

UCH-FC
B. Ambiental
P 198
CA



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias
Escuela de Pregrado

**EFFECTIVIDAD DE DIFERENTES TIPOS DE TRAMPAS PARA PEQUEÑOS
MAMIFEROS EN CHILE CENTRAL**

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Bióloga Ambiental

Javiera I. Pantoja Pozo

Director de Seminario de Título: Dr. Rodrigo A. Vásquez Salfate



Abril 2011

Santiago - Chile



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por la Srta. Javiera I. Pantoja Pozo

“EFECTIVIDAD DE DIFERENTES TIPOS DE TRAMPAS PARA PEQUEÑOS MAMIFEROS EN CHILE CENTRAL”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Bióloga Ambiental.

Dr. Rodrigo A. Vásquez Salfate

Firma manuscrita en tinta negra del Dr. Rodrigo A. Vásquez Salfate.

Director Seminario de Título

Comisión de Evaluación

Dr. Claudio P. Veloso Iriarte

Firma manuscrita en tinta azul del Dr. Claudio P. Veloso Iriarte.

Presidente Comisión

Dra. Carezza V. Botto Mahan

Evaluador



Santiago de Chile, 4 de Abril / 2011

BIBLIOGRAFÍA

Conocemos a la Javi desde hace 6 años, en nuestro primer año como estudiantes de la Universidad de Chile. Desde entonces hemos sido compañeras y amigas, compartiendo largas y bizarras noches de estudio, discusiones gatilladas por el stress, carretes de todos los colores y sabores, y otros inolvidables momentos cargados de los más íntimos sentimientos y emociones.

Javi resaltó de inmediato por su voluptuosa cabellera crespa, su inconfundible risa y sus infaltables episodios de neurosis producto de las más irrisorias situaciones. Desde nuestro tierno primer semestre de carrera, la Javi ya tenía claro sus proyectos de vida, proyectos que incluían países oceánicos, dinero, familia, naturaleza y los más estrambóticos detalles como la presencia de algunos dingos y escopetas, no dudando en compartirlos con nosotros una y otra vez.

Su gran perseverancia, sus ansias por aprender, sus ganas de conocer y su actitud jugada frente a los desafíos, sin duda la llevarán a lograr todas las metas que se ha propuesto y que seguirá proponiéndose en el futuro. Poseedora de un espíritu humilde y honesto, Javi es una persona que triunfará en todos los aspectos que conforman nuestras vidas.

Querida amiga, hoy finalizas una etapa muy importante dentro de tu desarrollo profesional y personal. Nos sentimos orgullosas y felices porque con tu gran capacidad y esfuerzo has logrado llegar hasta este punto que cierra una linda época, llena de las más variadas emociones, y que da comienzo a otra aún mejor. Al mismo tiempo nos sentimos afortunadas por haber tenido la oportunidad de tenerte en nuestras vidas y de poder compartir este gran acontecimiento contigo.

Eres una bella mujer, una gran persona y una excelente amiga. Nos queda mucho por recorrer aún, recorrido que esperamos seguir andando junto a ti tal como lo hemos hecho hasta ahora.



Rosana y Patty

DEDICATORIA

Les dedico este logro a las personas más importantes de mi vida, que me han forjado, apoyado y amado durante estos 25 años que respiro, a ti Eliana y a ti Jorge...mis padres. Sin Uds. no sería la mujer que soy hoy y sin duda este momento no existiría. De ambos me llevo lo mejor, los amo y amare siempre.

“La vida no es completamente feliz ni completamente triste, solo existen momentos de felicidad o de tristeza. Pero al final, sumando y restando, debemos procurar que el balance sea siempre positivo”



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar les quiero agradecer a mis padres por estar conmigo en este proceso, de no ser por ellos no podría haber logrado nada. A mis hermanas, que de todas obtuve el apoyo y aprendizaje para poder seguir adelante. A todos mis tíos y tías (de sangre y de corazón), sobre todo mi tía Carmen que siempre estuvo ahí cuando la necesite en mis horas de estudio. Y a mis abuelos, que espero de algún lado me estén viendo.

Le quiero agradecer también a mi profesor tutor Rodrigo y a todo el laboratorio, por el acogimiento y apoyo incondicional.

A la consultora Cienciambiental y todos los chicos, por haberme acogido y dado la idea de mi proyecto. Y al Centro Precordillerano Cantalao por haberme abierto las puertas.

Quiero agradecerle a mis amigas Paula y Cote, algún día podremos llevar a cabo nuestros proyectos. Quiero agradecerle a todos mis compañeros que han recorrido este camino junto conmigo: Pablo, Nicole, Nestor, Eduardo, Gianina, Fabiola, Andrea, Kena, Erick, Celeste, Agustín, Sergio y a tantos más que estuvieron conmigo. Y finalmente, pero no menos importantes, quiero hacer una mención especial a mis compañeras y amigas Rosana y Patty, porque la Universidad te da las herramientas académicas para desenvolverte en el mundo laboral, pero son las horas de sueño y estudios las que te forjan para ser un buen profesional. De todos he aprendido algo y me llevo los mejores recuerdos conmigo.

A todos, muchas gracias.

Javiera I. Pantoja Pozo



ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
Introducción	1
Objetivos generales y objetivos específicos	8
Materiales y métodos	9
<i>Área de estudio</i>	9
<i>Muestreo</i>	11
<i>Análisis de los datos</i>	13
Resultados	15
Discusión	20
Bibliografía	23



ÍNDICE DE TABLAS O CUADROS

	Página
Tabla 1- Descripción de tamaño, material y mecanismo de activación para los tres tipos de trampas analizadas	12
Tabla 2- Individuos de cada especie capturados en cada una de las trampas, señalando además su respectivo número de recapturas y porcentaje de recaptura. El porcentaje de recaptura se calculó en base al número total de individuos capturados por especie.	15
Tabla 3- Medias (\pm EE) de índices de diversidad de Shannon-Wiener para los tres transectos para cada tipo de trampa.	16
Tabla 4- Análisis de varianza para evaluar el efecto del tipo de trampa y del sexo sobre la masa corporal de los animales capturados en las especies <i>Rattus norvergicus</i> y <i>Thylamys elegans</i> .	18



ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1- Imagen satelital del sitio de estudio CCP. Cada letra indica las unidades del paisaje definidas para el área de estudio	10
Figura 2- De arriba hacia abajo: trampa Sherman, Tomahawk y Sherman modificada, utilizadas en el estudio	12
Figura 3 - Porcentajes relativos de captura en cada una de las trampas. Las barras rojas representan los datos sin recaptura y las barras azules con recaptura	17
Figura 4- Masa corporal de <i>Rattus norvegicus</i> capturados en cada una de las trampas. Datos corresponden a la media \pm error estándar. Las letras a y b demarcan diferencias significativas (Prueba de Tukey).	19
Figura 5- Histograma de pesos corporales de los animales capturados en los tres tipos de trampa Sherman, Sherman modificada y Tomahawk	19



RESUMEN

Diferentes tipos de trampas para pequeños mamíferos no voladores, pueden tener diferente efectividad e incluso ser específicas para algunas especies. Comparamos la efectividad de captura de tres tipos de trampas de captura viva (Sherman, Sherman modificada y Tomahawk) en una localidad de Chile central. Se capturaron cuatro especies de roedores y un marsupial, con un éxito de captura total de 4,1%. Utilizando trampas Sherman modificadas se capturó una mayor cantidad de especies, sin embargo, no se detectaron diferencias entre la diversidad de animales que capturan los tres tipos de trampas. Al incluir las recapturas de individuos, no se apreciaron diferencias entre las capturas de los tres tipos de trampas. Por otra parte, la trampa Tomahawk capturó animales de mayor peso, lo que podría ser explicado por la menor sensibilidad de gatillo que ésta presenta en comparación con las otras dos trampas. La elección de una determinada trampa para la captura de pequeños mamíferos no voladores, dependerá del tipo de estudio que se realice, siendo recomendable el uso de la trampa Sherman en estudios de *Thylamys elegans*. Finalmente, para estudios de la diversidad local, el uso de cualquiera de los tres tipos de trampas es recomendable, ya que los tres tipos de trampas estudiados capturan la misma diversidad de especies de pequeños mamíferos.



ABSTRACT

Different trap types for non-volant small mammals may have different effectiveness or even be specific for particular species. In this study we compared the capture effectiveness of three types of live-traps (Sherman, modified Sherman and Tomahawk) in a central Chile location. We captured four species of rodents and one marsupial species, with an overall capture success of 4.1 %. The modified Sherman trap was the one that captured most of the species. However, there was no difference between the diversity of animals that captured the three types of traps. When the recaptures of individuals are included, no significant differences were detected among the three types of traps. On the other hand, the Tomahawk trap captured heavier animals, possibly as a result of a less sensitivity trigger, compared to the other two traps. Therefore, the use of a particular trap for the capture of non-volant small mammals will depend on the type of study and the target species. The results suggest that for *Thylamys elegans*, the modified Sherman trap should be preferred. The results suggest that for long-term studies involving a large proportion of recaptures, the type of trap might not be an important factor. Finally, for studies assessing local diversity, the use of anyone of the three types of traps studied is recommended given that the three types captured the same diversity.

INTRODUCCIÓN

Los micromamíferos han sido utilizados como objeto de estudios a nivel individual, poblacional y comunitario (e.g., Glanz, 1977; Meserve y Glanz, 1978; Jaksic y col, 1981; Meserve, 1981; Simonetti, 1983), así como en ecología de la conservación (Kryštufek y col, 2009). Los pequeños mamíferos son importantes ya que pueden afectar la estructura, la composición y dinámica de las comunidades, a través de actividades tales como depredación y dispersión de semillas (Malcom y Ray, 2000; Solari y col, 2002), polinización de plantas, dispersión de micorrizas, depredación de insectos y fuente de alimento para animales carnívoros (Solari y col, 2002), entre otras. Existen diferentes definiciones respecto a que tamaño corporal diferencia pequeños de grandes mamíferos (e.g., Gaines 1980, Acosta-Jamett y col, 2003), y para efectos de esta memoria de título se consideran pequeños mamíferos a aquellos inferiores a 500 g de masa corporal (Woodman y col, 1996), diferenciándose además, pequeños mamíferos voladores (Quirópteros) de no-voladores (e.g marsupiales, edentados y roedores, entre otros).

Las metodologías utilizadas para llevar a cabo estudios que tienen como modelo a los pequeños mamíferos son amplias, pero todas necesitan de un registro que permita identificar cada especie. Para el caso de los pequeños mamíferos no voladores, el uso de trampas es uno de los métodos de registro más utilizados (e.g., Solari y col, 2002; Vera y Conde y Rocha, 2006; Richardson, 2010).

Existen diferentes tipos de trampeo, los cuales se pueden agrupar en: i) trampeo de remoción (donde el animal generalmente muere), ocupadas en estudios donde se necesita coleccionar especímenes para análisis morfológicos o para erradicar especies introducidas o plagas (Lane y col, 2009), y ii) trampeo de captura viva, el cual es utilizado con mayor frecuencia y elegido cuando se pretende evitar perturbaciones a nivel poblacional y/o causar un bajo nivel de estrés a los individuos (Woodman y col, 1996). Dentro de este grupo, la trampa tipo Sherman es una de las más comunes (Slade y col, 1993). Este tipo de trampa consiste en una caja de metal galvanizado que se gatilla mediante la acción de un piso falso que cierra directamente la puerta de la trampa. Se han propuesto distintas modificaciones que podrían mejorar la sobrevivencia de las especies capturadas. Por ejemplo, en Chile se han fabricado trampas tipo Sherman, construidas con cubierta de rejilla en vez de cubierta de metal galvanizado, lo cual permite una mayor ventilación y por ende una disminución del calentamiento de los animales atrapados cuando la trampa queda expuesta al sol (e.g., Jiménez, 1987), además de proveer visibilidad hacia el exterior y/o a través de ellas.

Existen otros tipos de trampas de captura viva, como la trampa Tomahawk, que se diferencia de la Sherman tradicional por su sistema de gatillo, el cual mantiene la unión del piso falso a la puerta mediante un sistema de gancho. Además, se diferencia por su cubierta de rejilla que permite observar al interior de ésta, y por tener en algunos casos, dos puertas (una en cada extremo).

Debido a las diferencias en tamaño, forma y mecanismos de captura que existe entre estos tipos de trampas, es posible que algún tipo pudiera favorecer la captura de ciertas especies de pequeños mamíferos en mayor frecuencia que otras.

Por ejemplo, Lambert y col (2005) demostraron que las trampas de rejilla completa, como las trampas tipo Tomahawk, son más efectivas para capturar especies de roedores en comparación a las trampas Sherman.

Numerosos estudios se han dedicado a comparar la efectividad entre diferentes tipos de trampas, sobre todo en regiones templadas del hemisferio norte (Nicolas y Colyn, 2006). Por ejemplo, estudios en Norte América han comparado la efectividad que tienen diferentes tamaños de trampas Sherman, hallando diferencias en la efectividad de captura. Slade y col (1993) descubrieron que la efectividad de captura de pequeños mamíferos es mayor en trampas Sherman grandes (30,5 x 7,6 x 8,9 cm) que en trampas Sherman estándar (22,9 x 7,6 x 8,9 cm), posiblemente debido a que los animales deben desplazarse una mayor distancia dentro de la trampa más grande para alcanzar el cebo, lo cual dificultaría la huída. De la misma forma es que se han comparado trampas Sherman con trampas Longworth (otro tipo de trampa), siendo cada una especie-específica para distintas especies de roedores, encontrándose que la trampa Sherman pequeña (17,0 x 5,4 x 6,5 cm) es más efectiva para la captura de animales de menor peso corporal (Anthony y col, 2005). Por otro lado, en regiones como la Amazonia y algunos lugares en África también existen estudios que han comparado la efectividad entre trampas (Woodman y col, 1996; Lambert y col, 2005; Nicolas y Colin, 2006; Santos-Filho y col, 2006; Umetsu y col, 2006; Gambalemoke y col, 2008). Estos estudios compararon distintos tipos de trampas con las llamadas trampas de caída o "pitfall". En las trampas de caída, los animales caen dentro de un orificio construido en el suelo y por ende no se necesita de un cebo para la captura. Es así que se ha descubierto que los pequeños mamíferos suelen ser más vulnerables a caer en trampas de caída que en trampas tipo Sherman, de golpe,

Tomahawk y Longworth, lo cual podría estar relacionado directamente al hecho de que la mayoría de las especies estudiadas, particularmente las musarañas, parecen ser escasamente atraídas hacia trampas con cebo. Varios trabajos evidencian diferencias de efectividad significativas entre trampas Sherman con otros tipos de trampas, tanto de captura viva como de remoción (e.g., Woodman y col, 1996; Lambert y col, 2005; Nicolas y Colin, 2006; Santos-Filho y col, 2006).

En Chile, tres estudios han comparado la efectividad entre distintos tipos de trampas, sin embargo, dichos estudios se focalizaron en una única especie. El primer trabajo, realizado en la IV región de nuestro país, estuvo dirigido a la especie *Chinchilla lanigera* (Jiménez, 1987), donde se evaluaron las diferencias en efectividad de captura entre trampas tipo Sherman, Tomahawk, Balancín con resorte (BAL), y dos trampas tipo Sherman modificadas en ambos lados con paredes de alambre galvanizado. Los resultados de dicho estudio muestran que existe una mayor eficiencia de las trampas tipo Sherman modificadas con una pared de rejilla de alambre galvanizado. Si bien dicho estudio se focalizó en *C. lanigera*, ninguno de los tipos de trampas usados fue capaz de capturar la totalidad de las especies de pequeños mamíferos presentes en el área de estudio co-existentes con la especie focal. Además, se encontró una respuesta especie-específica donde la trampa Tomahawk fue más efectiva en la captura de la especie *C. lanigera*, y otras especies fueron capturadas con diferentes grados de efectividad por los diferentes modelos de trampa. Por otro lado, otros estudios han demostrado que diferentes especies de pequeños mamíferos son capturados más frecuentemente con trampas Sherman modificadas con pared de rejilla que con trampas tipo Sherman de pared metálica (e.g., Celis, 2009).

Un segundo trabajo realizado recientemente, estuvo dirigido hacia la especie *Octodon degus* (Burger y col, 2009) donde se analizaron seis categorías demográficas (establecidas según sexo y edad) en cuatro tipos de trampas de captura viva diferentes (Sherman grande (30 x 10 x 9,5 cm), Sherman mediana (23 x 9 x 8 cm), Sherman de rejilla (30 x 11,5 x 9,5 cm) y Tomahawk (41 x 14 x 14 cm)). Los resultados indican que la trampa Tomahawk sería la más eficiente, capturando la mitad de los individuos en el transcurso del estudio. Estos resultados concuerdan con O' Farrell y col. (1994) y con Lambert y col. (2005), quienes aunque sus estudios se enfocan en especies nocturnas, sugieren que las trampas de rejilla son más efectivas para la captura de pequeños mamíferos que las trampas cerradas (Burger y col, 2009).

Otro trabajo reciente, realizado en el sur de nuestro país, se enfocó en la especie *Dromiciops gliroides*, donde se evaluó no sólo la efectividad de las trampas (Sherman tradicional y Tomahawk), sino también el estrato de captura (nivel del suelo y 1,5-2,5 metros sobre el nivel del suelo) y el tipo de cebo (plátano y copos de avena). Los resultados indican que hay una clara segregación espacial entre roedores y marsupiales, lo que sugiere una repartición en la búsqueda de recursos. Los primeros tienden a estar a nivel del suelo mientras que los últimos ocupan el nivel por sobre el suelo. Además, la especie *D. gliroides* tiende a caer más en trampas de rejilla tipo Tomahawk que en trampas de cubierta tipo Sherman. Finalmente, el uso de trampas Tomahawk puestas por sobre el nivel del suelo y cebadas con plátano, sería la mejor opción para la captura de esta especie de marsupial (Fontúrbel, 2010).

A partir de estos estudios se puede deducir que la elección de la metodología para el muestreo de pequeños mamíferos es fundamental y se convierte en un aspecto

crítico para evaluar la presencia y abundancia de mamíferos pequeños (Garden y col, 2007). Sin embargo, en la mayoría de los estudios de campo que trabajan con pequeños mamíferos no se le ha dado la debida importancia a los diferentes tipos de trampas utilizadas (véase Disney y col, 2008), lo cual puede haber generado sesgos en la descripción de las comunidades de pequeños mamíferos (Sealander, 1958). Numerosos estudios han demostrado que no hay un único método simple de trampeo que pueda ser exitoso y que estime sin sesgo la estructura y composición de las comunidades de pequeños mamíferos (Anthony y col, 2005), sugiriendo que una combinación de diferentes trampas y metodologías sería la forma más efectiva de maximizar la diversidad de especies capturadas (Solari y col, 2002). Por lo tanto, para considerar los potenciales sesgos asociados a la utilización de un tipo de trampa en relación a otros, y/o para establecer qué tipo de trampa favorece la captura de una especie focal, es importante investigar cuáles son las diferencias en efectividad de captura entre distintos tipos de trampas.

La evaluación de la efectividad de diferentes tipos de trampas puede ser de utilidad para aumentar la probabilidad de captura de especies de interés particular y/o para lograr caracterizaciones más representativas de faunas a nivel local. Así, es necesario aportar con nuevos estudios para advertir el potencial error asociado a la utilización de un único tipo de trampa (Weihong y col, 1999; Nicolas y Colin, 2006). Una caracterización representativa de comunidades de pequeños mamíferos podría ser mejor hecha si se utilizan diferentes tipos de trampas (Woodman y col, 1996 y Disney y col, 2008), o se utilizan trampas adecuadas para la fauna local particular. Debido a la escasez de estudios que evalúen la efectividad de los diferentes tipos de trampas en Chile, particularmente para la fauna de pequeños mamíferos de Chile

central, en esta memoria de título propongo evaluar la efectividad de captura de tres tipos de trampas (Sherman, Sherman modificada y Tomahawk), utilizadas frecuentemente en la captura de pequeños mamíferos en Chile central.

Objetivo General

Evaluar la efectividad de tres tipos diferentes de trampas de captura viva de una comunidad de pequeños mamíferos en una localidad de Chile central.

Objetivos Específicos

1. Evaluar y comparar la efectividad de cada tipo de trampa en la captura de micromamíferos.
2. Determinar si existen respuestas especie-específica para cada uno de los tipos de trampas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El estudio se realizó en el Centro Cantalao Precordillerano (CCP), el cual es un centro de educación ambiental ubicado en la comuna de Peñalolén, Región Metropolitana (33°27'55,09"S; 70°30'35,14"O y 980 m s.n.m.). El área total del CCP comprende 33 ha, más el área de la franja de tierra que se encuentra entre el centro y el Parque Mahufo.

La formación vegetacional presente en la zona se incluye dentro de la región del matorral y bosque esclerófilo, subregión del bosque esclerófilo (*sensu* Gajardo, 1994). Sin embargo, el alto grado de intervención que presenta la zona ha restringido estas formaciones a sólo unos pocos remanentes dentro del centro (Pantoja J., información personal). Es así que la fisionomía general de la vegetación es de tipo esclerófilo, con predominancia de especies arbustivas tales como *Retanilla trinervia* (Tevo), *Baccharis paniculata* (Culpío), *Colliguaja odorifera* (Colliguay), y especies arbóreas como *Lithrea caustica* (Litre) y *Quillaja saponaria* (Quillay) (Pantoja, J., información personal).

El sitio de estudio se caracteriza por presentar un bioclima mediterráneo pluviestacional-oceánico (véase Luebert y Pliscoff, 2006), con precipitaciones que ocurren predominantemente en la época invernal entre los meses de mayo y junio. La precipitación media anual es de 335 mm (Luebert y Pliscoff, 2006) y las temperaturas medias varían aproximadamente 13°C entre el mes frío (julio) y el más

cálido (enero), alcanzando temperaturas mínimas promedio de 7,9°C en invierno y temperaturas máximas promedio de 20,7°C en verano¹.

Desde la perspectiva de paisaje, en el CCP se diferencian seis unidades de ecosistemas (llamadas A, B, C, D, E, F; véase Figura 1.), abarcando un total de 33 ha. Estudios previos indican que la unidad E presenta mayor diversidad de pequeños mamíferos, encontrándose especies nativas como *Abrocoma bennetti*, *Oligoryzomys longicaudatus* y *Thylamys elegans* (Pantoja J., información personal), por lo cual se propone realizar el estudio en dicha unidad.

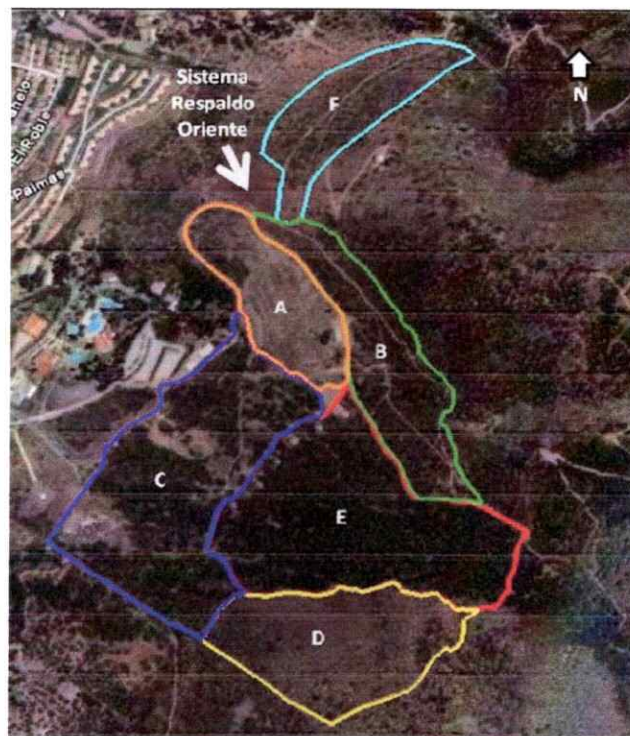


Figura 1. Imagen satelital del sitio de estudio CCP. Cada letra indica las unidades del paisaje definidas para el área de estudio.

¹ La temperatura máxima está referida a la temperatura media del mes más cálido del año y la temperatura mínima a la temperatura media del mes más frío del año para la Región Metropolitana. (Datos obtenidos de la página de internet de la Dirección General de Aeronáutica Civil: Dirección Meteorológica de Chile)

Muestreo

El muestreo se realizó desde el 6 al 15 de enero del 2010. Se construyeron tres transectos de 200 m cada uno. Cada transecto estuvo separado entre sí por una distancia media de 50 m aproximadamente, lo cual es igual o mayor a lo considerado por otros autores para minimizar la recaptura de animales entre transectos (Nicolas y Colyn, 2006; Santos-Filho y col, 2006 y Garden y col, 2007). Cada transecto tuvo 20 estaciones de captura separadas cada 10 m, donde en cada una de las estaciones se colocaron sobre el suelo tres tipos de trampas de captura viva para pequeños mamíferos (Sherman, Sherman modificada y Tomahawk). Además, las trampas estuvieron alternadas a lo largo de cada transecto para homogenizar el muestreo. Las trampas fueron cebadas y abiertas durante la tarde (18:00 h) y revisadas y cerradas a la mañana siguiente, inmediatamente después del amanecer (07:30 h). El cebo utilizado consistió en una mezcla de avena, plátano y atún en partes aproximadamente iguales (en volumen), ésta mezcla contiene alimentos que atraen a animales depredadores de semillas y herbívoros en general, así como depredadores de semillas, y animales carnívoros. Los animales capturados fueron identificados por especie y sexo, fueron pesados y marcados con un crotal metálico numerado. En total se dispusieron 60 trampas de cada tipo (i.e., 180 trampas en total) en un período de 10 días consecutivos y con un esfuerzo total de captura de 1800 trampas-noche.

Los tres tipos de trampas comparados difieren en tamaño, material de confección y mecanismo de activación. Estas diferencias se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de tamaño, material y mecanismo de activación para los tres tipos de trampas analizadas.

Trampa	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Material	Mecanismo de Activación
Sherman	8,0	24,0	9,2	Acero galvanizado	Trampolín unido directamente a la puerta de entrada de trampa.
Sherman Modificada	8,5	25,0	10,4	Rejilla metálica	Trampolín unido directamente a la puerta de entrada de la trampa.
Tomahawk	14,5	40,0	13,0	Rejilla metálica	Trampolín unido mediante alambre a la puerta de entrada

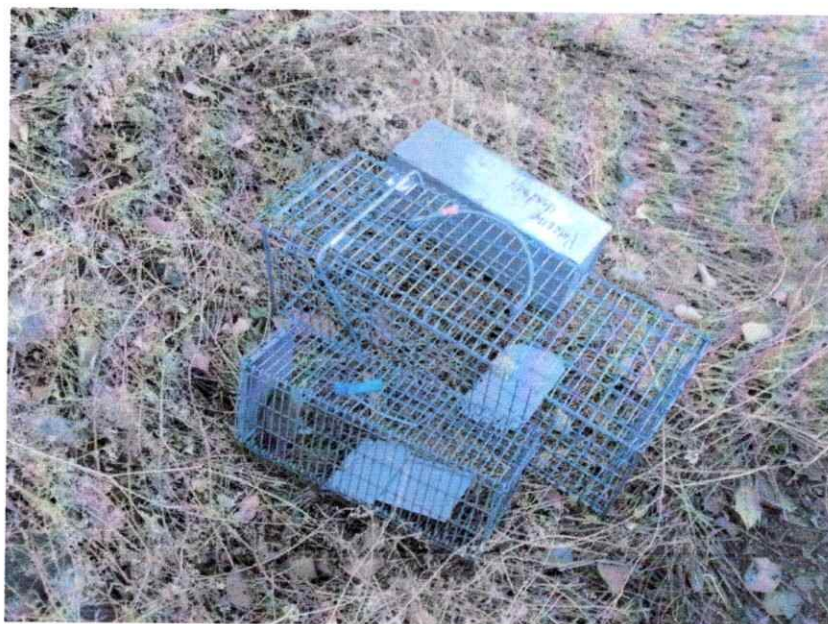


Figura 2. De arriba hacia abajo: trampa Sherman, Tomahawk y Sherman modificada, utilizadas en el estudio.

Análisis de datos

El éxito de captura total del estudio se calculó como (cantidad mínima de individuos capturados / trampas noche) x 100. Además, se calculó en cada transecto el índice de Shannon-Wiener para comparar la diversidad de especies que captura cada tipo de trampa mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Shannon-Wiener} = H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

H = Índice de Shannon-Wiener

P_i = Abundancia relativa de la especie i

\ln = Logaritmo natural

Se utilizó este índice ya que considera tanto el número de especies como su representación, sin sobrevalorar las especies más abundantes (Krebs, 1994). Se promediaron los índices por tipo de trampa y se calculó el error estándar en cada una de ellas. Posteriormente se hicieron análisis no paramétricos de Kruskal-Wallis para evaluar la existencia de diferencias significativas entre la diversidad de los tres tipos de trampas.

Los porcentajes de captura para cada tipo de trampa se calcularon mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de captura} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos capturados en la trampa}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos capturados en los tres tipos de trampas}} * 100$$

Los porcentajes de captura se calcularon para datos con y sin recaptura.

Se utilizaron pruebas de chi-cuadrado para comparar las diferencias de captura entre los distintos tipos de trampas. Se incluyeron los datos del total de los individuos, diferenciando análisis, con y sin recapturas. Para análisis múltiples se corroboró la significancia de los resultados mediante el proceso de Bernoulli:Moran (2003).

Así mismo, se ocuparon pruebas de chi-cuadrado para evaluar si alguna especie era predominantemente capturada en algún tipo de trampa. El análisis se realizó sólo para las especies de *Rattus norvergicus* y *T. elegans* dado que solamente estas dos especies presentaron frecuencias de captura que permitían el análisis. Los datos fueron analizados separadamente para cada especie y también se diferenció con y sin recapturas.

Para evaluar las diferencias en el peso de los individuos capturados se realizaron dos ANDEVAs de una vía, y de dos vías para comparar peso y sexo. En este caso, también se utilizaron los datos separados de *R. norvergicus* y *T. elegans*. Además, para *R. norvergicus* se realizó una prueba a *posteriori* de Tukey para evaluar posibles diferencias en el peso de los *R. norvergicus* capturados. Finalmente, se realizaron histogramas de distribución de pesos para los tres tipos de trampas con el fin de evaluar los rangos de pesos que captura cada trampa.

RESULTADOS

Se capturaron cinco especies de pequeños mamíferos las cuales, ordenadas de mayor a menor en cuanto a sus abundancias, fueron: *R. norvegicus* > *T. elegans* > *Rattus rattus* > *A. benetti* = *Abrothrix olivaceous*. Este orden no se altera al incluir las recapturas. El éxito de captura estimado fue de 4,1 % (Tabla 2).

Del total de los individuos capturados solamente el 29,73% fueron recapturados (véase Tabla 2). Las especies con mayor porcentaje de recaptura fueron *R. rattus*, *T. elegans* y *R. norvegicus*.

Tabla 2. Individuos de cada especie capturados en cada una de las trampas, señalando además su respectivo número de recapturas y porcentaje de recaptura. El porcentaje de recaptura se calculó en base al número total de individuos capturados por especie.

Especie	Sherman	Sherman modificada	Tomahawk	Total	Recapturas	% Recaptura
<i>Rattus norvegicus</i>	4	23	23	50	10	20,0
<i>Rattus rattus</i>	0	1	3	4	3	75,0
<i>Abrocoma benetti</i>	0	1	0	1	0	0
<i>Abrothrix olivaceous</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Thylamys elegans</i>	13	5	0	18	8	44,44
Total	18	30	26	74	21	29,73

En la Figura 3 se puede observar que el orden de efectividad de captura no varió al incorporar las recapturas, manteniéndose siempre la misma tendencia. Así, la trampa más eficiente en cuanto a abundancia de individuos fue la trampa Sherman modificada con un 42,86% de las capturas (véase Figura 3). Esta trampa también fue la más efectiva en cuanto a riqueza de individuos, capturando cuatro de las cinco especies encontradas en la totalidad del estudio (la otra especie no capturada, *A. olivaceous*, fue capturada sólo una vez en la trampa Sherman). La especie más

capturada en la trampa Sherman modificada fue *R. norvegicus* (véase Tabla 2). Las trampas Tomahawk y Sherman presentaron porcentajes de captura de 33,93 % y 23,21%, respectivamente (Figura 3). Para la trampa Tomahawk, *R. norvegicus* fue la especie más capturada mientras que para la trampa Sherman la especie más capturada fue *T. elegans* (véase Tabla 2). Además, el único individuo de *A. olivaceous* fue capturado en trampa Sherman, mientras que la trampa Tomahawk sólo capturó individuos del género *Rattus*.

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener para los tres tipos de trampas se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Medias (\pm EE) de índices de diversidad de Shannon-Wiener para los tres transectos para cada tipo de trampa.

Trampa	Índice de Shannon-Wiener
Sherman	0,42 \pm 0,21
Sherman Modificada	0,51 \pm 0,26
Tomahawk	0,18 \pm 0,17

No se encontraron diferencias significativas entre la diversidad de los tres tipos de trampas ($H(2,9) = 2,23$; $p = 0,33$).

Al comparar las capturas de individuos entre los tres tipos de trampas no se observaron diferencias significativas ($\chi^2 = 3,03$; $gl = 2$; $p = 0,1$). Sin embargo, esto cambia al considerar los datos solamente con número de individuos distintos, es decir, sin recapturas ($\chi^2 = 8,96$; $gl = 2$; $p = 0,02$). Al hacer el análisis de forma pareada se encontró que las trampas Sherman capturaron menos individuos que las trampas Tomahawk ($\chi^2 = 6,09$; $gl = 1$; $p = 0,01$). La probabilidad de encontrar sólo por azar una prueba estadísticamente significativa (con $p = 0,01$) de tres (calculado a través del proceso de Bernoulli: Moran 2003) es de $p = 0,029$.

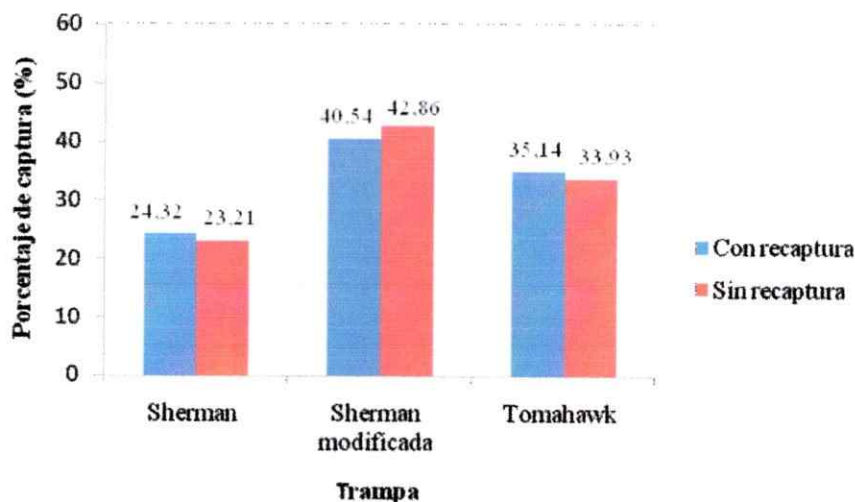


Figura 3. Porcentajes relativos de captura en cada una de las trampas. Las barras rojas representan los datos sin recaptura y las barras azules con recaptura.

Al comparar los datos de capturas, dentro de la especie *R. norvegicus*, el porcentaje de captura fue de 46,0% para las trampas Sherman modificada y Tomahawk, y 8,0 % para Sherman, presentándose diferencias significativas entre las tres trampas ($\chi^2 = 14,44$; gl = 2; $p < 0,001$). Al analizar los datos sin recapturas los resultados no difieren sustancialmente; el porcentaje de captura es de 46,34% para Sherman modificada, 43,9% para Tomahawk y 9,76% para Sherman. En este caso también se encuentran diferencias significativas de captura entre los tres tipos de trampas ($\chi^2 = 10,29$; gl = 2; $p = 0,01$).

Por su parte, *T. elegans* no fue capturada en trampas Tomahawk. Las trampas Sherman y Sherman modificada presentan diferencias significativas en captura de esta especie ($\chi^2 = 14,33$; gl = 2; $p < 0,001$), capturándose más individuos en las trampas Sherman. Al considerar los datos sin recapturas los resultados no varían ($\chi^2 = 8,9$; gl = 2; $p = 0,02$).

Tabla 4. Análisis de varianza para evaluar el efecto del tipo de trampa y del sexo sobre la masa corporal de los animales capturados en las especies *Rattus norvegicus* y *Thylamys elegans*.

Especie	Efecto	gl	Sum. Cuadrados	Media de Cuadrados	F	p
<i>Rattus norvegicus</i>	Trampa	2	62328	31164,1	5,29	0,01*
	Sexo	1	9805	9805,2	1,67	0,21
	Trampa x Sexo	1	13805	13805,2	2,34	0,14
	Error Residual	26	153109	5888,8		
<i>Thylamys elegans</i>	Trampa	1	104,501	104,501	0,656	0,441
	Sexo	1	505,787	505,787	3,177	0,113
	Trampa x Sexo	1	145,787	145,787	0,916	0,367
	Error Residual	8	1273,719	159,215		

Al hacer la comparación de las masas de los individuos capturados en las diferentes trampas, se observó que para *R. norvegicus* existen diferencias significativas ($F(2,29) = 5,29$; $p = 0,01$) (Tabla 4), siendo la trampa Tomahawk la que capturó animales de mayor masa en comparación a las otras trampas (Figura 4). No se encontraron diferencias significativas entre el sexo de los individuos y sus masas.

Tampoco se encontraron diferencias significativas para *T. elegans* ni para el tipo de trampa ni para el sexo de los animales.

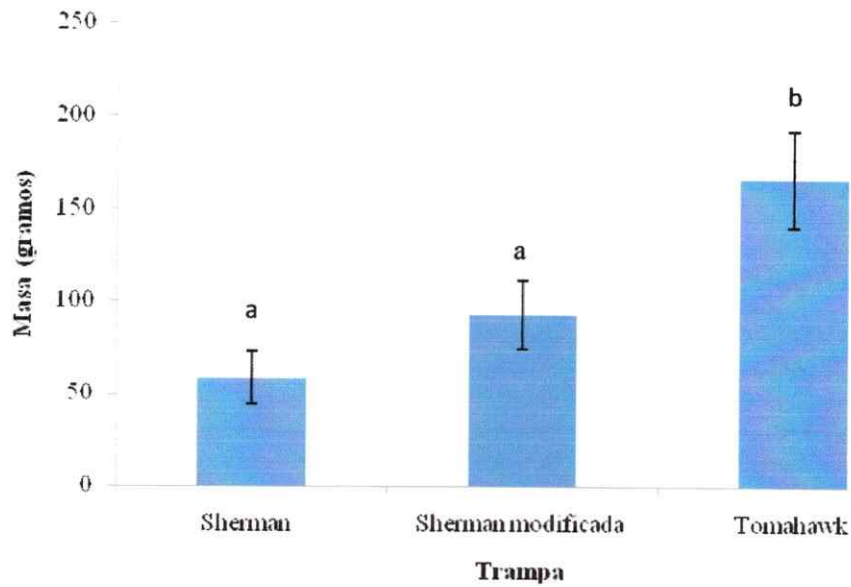


Figura 4. Masa corporal de *Rattus norvegicus* capturados en cada una de las trampas. Datos corresponden a la media \pm error estándar. Las letras a y b demarcan diferencias significativas (Prueba de Tukey).

La trampa Sherman capturó sólo animales menores a 90 g, no así la trampa Tomahawk la cual no capturó animales menores a 30 g, y muy pocos entre 30 y 60 g. La trampa Sherman por su parte no capturó animales mayores a 240 g (véase figura 5).

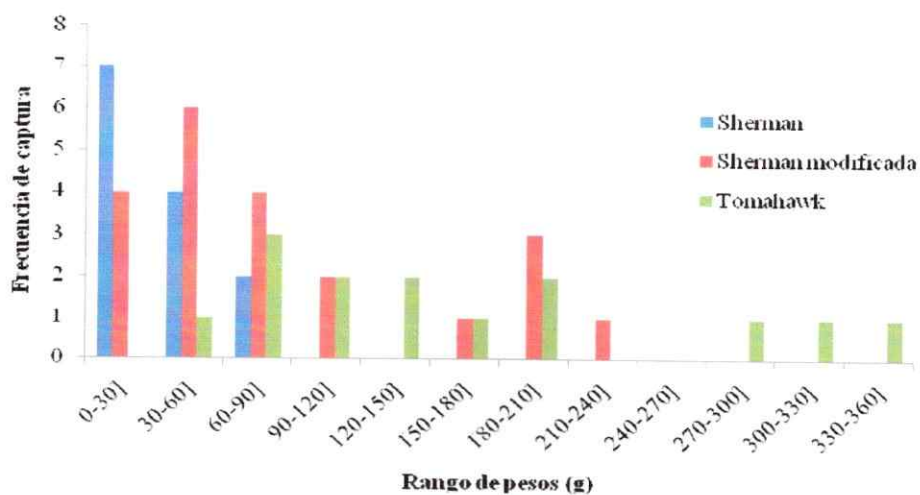


Figura 5. Histograma de pesos corporales de los animales capturados en los tres tipos de trampa Sherman, Sherman modificada y Tomahawk.

DISCUSIÓN

Estudios previos en roedores nocturnos han concluido que la efectividad de captura es mayor en trampas de rejilla (Tomahawk) que en trampas de cubierta (Sherman) (Lambert y col, 2006; O'Farrell y col, 1994), lo cual concuerda con los resultados del presente trabajo.

Aunque en este trabajo la trampa Sherman modificada capturó más especies, los resultados de los índices de diversidad entre ésta y las demás trampas no fueron diferentes, lo cual impide concluir que una trampa sea más eficiente que la otra. Según este estudio, la elección de una trampa por sobre otra no sería de importancia para realizar estudios de largo plazo donde se requiere la recaptura de los individuos.

La mayor efectividad de captura de *R. norvegicus* en la trampas de rejilla, podría explicarse debido a que el cebo puede ser reconocido más fácilmente por los animales al poder observarse el interior de la trampa (Iriarte, 1986). Sin embargo, esta explicación es menos probable, ya que este estudio está enfocado a especies nocturnas. Para este caso, el olor del cebo podría ser una mejor explicación a la mayor efectividad de captura en trampas de rejilla que en trampas de cubierta.

Así mismo, la especie *T. elegans* fue mayormente capturada en las trampas de cubierta (Sherman). Este resultado concuerda con lo propuesto por Jiménez (1987), quien explica que esta respuesta no se debe sólo al azar si no a que esta especie utiliza cavidades, además de presentar hábitos de actividad nocturna y una dieta insectívora. Sin embargo, Sealander y James (1958), y más recientemente Nicolas y Colyn (2006), explican que la sensibilidad del mecanismo de gatillo de las trampas y su interacción con el peso de los animales, puede influir en las tasas de capturas para

diferentes especies. Así mismo, Dalbey y Straney (1976), basándose en evaluaciones cualitativas, también concluyen que la diferencia en los resultados de captura estaría relacionada con la sensibilidad del gatillo o del resorte (Dalbey y Straney (1976); véase Whittaker y col, 1998). En Chile, Iriarte (1986), dentro de su estudio enfocado en la ecología trófica de una población de zorro Culpeo (*Dusicyon culpaeus*), observó que las trampas Tomahawk no son tan eficientes en la captura de pequeños mamíferos debido a que las trampas no son gatilladas con pesos inferiores a 50 g y, además, a que el calado de la malla facilita su huída. Esta explicación pareciera ser la más acertada ya que por un lado *T. elegans* no cayó dentro de las trampas Tomahawk (aún cuando las trampas utilizadas en este estudio tenían un calado que impedía el escape de pequeños animales) y a su vez, no se observaron diferencias dentro de los otros dos tipos de trampas Sherman (normal y modificada). Por lo tanto, la trampa Tomahawk parece ser mucho menos sensible, lo que impediría que atrape animales de pesos bajos (menores a 50 g), ya que estos animales no serían capaces de activar el gatillo de este tipo de trampas. Lo mismo se concluye para *R. norvegicus*. Al igual que en el caso de las capturas de *T. elegans*, esto podría estar indicando una respuesta hacia el gatillo.

A pesar que existen similitudes con el trabajo de Jiménez (1987), en el presente estudio se logró capturar un individuo de la especie *A. bennetti*, a diferencia de Jiménez (1986), quien aseguró que fue imposible la captura de este espécimen con los tipos de trampas empleados, aún cuando se encontró numerosa presencia de heces en el lugar de dicho estudio. La baja frecuencia de captura de esta especie puede deberse a la poca abundancia de estos individuos en el sector, al igual de cómo se ha

encontrado en diferentes tipos de hábitat en otras poblaciones de la zona centro-norte de Chile (Bryan y col, 2007).

El alto número de capturas de *R. norvegicus* con respecto a las demás especies, podría estar indicando algún grado de amenaza a la biodiversidad del sector debido a que se trata de una especie invasora altamente agresiva (e.g., Lobos y col, 2005 y Milstead y col, 2007). Sería interesante estudiar el efecto del grado de urbanización sobre la biodiversidad del sector y si hay alguna relación con la gran cantidad de ratas presentes (véase Simonetti, 1983).

En este seminario de título se ha evaluado el efecto que tiene el tipo de trampa en la captura de pequeños mamíferos en un sector pre-cordillerano de la zona central. Estudios previos sugieren que no solamente el tipo de trampa puede afectar la captura de pequeños mamíferos, sino también el tipo de cebo utilizado, el clima y la estacionalidad, pueden ser factores relevantes que afecten la captura de pequeños mamíferos (Anthony y col, 2005; Dizney y col, 2008; Lambert y col, 2005). Es por esta razón que sería importante proponer a futuro algún estudio que evalúe estos factores y que además compare tanto el volumen, o espacio interno de la trampa, como la sensibilidad en distintas trampas, y su relación con el tamaño de los individuos capturados.

En conclusión, las diferencias entre los tres tipos de trampas se traducen en diferencias en su capacidad de captura. Por lo tanto, la elección de una trampa va a depender del objetivo del estudio y las especies de interés.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Jamett, G., Simonetti J.A., Bustamante, R.O y Dunstone, N.2003. Metapopulation approach to assess survival of *Oncifelis guigna* in fragmented forests of central chile: a theoretical model. *Mastozoología Neotropical* 10(2): 217-229.
- Anthony, N.M., Ribic, C.A., Bautz, R y Garland, T. 2005. Comparative effectiveness of Longworth and Sherman live traps. *Wildlife Society Bulletin* 33(3): 1018-1026.
- Astúa, D., Moura, R.T., Grelle C.E.V y Fonseca, M.T. 2006. Influence of baits, trap type and position for small mammal capture in a Brazilian lowland. *Atlantic Forest. Boletín del Museo Biológico Mello Leitão* 19: 31-44
- Burger, J.R., Chesh, A.S., Castro, R.A., Ortiz Tolhuysen, L., Torre, I., Ebensperger, L.A y Hayes, L.D. 2009. The influence of trap type on evaluating population structure of the semifossorial and social rodent *Octodon degus*. *Acta Theriologica* 54 (4): 311-320.
- Celis, J. L. 2009. Ecología en ambientes fragmentados de Chiloé del marsupial *Dromiciops gliroides*. Tesis de doctorado. Universidad de Chile.
- Dizney, L., Jones, P.D y Ruedas, L.A. 2008. Efficacy of three types of live traps used for surveying small mammals in the Pacific Northwest. *Northwestern Naturalist* 89: 171-180.
- Fontúrbel, F. 2010. A methodological approach to assess the small mammal community diversity in the temperate rainforest of Patagonia. *Mammalian Biology* 75: 294-301.
- Gaines, M.S. 1980. Dispersal in small mammals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 163-96.
- Gajardo. R. 1994. La vegetación natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria- CONAF.
- Gambalemoke1, M., Mukinzi1, I., Amundala1, D., Katuala1,G., Kennis, J., Dudu1, A., Hutterer, R., Barrière, P., Leirs, H y Verheyen, E. 2008. Shrew trap efficiency: experience from primary forest, secondary forest, old fallow land and old palm plantation in the Congo River basin (Kisangani, Democratic Republic of Congo). *Mammalia* 72 (2008): 203-212.
- Garden, J.G., McAlpine, C.A., Possingham, H.P y Jones, D.N. 2007. Using multiple survey methods to detect terrestrial reptiles and mammals: what are the most successful and cost-efficient combinations?. *Wildlife Research* 34: 218-227.

- Glanz, W.E. 1977. Comparative ecology of small communities in California and Chile. Tesis doctoral, no publicada, Universidad de California, Berkeley, California.
- Iriarte, A. 1986. Depredación de micromamíferos por el zorro culpeo (*Dusicyon culapeus*) en Chile central: un acercamiento inferencial a como el carnívoro hace uso de sus recursos alimenticios. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.
- Jaksic, F.M., Yañez, J.L y Fuentes, E.R. 1981. Assessing a small mammal community in central Chile. *Journal of Mammalogy* 62 (2): 391- 396.
- Jiménez, J. E. 1987. Eficiencia relativa de seis modelos de trampa para captura viva de micromamíferos silvestres, con énfasis en *Chinchilla lanigera* (Molina, 1782). *Medio Ambiente* 8 (2): 104-112.
- Krebs, C.J. 1994. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*, Fourth Edition. Haper Collins College Publishers, New York.
- Kryštufek, B., Vohralík, V y Obuch, J. 2009. Endemism, vulnerability and conservation issues for small terrestrial mammals from the Balkans and Anatolia. *Folia Zoologica* 58(3): 291-302.
- Lambert, T.D., Malcolm, J.R y Zimmerman, B.L. 2005. Variation in small mammal species richness by trap height and trap type in southeastern Amazonia. *Journal of Mammalogy* 86 (5): 982- 990.
- Lane, V.R., Miller, K.V., Castleberry, S.B., Miller, D.A y Wigley, T.B. 2009. Methods to Reduce Avian Bycatch in Small Mammal Studies Using Snap Traps. *Journal of Wildlife Management* 74(3): 595-599.
- Lobos, G., Ferres, M y Palma, E. 2005. Presencia de los géneros invasores *Mus* y *Rattus* en áreas naturales de Chile: un riesgo ambiental y epidemiológico. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 113-124.
- Luebert, F y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile, Primera Edición. Editorial Universitaria, S.A, Santiago de Chile.
- Malcom, J.R y Ray, J.C. 2000. Influence of timber extraction routes on central african small-mammal communities, forest structure, and tree diversity. *Conservation Biology* 14(6): 1623-1638.
- Mann, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. *Gayana Zoología (Chile)* 40: 1-342.
- Meserve, P.L. 1981. Resource partitioning in chilean semi-arid small mammal community. *Journal of Animal Ecology* 50: 745-757

- Meserve, P.L y Glanz, W.E. 1978. Geographical ecology of small mammals in the northern chilean arid zone. *Journal of Biogeography* 5: 135-148
- Milstead, W.B., Meserve, P.L., Campanella, A., Previtali, M.A., Kelt, D.A y Gutiérrez, J.R. 2007. Spatial ecology of small mammals in North- Central Chile: Role of precipitation and refuges. *Journal of Mammalogy* 88 (6): 1532-1538.
- Moran D.M. 2003. Arguments for rejecting the sequential Bonferroni in ecological Studies. *Oikos* 100: 2.
- Nicolas, V y Colyn, M. 2006. Relative efficiency of three types of small mammal traps in an African rainforest. *Belgium Journal of Zoology*., 136 (1): 107-111.
- O'Farrell, M. J., Clark, W.A., Emmerson, E.H., Juarez, S.M., Kay, F.R., O'Farrell, T.M y Goodlett, T.Y. 1994. Use of a mesh live trap for small mammals: Are results from Sherman live traps deceptive?. *Journal of Mammalogy* 75(3): 692-699.
- Richardson, M.L. 2010. Effects of grasslands succession on communities of small mammals in Illinois, USA. *Biologia* 65 (2): 344-348.
- Santos-Filho, M., Silva D. J y Sanaiotti, T. M. 2006. Efficiency of four trap types in sampling small mammals in forest fragments, Mato Grosso, Brazil. *Mastozoología Neotropical*, 13(2):217-225.
- Sealander, J.A y James, D. 1958. Relative efficiency of different small mammals traps. *Journal of mammalogy* 39(2): 215-223.
- Simonetti, J.A. 1983. Effects of goats upon native rodents and european rabbits in the chilean matorral. *Revista Chilena de Historia Natural* 56: 27-30.
- Simonetti, J.A. 1983. Occurrence of the black rat (*Rattus rattus*) in central Chile. *Mammalia* 47: 131-132.
- Slade, N.A., Eifler, M.A., Gruenhag, N.M y Davelos, A.L. 1993. Differential effectiveness of standard and long Sherman livetraps in capturing small mammals. *Journal of Mammalogy* 74 (1): 156-161.
- Solari, S., Rodriguez, J.J., Vivar, E y Velazco, P.M. 2002. A framework for assessment and monitoring of small mammals in a lowland tropical forest. *Environmental Monitoring and Assessment* 76: 89-104.
- Umetsu, F., Naxara, L y Pardini, R. 2006. Evaluating the efficiency of pitfall traps for sampling small mammals in the Neotropics. *Journal of Mammalogy*, 87(4):757-765.

- Vera y Conde, C.F y Rocha, C.F.D. Habitat disturbance and small mammal richness and diversity in an atlantic rainforest area in southeastern brazil. *Brazilian Journal of Biology.*, 66(4): 983-990
- Weihong, J., Veitch, C.R y Craig, J.L. 1999. An evaluation of the efficiency of rodent trapping methods: the effect of trap arrangement, cover type, and bait. *New Zealand Journal of Ecology* 23(1): 45-51.
- Whittaker, J.C., Feldhamer, G.A y Charles, E.D. 1998. Captures of Mice, *Peromyscus*, in Two Sizes of Sherman Live Traps. *Canadian Field-Naturalist* 112 (3): 527-529.
- Woodman, N., Timm, R. M., Slade, N.A y Doonan, T.J. 1996. Comparison of traps and baits for censusing small mammals in Neotropical lowlands. *Journal of Mammalogy* 77 (1): 274-281.
- Zar, J. H. 1996. *Bioestatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.