Philisophical and practical problems of change. *Biological Conservation*, 18(4), 241-255.

Anexo 2. Cuadro de autoecología y reconocimiento de especies potenciales (Iriarte 2008; Pedreros y Valenzuela 2009).

| Nombre Científico | Nombre Común | Dieta | Hábitat y conducta | Reproducción | Características distintivas |
|---------------------------------|---------------------|--|--|---|--|
| <i>Dromiciops gliroides</i> | Monito del monte | Insectos, semillas, frutos, plantas vasculares y aves juveniles | Principalmente arborícola. Hábitos crepusculares y nocturnos. Nidos >3 m | Madurez sexual al segundo año de vida. 2 a 4 crías por año, noviembre. | Pelaje denso, vientre café y manchas claras (15 a 35 gramos – 19 a 25 cm) |
| <i>Rhyncholestes raphanurus</i> | Comadreja trompuda | Tejido vascular de plantas, artrópodos, larvas de insectos, anélidos y hongos. | Tierra, en base de los árboles o bajo un intenso follaje. Hábitos nocturnos. | Preñez: octubre a mayo. No hay datos del número de crías. | Color uniformemente castaño a gris oscuro. Cráneo alargado. Cola más corta que el cuerpo, y no es prehensil. |
| <i>Abrothrix hirta</i> | Ratón lanudo común | Hongos, invertebrados, frutos y semillas. | Actividad continua, principalmente nocturno. Vive bajo troncos, raíces de árboles y rocas. | 2 a 3 crías por año. Gran actividad reproductiva durante el año. | Pelaje largo y café, con tonalidades rojas en el dorso. Vientre gris. |
| <i>Abrothrix manni</i> | Ratón negro | Plantas y hongos, invertebrados, semillas y frutos. | Diurno y nocturno. Es residente. | Se reproduce entre noviembre y marzo | Robusto. Pelaje dorsal y ventralmente negro homogéneo (10 a 12 cm y 20 a 30 gramos). |
| <i>Abrothrix olivacea</i> | Ratón oliváceo | Plantas, hongos invertebrados, semillas y frutos. | Actividad crepuscular y nocturna. Residente y requiere de sitios | Se reproduce en septiembre y abril. Y produce 3 camadas de 4 a 6 crías. | Pelaje oliváceo el dorso y gris claro en el vientre, orejas cortas pero visibles (6-7 cm y 20 a 40 gramos) |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|---|--|---|---|
| | | | con vegetación densa. | | |
| <i>Geoxus valdivianus</i> | Ratón topo valdiviano | Insectos, tejidos vegetales, semillas y hongos. | Nocturno y semifosorial. Utiliza sitios con hojarasca y vegetación herbácea densa. | Poca información. Aparentemente se reproduce entre noviembre y marzo. | Pelaje oscuro, corto y café oscuro u oliváceo. Cola corta, ojos y orejas muy pequeñas. Uñas delanteras largas y patas blancas (9 a 11 cm y 20 a 40 gramos). |
| <i>Irenomys tarsalis</i> | Rata arbórea | Herbívoro. Tejidos vegetales, semillas y frutos. | Nocturno y arborícola. Copas de los árboles o troncos caídos | Poca información. 3 a 6 crías por camada. | Robusto. Cola larga con punta peluda. Ojos grandes. Pelaje denso, café oscuro (12 a 14 cm y 30 a 60 gramos). |
| <i>Loxodontomys micropus</i> | Ratón de pie chico | Herbívoro. Semillas, frutos, plantas y hongos. | Principalmente nocturno. Capacidad para trepar. | Se inicia en primavera. 3 a 5 crías. | Robusto y grande. Pelaje denso y suave, café oscuro o amarillento. Patas delanteras y cola cortas (11 a 13 cm y 30 a 50 gramos). |
| <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> | Ratón de cola larga | Principalmente semillas. También frutos, insectos y hongos. | Nocturno y solitario. Hábitos arborícolas. | Septiembre hasta abril. 2 a 3 pariciones por año, de 4 a 6 crías. | Mediano. Pelaje corto, café oscuro con visos amarillos. Orejas pequeñas y ojos grandes. Cola y patas traseras largas (9 a 10 cm y 22 a 40 gramos). |
| <i>Chelemys macronyx</i> | Ratón topo cordillerano | Plantas, semillas, hongos e | Nocturno y diurno. Semifosorial y | Entre noviembre y marzo. | Robusto y mediano. Pelaje brillante, desde negro grisáceo a café oscuro. Orejas y colas |

| | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|--|--|-----------------------------------|---|
| | | invertebrados. | principalmente subterráneo. | | cortas. Ojos pequeños y patas delanteras grandes (12 a 14 cm y 50 a 96 gramos). |
| <i>Euneomys chinchilloides</i> | Ratón sedoso chinchilloide | Herbívoro. Vegetación coriácea e insectos. | Nocturno y colonial. Poca capacidad de trepar y cavar. | 4 a 8 crías de diciembre a marzo. | Rechoncho y grande. Pelaje largo y tupido, gris pardusco. Patas blancas (11 a 15 cm y 57 y 120 gramos). |

(*) los colores grisáceos indican ciertas similitudes físicas a primera vista.