



FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES
INGENIERÍA AMBIENTAL

**ESTUDIO DE LA VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA COMUNIDAD
DE MICROMAMÍFEROS PRESENTES EN EL FUNDO QUEBRADA VERDE -
FONASA, EN LA ZONA DE PLAYA ANCHA ALTO, VALPARAÍSO.**

Tesis para optar al Título de Ingeniero Ambiental

Alumno

Iván Gastón Navarro Carvajal

Profesor Guía

Dr. Sergio Zunino Tapia

Valparaíso

2006

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS.....	III
INDICE DE FIGURAS.....	V
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1. Manejo de sistemas naturales.....	8
3.1.1. Mantenimiento de la integridad biológica del sistema natural.....	8
3.1.2. No interferencia con los procesos naturales.....	9
3.1.3. Protección de la integridad del hábitat.....	10
3.2. Métodos para la estimación de la abundancia poblacional.....	11
3.2.1. Métodos que implican el marcado de animales.....	12
3.2.1.1. Modelos de población cerrada, estudios a corto plazo.....	13
3.2.1.2. Modelo de población abierta, estudios a largo plazo.....	17
3.3. Métodos para la evaluación del ámbito de hogar de micromamíferos.....	20
3.3.1. Métodos de diagrama.....	20
3.3.2. Método estadístico sobre el centro de actividad.....	22
3.3.3. Métodos estadísticos sobre probabilidad de ocurrencia.....	22
3.4. Métodos para medir la biodiversidad.....	24
3.4.1. Medición de la riqueza específica.....	25
3.4.2. Medición de la estructura de la comunidad.....	28
3.4.3. Medición del grado de cambio entre comunidades.....	30
3.5. Descripción del área de estudio.....	33
3.6. Legislación nacional asociada a las especies de micromamíferos.....	38
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	41
5. OBJETIVOS.....	43
6. METODOLOGÍA.....	44
6.1. Selección de índices y toma de muestras.....	46
7. RESULTADOS.....	50
7.1. Especies en categorías de conservación.....	51
7.2. <i>Abrothrix longipilis</i>	53
7.2.1. Antecedentes biológicos.....	53
7.2.2. Densidad.....	55
7.2.3. Ámbito de hogar.....	58

7.3. <i>Abrothrix olivaceus</i>	63
7.3.1. Antecedentes biológicos.....	63
7.3.2. Densidad.....	65
7.3.3. Ámbito de hogar.....	68
7.4. <i>Phyllotis darwini</i>	73
7.4.1. Antecedentes biológicos.....	73
7.4.2. Densidad.....	75
7.4.3. Ámbito de hogar.....	78
7.5. <i>Thilamys elegans</i>	85
7.5.1. Antecedentes biológicos.....	85
7.6. <i>Rattus rattus</i>	87
7.6.1. Antecedentes biológicos.....	87
7.7. Biodiversidad de la comunidad de micromamíferos presentes en el sector de Playa Ancha Alto.....	88
7.8. Eficiencia del esfuerzo de captura.....	90
7.8.1. Primera campaña de muestreo (oct-nov 2005).....	90
7.8.2. Segunda campaña de muestreo (enero 2006).....	92
8. DISCUSIONES.....	94
8.1. Ámbito de hogar.....	94
8.2. Densidad.....	96
8.3. Biodiversidad.....	98
8.4. Eficiencia del esfuerzo de captura.....	99
9. CONCLUSIONES.....	101
10. BIBLIOGRAFÍA.....	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Número de individuos por especies de micromamíferos presentes en Playa Ancha alto.....	50
Tabla 2:	Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Primera campaña. Akodon longipilis	55
Tabla 3:	Resumen de recapturas sucesivas por noche para la población de Akodon longipilis . Primera campaña.....	55
Tabla 4:	Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Segunda campaña. Akodon longipilis	56
Tabla 5:	Resumen de recapturas sucesivas por noche para la población de Akodon longipilis . Segunda campaña.....	56
Tabla 6:	Valores poblacionales de densidad para Akodon longipilis	56
Tabla 7:	Captura y recaptura total de individuos de Akodon longipilis a través del tiempo de estudio.....	58
Tabla 8:	Valores por individuo para el ámbito de hogar de Akodon longipilis	58
Tabla 9:	Desplazamiento promedio de hembras y machos de Akodon longipilis a lo largo del intervalo de muestreo.....	59
Tabla 10:	Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Primera campaña. Akodon olivaceus	65
Tabla 11:	Resumen de recapturas sucesivas por noche para la población de Akodon olivaceus . Primera campaña.....	65
Tabla 12:	Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Segunda campaña. Akodon olivaceus	66
Tabla 13:	Resumen de recapturas sucesivas por noche para la población de Akodon olivaceus . Segunda campaña.....	66
Tabla 14:	Valores poblacionales de densidad para Akodon olivaceus	66
Tabla 15:	Captura y recaptura total de individuos de Akodon olivaceus a través del tiempo de estudio.....	68
Tabla 16:	Valores por individuo para el ámbito de hogar de Akodon olivaceus	68
Tabla 17:	Desplazamiento promedio de hembras y machos de Akodon olivaceus a lo largo del intervalo de muestreo.....	69
Tabla 18:	Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Primera campaña. Phyllotis darwini	75

Tabla 19:	Resumen de recapturas sucesivas por noche para la población de <i>Phyllotis darwini</i> . Primera campaña.....	75
Tabla 20:	Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Segunda campaña. <i>Phyllotis darwini</i>	76
Tabla 21:	Resumen de recapturas sucesivas por noche para la población de <i>Phyllotis darwini</i> . Segunda campaña.....	76
Tabla 22:	Valores poblacionales de densidad para <i>Phyllotis darwini</i>	76
Tabla 23:	Captura y recaptura total de individuos de <i>Phyllotis darwini</i> a través del tiempo de estudio.....	78
Tabla 24:	Valores por individuo para el ámbito de hogar de <i>Phyllotis darwini</i>	78
Tabla 25:	Desplazamiento promedio de hembras y machos de <i>Phyllotis darwini</i> a lo largo del intervalo de muestreo.....	79
Tabla 26:	Tabla resumen parámetros ecológicos poblacionales de los micromamíferos presentes en Playa Ancha alto.....	83
Tabla 27:	Composición de la comunidad de micromamíferos en el área de estudio.....	88
Tabla 28:	Valores de la comunidad de micromamíferos en el sector de estudio.....	89
Tabla 29:	Riqueza, por campaña de muestreo, de la comunidad de micromamíferos en el sector alto de Playa Ancha.....	89
Tabla 30:	Número de especies de micromamíferos registrados en las dos campañas de muestreos.....	89
Tabla 31:	Número de capturas (separadas por noche) de micromamíferos presente en la primera campaña de muestreo.....	91
Tabla 32:	Número de capturas (separadas por noche) de micromamíferos presentes en la segunda campaña de muestreo.....	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Carta de ocupación de tierras (C.O.T.), vegetación.....	36
Figura 2:	Fundo Quebrada Verde – FONASA.....	37
Figura 3:	Área de estudio.....	44
Figura 4 :	Disposición de la grilla de trampas.....	46
Figura 5 :	Distribución de <i>Abrothrix longipilis</i>	54
Figura 6:	Evolución de los valores de densidad para la población de <i>Abrothrix longipilis</i>	57
Figura 7:	Variación del desplazamiento que experimentan hembras y machos de <i>Abrothrix longipilis</i>	59
Figura 8:	Ámbito de hogar de individuos de <i>Abrothrix longipilis</i> en Playa Ancha alto.....	60
Figura 9:	Uso del espacio por campaña de muestreo para <i>Abrothrix longipilis</i>	
Figura 10:	Distribución de <i>Abrothrix olivaceus</i>	62
Figura 11:	Evolución de los valores de densidad para la población de <i>Abrothrix olivaceus</i>	67
Figura 12:	Variación del desplazamiento que experimentan hembras y machos de <i>Abrothrix olivaceus</i>	69
Figura 13:	Ámbito de hogar de individuos de <i>Abrothrix olivaceus</i> en Playa Ancha alto.....	70
Figura 14:	Uso del espacio por campaña de muestreo para <i>Abrothrix olivaceus</i>	72
Figura 15:	Distribución de <i>Phyllotis darwini</i>	74
Figura 16:	Evolución de los valores de densidad para la población de <i>Phyllotis darwini</i>	77
Figura 17:	Variación del desplazamiento que experimentan hembras y machos de <i>Phyllotis darwini</i>	79
Figura 18:	Ámbito de hogar de individuos de <i>Phyllotis darwini</i> en Playa Ancha alto.....	80
Figura 19:	Uso del espacio por campaña de muestreo para <i>Phyllotis darwini</i>	82

Figura 20:	Evolución de los valores de densidad para los Micromamíferos presentes en Playa Ancha Alto.....	84
Figura 21:	Distribución de <i>Thylamys elegans</i>	86
Figura 22:	Porcentaje de micromamíferos capturados en la primera campaña.....	90
Figura 23:	Éxito de captura de micromamíferos por cada noche de muestreo (barras azules), y éxito de captura acumulado durante el total de noches (barras celestes), primera campaña de muestreo.....	91
Figura 24:	Porcentaje de micromamíferos encontrados en la segunda campaña.....	92
Figura 25:	Éxito de captura de micromamíferos por cada noche de muestreo (barras azules), y éxito de captura acumulado durante el total de noches (barras celestes), segunda campaña de muestreo.....	93
Figura 26:	Número de capturas por punto en la grilla.....	97

ABSTRACT

For the property located in Quebrada Verde ranch – FONASA, which was given to rent to University of Playa Ancha for this institution, some modifications are designed based on the environmental recovery of some large degraded and impacted areas due to anthropic activities. These activities were gone through with the fixation of some zones oriented to protect some areas that allow weak usages for supporting the investigative anthropic activities. On the other hand, some usages of hard zones such as the edification of the infrastructure oriented to the education and investigation of the field. All this is going to be done protecting natural values presented in the area. So, it is necessary to determine the different kind of micromamals that inhabit in this property. The proposal of this thesis is to include through density and biodiversity results, the study of temporary variation and the vital space of the micromamals community present in the scrubland zone included in the property which was given to rent for contributing the preservations of this natural area.

For going through with this research was necessary to apply two samples plains: October-November 2005 (spring) and January 2006 (summer). A large of ecological measurement was applied on different sort of identified species. After that, It was determined that there are five sort of micromamals species in the area: ***Abrothrix longipilis***, ***Abrothrix Olivaceus***, ***Phyllotis darwini***, ***Thylamys elegans*** y ***Rattus rattus***.

1. RESUMEN

Para el predio incluido al interior del Fundo Quebrada Verde – FONASA, entregado en arriendo a la Universidad de Playa Ancha por parte de dicha institución, se proyectan modificaciones enfocadas a la recuperación ambiental de extensas áreas degradadas e impactadas por actividades antrópicas, mediante la fijación de zonas orientadas a la protección, zonas que permitan usos blandos para el soporte de actividades antrópicas de carácter investigativos, y zonas que permitan usos duros como es la edificación de la infraestructura orientada a la docencia e investigación de campo, todo lo cual se desarrollará en el marco de la protección de los valores naturales presentes en el sector. Es por esto, que es necesario determinar las especies de micromamíferos que habitan en este predio. Debido a lo anterior, el propósito de esta tesis es incorporar, mediante sus resultados de densidad, ámbito de hogar y biodiversidad, el estudio de la variación temporal y el espacio vital de la comunidad de micromamíferos presentes en la zona de matorral esclerófilo incluida en el territorio entregado en arriendo a la Universidad de Playa Ancha para contribuir a la conservación del patrimonio natural de dicho sector.

Para llevar a cabo este estudio fue necesario realizar dos campañas de muestreo: octubre – noviembre de 2005 (primavera) y enero de 2006 (verano), en las cuales se efectuó una serie de mediciones ecológicas a las diversas especies identificadas. Posteriormente, con los datos obtenidos en terreno se determinó que en el sector de estudio existen cinco especies de micromamíferos ***Abrothrix longipilis***, ***Abrothrix olivaceus***, ***Phyllotis darwini***, ***Thylamys elegans*** y ***Rattus rattus***.

3. MARCO TEORICO

La conservación, con sus connotaciones sociales, económicas y culturales, es el nexo más directo entre los estudios faunísticos y los estudios del medio ambiente. Estamos frente a un recurso, la fauna, que se distingue por su facilidad para adaptarse rápidamente, dentro de ciertos límites, a circunstancias medioambientales cambiantes. Precisamente esa adaptabilidad y movilidad de la vida animal es un factor importante para la conservación.

En el momento actual el enfoque práctico del estudio de la fauna fluctúa entre dos tendencias, diferenciadas más por la forma de llevarlas a cabo que por sus objetivos, comunes en muchos casos: la primera está dirigida hacia una enumeración de los valores faunísticos, en cuanto a su importancia en el entorno general; la segunda hacia una integración de la fauna con los demás elementos del medio, con el fin de conseguir, datos manejables y de fácil comprensión, que pueden estructurarse de tal forma que el producto definitivo resuelva los conflictos entre características ambientales y actuaciones humanas con la suficiente flexibilidad para adaptarse a los cambios de status.

En los estudios del medio ambiente, el interés se dirige hacia la fauna silvestre, que comprende todo ejemplar de cualquier especie animal, que viva en estado natural, libre o independiente del hombre, en un medio terrestre o acuático, sin importar cual sea su fase de desarrollo, exceptuando a los animales domésticos y los domesticados, mientras conserven, estos últimos la costumbre de volver al amparo o dependencia del hombre [28].

Nuestro estudio va dirigido solamente hacia las especies que viven en el medio terrestre, específicamente a las especies de micromamíferos, que son aquellos vertebrados cuyo peso es inferior a los 400 gr., y su selección se debe a la alta importancia que poseen al interior de las cadenas tróficas de cualquier ecosistema.

En este estudio, la fauna de micromamíferos se contempla desde un enfoque ambiental, que traduce los conocimientos ecológicos, históricos y experimentales de la fauna micromamífera, en términos aplicables a una eventual planificación física.

Ahora, los elementos de un sistema natural deciden a menudo en forma bastante precisa cuál clase de especie animal estará presente, por lo cual, podemos invertir la situación y juzgar la clase de medio ambiente a partir de la fauna silvestre presente [35]. Con frecuencia es útil servirse de un expediente biológico de esta clase, conocido como especies indicadoras, sobre todo si perseguimos algún objetivo concreto y el elemento o los elementos ambientales correspondientes son difíciles de medir directamente.

Luego, es evidente que el manejo de un sistema natural o sus recursos requiere el conocimiento previo de estos. Parece necesario por tanto, que una parte del esfuerzo de gestión se destine a promover la investigación de las especies animales al interior de un espacio protegido, en el convencimiento de que cuanto mayor sea tal conocimiento, mayor será el éxito de la gestión.

Este capítulo presenta una revisión de los antecedentes y conceptos necesarios de las técnicas utilizadas en una investigación que aborda el estudio de la estructura de la comunidad de micromamíferos y el espacio vital de las especies que incluye el área protegida por la Universidad de Playa Ancha al interior del fundo FONASA – Quebrada verde. En el punto 3.1 y 3.2 se incluyen los antecedentes sobre el manejo de sistemas naturales y a los diferentes métodos para estimar la abundancia poblacional de las especies de micromamíferos. En el punto 3.3 son descritos los métodos para la evaluación del ámbito de hogar; en el apartado 3.4 aquellas técnicas para calcular la biodiversidad de la comunidad, seguido de lo cual, en el apartado 3.5 se realiza una descripción física del área de estudio. Finalmente, en el punto 3.6 se analiza la legislación chilena vigente asociada a las especies de micromamíferos.

3.1. Manejo de sistemas naturales

Desde un punto de vista biológico, el espacio protegido se puede definir como un conjunto de ecosistemas cuya vida está directamente ligada a la supervivencia de sus partes y el mantenimiento de sus relaciones recíprocas [4]. El conocimiento de cada uno de estos ecosistemas con determinación de su estructura, sus componentes y los procesos que en su interior tienen lugar, es fundamental para asegurar su protección.

Lo que ocurre es que la cantidad de factores que intervienen es tan grande, y las relaciones entre sus distintos elementos es tan compleja, que nunca se puede llegar a tener la suficiente información. En consecuencia, al no conocer perfectamente el funcionamiento y la composición de estos ecosistemas, lo mejor es proteger todos sus elementos (especies), pues se desconocen las consecuencias que tendría la pérdida de uno de ellos. Es éste principio fundamental que debe inspirar el manejo de espacios naturales protegidos. A partir de él podemos analizar otras actuaciones básicas para el manejo de sistemas naturales.

3.1.1 Mantenimiento de la integridad biológica del sistema natural

Las medidas orientadas a mantener la diversidad se dirigen fundamentalmente a las especies más escasas y cuya supervivencia está amenazada o en peligro. En general, afectan siempre a especies endémicas del espacio protegido o su entorno. Existen muchas razones que justifican el mantenimiento de la diversidad, posiblemente baste con mencionar aquí solamente una: la biosfera, entendida en su sentido amplio, funciona gracias a la especialización de las especies, y esta especialización se consigue mediante la evolución. Permitir que una especie se extinga es sencillamente dar un paso atrás en la evolución. Es necesario, por tanto, evitar la desaparición de cualquier especie, siendo hoy aceptado por todos que esta desaparición debe evitarse incluso cuando sea debido a causas naturales. Cabe mencionar dos técnicas de manejo dirigidas a este fin:

-
1. Reintroducción de especies desaparecidas: Es éste un tema controvertido, pues no sólo factores de tipo biológicos son los que condicionan la reintroducción. Desde luego, en este aspecto, se debe cumplir unos mínimos: Parecería razonable exigir que el nicho ecológico permanezca todavía vacío, y que la desaparición se haya producido en tiempo histórico [4]. Hay que tener en cuenta, además, las exigencias sociales que frecuentemente condicionarán de forma definitiva esta actuación.
 2. Planes de recuperación de especies: Esta técnica prevé la consecución de una población estable a partir de los escasos ejemplares existentes, previamente capturados y mantenidos en semi-cautividad. Las técnicas aplicadas consistirán en favorecer artificialmente la fecundación entre individuos de la especie, con el consiguiente aumento en su número [4].

3.1.2. No interferencia con los procesos naturales

Existe una serie de fenómenos, que tradicionalmente se han controlados o suprimidos por considerar que irremediablemente provocaban daño al medio ambiente. Nos referimos a enfermedades de animales, aludes, riadas, etc. Hoy sabemos, sin embargo, que estas actuaciones inmediatas no suponen la solución a largo plazo, muy al contrario, la solución definitiva incluye el aceptar los cambios que estos procesos producen.

Ahora bien, este principio de no intervención tiene sus excepciones. En general, se considera que sí se debe actuar, cuando:

1. Los fenómenos, aparentemente naturales, han sido provocados o al menos ayudados por el hombre.
2. El cambio provocado suponga la pérdida de alguna especie animal o vegetal.
3. En presencia de incendios forestales, aunque su origen haya sido natural.
4. En caso de fenómenos físico-naturales esporádicos (riadas, aludes, etc.), cuando afecten la seguridad de las personas.

Existe además, un caso particularmente importante en el que el principio de no intervención tampoco debe aplicarse:

5. Control de poblaciones: El control artificial de especies autóctonas debe utilizarse siempre como último recurso, y es por tanto de aplicación muy limitada, debiéndose cumplir al menos uno de los siguientes supuestos: (a) que la especie desequilibrada con su medio, suponga una amenaza para la diversidad de biotipos presentes, no siendo posible restaurar el equilibrio manejando el hábitat; (b) que la especie presente una clara amenaza para las vidas humanas, o bien para otras especies en peligro de extinción; (c) que su crecimiento desmesurado afecte muy negativamente a un uso tradicional del área, influyendo con ello en los modos de vida de las poblaciones circundantes.

3.1.3. Protección de la integridad del hábitat

El hábitat de un organismo es el lugar en donde vive, o el lugar adonde tendríamos que ir para encontrarlo; puede referirse, asimismo, al lugar ocupado por una comunidad entera [35].

Así, pues, el hábitat de un organismo o de un grupo de organismos (población) comprende tanto otros organismos como el medio abiótico. La descripción del hábitat de la comunidad sólo incluye este último [35].

Los elementos que conforman el soporte físico del espacio natural, es decir el hábitat de la comunidad, deben gozar de total protección, de tal forma que se mantengan intactos a través del tiempo. Ello es importante si se tiene en cuenta que las alteraciones del biotopo son en general difíciles de corregir y requieren además, para ello, de un plazo realmente grande. No ocurre lo mismo en la biocenosis, que permite un cierto grado de intervención para recuperar en pocos años las alteraciones producidas.

3.2. Métodos para la estimación de la abundancia poblacional

Desde el punto ecológico los seres vivos se organizan en poblaciones, las cuales en conjunto a otras poblaciones constituyen a su vez comunidades; del mismo modo las comunidades al estudiarlas asociadas a sus condiciones físico-químicas forman ecosistemas; estos se agrupan en biomas, y la totalidad de éstos integra la llamada biosfera [42].

La organización de la materia en poblaciones no es el resultado de una disposición casual, sino que las unidades mencionadas se han reconocido como unidades naturales justamente por representar nuevos niveles de organización caracterizada por propiedades emergentes [42].

Se entiende por niveles emergentes aquellas categorías que no se expresan por la simple adición de las propiedades o características de los elementos que las constituyen [42].

Como nivel emergente, es decir, como una unidad natural de organización de la materia biológica a nivel ecológico, la población representa algo más que la superposición de individuos.

La **población** “constituye un nivel de organización biológica que representa a un conjunto de individuos pertenecientes a la misma especie, que ocupan un área dada, entre los cuales es de importancia el intercambio de información genética, y que comparten atributos tales como tasa de natalidad, tasa de mortalidad, proporción de sexos, distribución por edades; atributos típicos de un nivel de organización” [12].

La razón del número de individuos del conjunto al área de la superficie o al volumen que ocupa dicho conjunto determina el tamaño o densidad de la población.

De acuerdo a lo anterior, la **densidad** es el “número de individuos por unidad de área o volumen” [24]. Esta razón se denomina densidad absoluta de una población. Además se puede utilizar como unidad poblacional, no el número de individuos, sino la biomasa.

Cabe distinguir la diferencia entre este índice de abundancia, como densidad absoluta bruta, y otro índice de abundancia que se denomina densidad absoluta específica, al igual que la anterior, expresa el número de individuos de la población o la biomasa total de la población, pero se mide por unidad de espacio de hábitat disponible, es decir, por la unidad de espacio o volumen que realmente pueden utilizar los individuos de la población.

La densidad relativa, expresa si una población es más o menos abundante que otra, ya sea en un cierto momento o en un cierto espacio.

Esta división entre densidad absoluta y densidad relativa condiciona las técnicas empleadas y desarrolladas para la medición de la densidad. A continuación, se presenta una breve descripción de los métodos, actualmente operativos, utilizados para determinar la abundancia poblacional en términos de densidad absoluta.

El método principal para calcular la densidad absoluta de una población de micromamíferos implica el marcado de animales, el cual involucra el recuento de una pequeña porción de la población (muestra), de manera de realizar una estimación estadística del recuento censal completo a partir de la muestra.

3.2.1. Métodos que implican el marcado de animales

Los métodos basados en el marcado y recaptura de animales son probablemente los más importantes en la ecología animal, ya que permiten no sólo estimar la densidad sino también el índice de natalidad y el índice de mortalidad en la población que se estudia.

Existen diversos modelos que se pueden emplear con el método de captura-recaptura, pero básicamente todos dependen del siguiente principio: “Si se capturan animales, se marcan y liberan en dos o más ocasiones, en un momento dado la población consistirá en algunos animales marcados y otros no marcados” [24].

Este método entrega dos tipos de información para el análisis de la población:

- 1) Información sobre los animales marcados recuperados, y
- 2) Información sobre la comparación entre el número de animales marcados y sin marcar capturados en cada muestra.

La primera información puede ser usada para estimar índices de sobrevivencia, mientras que ambas informaciones combinadas, pueden ser usadas para estimar la abundancia de la población [41].

Cabe distinguir aquí la diferencia entre una población cerrada y una población abierta, distinción que permite clasificar los diversos modelos basados en el método de captura y recaptura.

Una población abierta es aquella que permite un aumento permanente, producto del nacimiento y/o inmigración de individuos, como también una disminución permanente, generado por la muerte y/o emigración de individuos desde la población [41].

Una población cerrada no admite aumento como tampoco disminución de individuos [41].

3.2.1.1. Modelos de población cerrada, estudios a corto plazo

A) **El modelo de Petersen-Lincoln:** Es un modelo para recaptura única en el cual una muestra de n_1 animales es capturada, marcada y liberada al

seno de la población original. Después de un tiempo suficiente para que se mezclen los individuos marcados con los no marcados de una manera homogénea, se obtiene una segunda muestra n_2 de animales, de los cuales m_2 han sido marcados.

Se postula que la relación entre el número de individuos extraídos en la segunda muestra y el de marcados capturados en la misma es igual a la relación entre la población total N y la muestra marcada inicialmente [41].

$$\frac{m_2}{n_2} \cong \frac{n_1}{N} \quad (1)$$

De dicha proporción se deduce un estimador $\hat{N}$ del tamaño de la población

$$\hat{N} \equiv \frac{n_1 n_2}{m_2} \quad (2)$$

Una versión modificada de éste modelo fue originalmente propuesto por Chapman (1951) para captura y recaptura múltiples, como:

$$\hat{N}_c \equiv \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)}{(m_2 + 2)} - 1 \quad (3)$$

Estos estimadores están basados sobre un modelo en el cual se hacen los siguientes supuestos [45]:

- 1) Igual probabilidad de captura, es decir, todos los animales tienen la misma probabilidad de ser capturados en cada muestreo.
 - 2) La población es cerrada, es decir no hay adición ni disminución de individuos.
-

-
- 3) Las marcas no influyen en la captura del animal y ni hay pérdidas de ellas.

El primer supuesto es difícil de obtener en poblaciones animales silvestres debido a dos fenómenos generales:

- 1) Heterogeneidad: La probabilidad de captura en cualquier muestreo es una propiedad del animal y puede variar sobre la población, es decir, los animales pueden variar su probabilidad de captura de acuerdo a la edad, sexo, estatus social y muchos otros factores [41].
- 2) Respuesta a la trampa: La probabilidad de captura en cualquier muestra depende de la historia anterior de captura del animal, es decir, los animales pueden desarrollar una dependencia o rechazo a las trampas, dependiendo del tipo de método de trampeo utilizado [41].

Pero, el primer o el segundo fenómeno pueden no ser funcionales en una población animal particular.

La presencia, ausencia o combinación de ambos fenómenos condiciona la serie de formas existentes para determinar el tamaño de una población animal, estableciendo los siguientes modelos:

- | | |
|----------------|--|
| A1) M_0 : | Sin respuesta a la trampa, sin heterogeneidad. |
| A2) M_b : | Respuesta a la trampa, sin heterogeneidad. |
| A3) M_h : | Sin respuesta a la trampa, heterogeneidad. |
| A4) M_{bh} : | Respuesta a la trampa, heterogeneidad. |

A1) **Modelo M_0** : Este modelo no admite heterogeneidad o respuesta a la trampa en la probabilidad de captura individual de un animal y asume los siguientes supuestos [40]:

-
- 1) Cada animal en la población tiene la misma probabilidad de captura en cada tiempo de muestreo; P_i ; $i = 1, \dots, k$.
 - 2) La probabilidad de captura no cambia con las veces del muestreo; P_i ; $i = 1, \dots, k$.

Dentro de este tipo de modelo encontramos el estimador N° de Schnabel, el cual utiliza k-muestras de captura-recaptura con más de dos muestras.

A2) **Modelo M_b** : Este modelo admite una probabilidad de captura dependiente de la respuesta a la trampa, pero no heterogeneidad; asume los siguientes supuestos [40]:

- 1) Cada animal sin marca en la población tiene la misma probabilidad de captura (P) para todas las muestras.
- 2) Cada animal marcado en la población tiene la misma probabilidad de recaptura (C) para todas las muestras posteriores una vez capturado.

Este modelo es equivalente a la “remoción de individuos” [52], en el cual un animal es considerado como trasladado sólo por la marca y no por ser físicamente removido; este estimador del tamaño poblacional requiere por lo menos tres noches/días de muestreo.

A3) **Modelo M_h** : Este modelo admite heterogeneidad, pero no respuesta a la trampa y asume que cada animal tiene una única probabilidad de captura (P_j ; $j = 1, \dots, n$) la cual permanece constante sobre todas las veces de muestreo.

La P_j asume que es una muestra al azar de tamaño n desde alguna distribución de probabilidad $F(P)$ [40].

Este modelo primero fue considerado por Burnham (1978) y después por Burnham y Overton (1979).

Bajo este modelo el vector de frecuencia de captura ($f_1, f_2, \dots, f_k$) compuesto del número de animales capturados 1, 2, ..., k veces, contiene toda la información para estimar N.

A4) **Modelo M_{bh}** : Este modelo admite heterogeneidad y respuesta a la trampa y asume que cada animal tiene un único par de probabilidad potencial de captura (P_j, C_j ; $j = 1, \dots, n$) con P_j y C_j refiriéndose a si el animal está sin marca o marcado.

Este modelo fue desarrollado más en profundidad por Otis et. al. (1978).

3.2.1.2. Modelo de población abierta, estudios a largo plazo

B) El modelo de Jolly-Seber: El más importante modelo de población abierta es el Jolly-Seber, desarrollado independientemente por Jolly (1965) y Seber (1965), el cual realiza los siguientes supuestos:

- 1) Cada animal en la población (marcado o sin marca) tiene la misma probabilidad (P_i) de ser capturado en el i-esimo muestreo ($i = 1, \dots, k$), dado que estén vivos cuando la muestra es tomada.
- 2) Cada animal tiene la misma probabilidad (ϕ) de sobrevivir desde la i-esima a la ($i + 1$)-esima muestra, dado que estén vivos e inmediatamente liberados después de i-esima, ($i = 1, \dots, K-1$).
- 3) Los animales marcados no pierden sus marcas y todas son registradas.
- 4) El tiempo invertido entre muestras es corto.

➤ Estimación de parámetros.

En este modelo, M_i es el número de animales marcados en la población justo antes de la muestra i -ésima, luego los valores de $i = 2, \dots, k$, ya que no hay animales marcados al tiempo de la primera muestra, por tanto $M_1 = 0$.

Un estimador de N_1 , el tamaño de la población al tiempo i , es el estimador de Petersen. Si los supuestos del modelo son válidos, entonces [34]:

$$\frac{m_i}{n_i} \cong \frac{n_i}{N_i} \quad (4)$$

De la cual:

$$\hat{N}_i \equiv \frac{n_i M_i}{m_i} \quad (5)$$

Donde m_i y n_i son los animales marcados y el número total de animales, respectivamente, capturados en el i -ésimo muestreo.

Un estimador del índice de sobrevivencia del muestreo i al muestreo $(i + 1)$ es M_{i+1} , el cual es el número total de animales marcados en la población exactamente antes del $(i + 1)$ -ésimo muestreo, dividido por el número total de animales marcados liberados después del muestreo i , lo cual es $M_i - m_i + R_i$, donde R_i es el número de los n_i animales capturados que son liberados [41].

$$\hat{\phi} \equiv \frac{M_{i+1}}{(M_i - m_i + R_i)} \quad (6)$$

Un estimador del reclutamiento en el intervalo i a $(i + 1)$ es:

$$\hat{B}_i \equiv \hat{N}_{i+1} - \hat{\phi}(\hat{N}_i - n_i + R_i) \quad (7)$$

El cual estima la diferencia entre el tamaño de la población al tiempo $(i + 1)$, la cual es N_{i+1} , y el número esperado de sobrevivientes, desde el tiempo i al tiempo $(i + 1)$, el cual es $\Phi (N_i - n_i + R_i)$.

Luego, M_i es obtenida por la ecuación de dos índices [34]:

$$\frac{Z_i}{M_i - m_i} \cong \frac{r_i}{R_i} \quad (8)$$

Los cuales son índices futuros de dos grupos distintos de animales marcados.

- 1) $(M_i - m_i)$ son los animales marcados no vistos en i , y
- 2) R_i son los animales marcados vistos en i y luego liberados para posibles recapturas.

Donde Z_i y r_i son los miembros de $(M_i - m_i)$ y R_i , respectivamente, los cuales son recapturados al menos una vez, el estimador de M_i es entonces:

$$\hat{M}_i \equiv m_i + \frac{R_i Z_i}{r_i} \quad (9)$$

Y es definido sólo para $i = 2, \dots, k - 1$; en consecuencia, $\hat{N}$ en (5) es definida para $i = 2, \dots, k - 1$; Φ_i en (6) para $i = 1, \dots, K - 2$; y B_i en (7) para $i = 2, \dots, k - 2$.

3.4. Métodos para medir la biodiversidad

Los organismos y las poblaciones de especies no existen solos en la naturaleza, sino que forman siempre parte de un ensamble de poblaciones que viven juntas en la misma área [24].

La comunidad “constituye un nivel de organización biológica que representa a cualquier conjunto de poblaciones de organismos vivos en un área o un hábitat dado” [24].

En este nivel de organización, las comunidades ecológicas están integradas por diferentes especies, que varían en número y la cantidad de individuos que la conforman, y a esta variabilidad se le denomina **diversidad de especies** o **biodiversidad**.

Los estudios sobre la medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas [30].

Durante las últimas décadas han surgido numerosas propuestas de métodos para medir la diversidad de especies, pero a pesar de que su importancia es evidente desde diferentes puntos de vista, no se cuenta aún con protocolos estándares para hacerlo [30].

Para el cálculo de la biodiversidad hay dos líneas metodológicas básicas, por un lado las que consideran a la comunidad como una unidad homogénea, a través de la medición de la riqueza específica y su estructura, esta última considera simultáneamente su número de especies y la importancia relativa de cada una de ellas; y por el otro lado los métodos que miden el grado de cambio o reemplazo en la composición de la especies entre diferentes comunidades.

La descomposición de la biodiversidad en estos tres componentes: riqueza específica, estructura y grado de cambio, resulta muy conveniente en el contexto

actual, ya que ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, un simple listado de especies para una región dada no es suficiente. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente, es necesario contar con información de la diversidad biológica al interior de las comunidades, naturales y/o modificadas, es decir, riqueza específica y estructura, y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre diferentes comunidades, diferencia que puede ser de orden espacial o temporal, para así poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

A continuación se describen distintos métodos para medir la riqueza específica, estructura y grado de cambio.

3.4.1. Medición de la riqueza específica de la comunidad

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades, basados en la cuantificación del número de especies presentes, es decir, la riqueza específica (S), que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que permita conocer el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces se debe recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad [30].

Los índices más comunes para medir la riqueza de especies son:

- 3.4.1.1 **Índice de diversidad de Margalef:** Este ponderador transforma el número de especies (S) por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone una relación funcional entre el número de especies y el número total de

individuos (N), $S \equiv \sqrt[k]{N}$, donde k es constante. Si esto no se mantiene, entonces el índice varia con el tamaño de la muestra de forma desconocida [26].

3.4.1.2 **Índice de diversidad de Menhinick:** Este ponderador, al igual que el índice de Margalef, se basa en la relación entre el número de especies (S) y el número total de individuos observados (N), que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra [26].

Un aspecto importante a considerar en relación a estos dos índices, es que el número de especies registradas depende fuertemente del tamaño de la muestra, de modo que si el esfuerzo de muestreo no es el mismo, las comparaciones de distintos valores de S no serán válidas [30].

3.4.1.3 **Índice de diversidad alfa (α) de Williams:** Se basa en el modelo de una serie logarítmica de distribución de la abundancia de especies, aplicable cuando uno o pocos factores dominan la ecología de la comunidad, como en las etapas iniciales de la sucesión [26]. En este índice los valores de S no dependen del tamaño de la muestra. El valor de α puede determinarse rigurosamente a partir de la siguiente ecuación:

$$S \equiv \ln \frac{1+N}{\alpha} \quad (12)$$

El cálculo de este índice puede hacerse fácilmente mediante los programas computacionales BIODIV o BIODIVERSITY PROFESSIONAL BETA [25].

Otra herramienta potencialmente útil en el análisis de la riqueza específica de muestras de diferente tamaño, es un conjunto de estimadores no-paramétricos, en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado [37].

A continuación se comenta brevemente los principales métodos no-paramétricos.

3.4.1.4 **Chao 2:** Este estimador requiere solamente datos de presencia-ausencia de especies, y opera en función de la proporción entre el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L) (especies “únicas”) y el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (M), sumada al número total de especies (S), lo cual provee una estimación menos sesgada para muestras pequeñas [11].

3.4.1.5 **Jackknife de primer orden:** Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L), y matemáticamente se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$Jack1 \equiv S + L \frac{m-1}{m} \quad (13)$$

Donde “m” corresponde al número de muestras.

El estimador de Jackknife es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden $1/m$ [37].

3.4.1.6 **Jackknife de segundo orden:** Este ponderador se basa en el número de especies (S) que ocurren en una muestra así como en el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras [37]. Matemáticamente su función es la siguiente:

$$Jack2 \equiv S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)} \quad (14)$$

3.4.2. Medición de la estructura de la comunidad

Al interior de la comunidad también es posible cuantificar el valor de importancia de determinadas especies, para lo cual se han desarrollado diferentes métodos basados en la estructura de la comunidad, los cuales evalúan la distribución proporcional de dicho valor de importancia de cada especie. A su vez, los métodos basados en la estructura pueden clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si se recuerda que el objetivo de medir la biodiversidad biológica es, además de aportar conocimiento a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones a favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones del ambiente [30].

Medir la abundancia relativa o proporcional de cada especie, permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores [26].

A continuación se describen los principales índices de estructura que se basan en el concepto de equidad, es decir aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie junto al número total de especies en la comunidad.

3.4.2.1 Índice de Shannon-Wiener: Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay

una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos [26].

3.4.2.2 **Equidad de Pielou:** Este ponderador mide la proporción de la diversidad observada, mediante el índice de Shannon-Wiener, con relación a la máxima diversidad esperada, que corresponde al logaritmo natural de S. Su valor va de 0 a 0,1, de forma que 0,1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundante [26].

3.4.2.3 **Índice de Brillouin:** Este estimador resulta útil cuando toda la población ha sido censada o cuando la aleatoriedad de la muestra no puede garantizarse (por ejemplo cuando las especies son atraídas diferencialmente al objeto de captura). Su valor es menor al índice de Shannon-Wiener por que no hay incertidumbre: describe una colección conocida [26].

3.4.2.4 **Equidad de Brillouin:** Este ponderador evalúa la proporción de la diversidad observada mediante el índice de Brillouin, con la diversidad máxima esperada, la cual se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$HB_{máx.} \equiv \frac{1}{N} \ln \frac{N!}{([N / S]!)^{s-r} ([N / S] + 1)!^r} \quad (15)$$

Donde $r=N-S[N/S]$.

Ahora se listan los principales índices asociados al análisis de la estructura, basado en la dominancia, parámetro inverso al concepto de equidad de la comunidad, ya que toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

3.4.2.5 **Índice de Simpson (λ):** Este ponderador manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra, sean de la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las

especies más dominantes [26]. Luego, como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1-\lambda$ [25].

3.4.2.6 **Serie de números de Hill:** Es una serie que permite calcular el número efectivo de especies en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa [21]. De toda la serie, los más importantes son:

N_0 = número total de especies (S)

N_1 = número de especies abundantes

N_2 = número de especies muy abundantes

Se dan en unidades de número de especies, aunque el valor de N_1 y N_2 puede ser difícil de interpretar. Conforme aumenta el número de especies se da menos peso a las especies raras y se obtienen valores más bajos para N_1 y N_2 [21].

3.4.3. Medición del grado de cambio entre comunidades

La diversidad entre comunidades es el grado de cambio de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales. A diferencia de la riqueza específica y la estructura, que pueden ser evaluadas fácilmente en función del número de especies, la medición del grado de cambio entre especies es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias. Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices de similitud, de disimilitud o de la distancia entre las muestras, a partir de datos cualitativos (presencia/ausencia de especies), o bien como datos cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como el número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.) [26].

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa al cambio entre dos muestras, sin embargo, a partir de un valor de

similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras:
 $d = 1-s$ [26].

A continuación, se expresan los índices más relevantes para medir el grado de cambio entre dos comunidades en base a datos cualitativos.

- 3.4.3.1 **Coeficiente de similitud de Jaccard (I):** Este índice establece la proporción entre el número de especies presentes en dos muestras (C) diferentes sobre la suma de las especies presentes en cada una de las muestras, a través de la siguiente ecuación:

$$I_j \equiv \frac{c}{a + b - c} \quad (16)$$

Donde, “a” es el número de especies presentes en la muestra A, “b” corresponde al número de especies presentes en el muestra B. El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies [30].

- 3.4.3.2 **Coeficiente de similitud de Sorensen:** Este índice relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies presentes en ambas muestras [26].
- 3.4.3.3 **Índice de Sokal y Sneath:** Este ponderador, al igual que el coeficiente de Jaccard, también establece una proporción entre el numero total de especies y las especies presentes en las respectivas muestras, pero en este caso “a” corresponde al número de especies presentes exclusivamente en el sitio A, y “b” al número de especies presentes sólo en el sitio B [30].
- 3.4.3.4 **Índice de Braun-Blanquet:** Este estimador trabaja considerando la proporción entre el número total de especies presentes en las dos

muestras y el número de especies presentes exclusivamente en el sitio que tenga mayor número de especies [30].

Finalmente, se presentan los dos métodos que miden el grado de similitud entre dos muestras basados en datos de carácter cuantitativo.

3.4.3.5 Coeficiente de similitud de Sorensen para datos cuantitativos: Este índice se expresa matemáticamente mediante la siguiente formula:

$$I_{sorensen} \equiv \frac{2pN}{aN + bN} \quad (17)$$

Donde, “aN” corresponde al número total de individuos en la muestra A, “bN” es el número total de individuos en el sitio B, y finalmente “pN” es la sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios [26].

3.4.3.6 Índice de Morista-Horn: La función matemática que expresa este índice es la siguiente:

$$I_{M-H} \equiv \frac{2\sum (an_{ii} \times bn_{jj})}{(da + db)aN \times bN} \quad (18)$$

Donde “an_i” es el número de individuos de la i-ésima especie de la muestra A, “bn_j” corresponde al número de individuos de la j-ésima especie de la muestra B, “da” equivale a la siguiente sumatoria:

$\sum an_i^2 / aN^2$, por último, “db” corresponde la sumatoria: $\sum bn_j^2 / bN^2$ [30].

Este índice está fuertemente influido por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, y tiene la desventaja de que es altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante [5].

3.3. Métodos para la evaluación del ámbito de hogar de micromamíferos

Las técnicas argumentadas en la sección anterior para evaluar la densidad de la población serán válidas si las siguientes condiciones son satisfechas [16]:

- 1) Cada animal de una población tiene un ámbito de hogar de un tamaño definido, y es posible medir el tamaño de cada rango natural, o al menos estimar el promedio para la población.
- 2) La distribución de la actividad del animal es uniforme o al azar dentro de este ámbito de hogar.

En consecuencia, el Ámbito de Hogar es “el área ocupada por un individuo durante sus actividades diarias” [9].

La determinación del ámbito de hogar para micromamíferos está basada frecuentemente sobre la localización de eventos de captura-recaptura al interior de una grilla de trampas [46].

Las técnicas para estimar el Ámbito de Hogar mediante el uso de datos puntos al interior de la grilla pueden ser divididas en tres categorías [50]:

- 1) Métodos de Diagrama.
- 2) Métodos estadísticos sobre el centro de actividad.
- 3) Métodos estadísticos sobre igual probabilidad de ocupación.

3.3.1. Métodos de diagrama

Este grupo de técnicas involucra los siguientes métodos [50]: Método del Área Mínima, Longitud Ajustada al Movimiento, Distancia entre Recapturas Sucesivas, Franja de Borde Exclusiva y el método del Polígono Convexo.

Un grupo de métodos utiliza la distancia entre recapturas, expresando los resultados en unidades lineales; estos índices incluyen:

3.3.1.1. **Distancia entre Recapturas Sucesivas:** Este índice expresa la distancia media recorrida por un animal entre sucesivas recapturas [47].

3.3.1.2. **Longitud Ajustada al Movimiento:** Este segundo índice corresponde a la inclusión de la primera mitad de la distancia entre trampas a cada final del máximo desplazamiento linear [6].

Otro grupo de métodos estiman el área de Ámbito de Hogar utilizando los puntos de captura, aquí están incluidos:

3.3.1.3. **Área Mínima:** Este índice corresponde al área encerrada por la conexión de los puntos más alejados de captura perimetrales de manera contraria a las agujas del reloj, mediante un mínimo número de líneas [22].

3.3.1.4. **Polígono Convexo:** Este índice equivale al área encerrada por la conexión de puntos de captura, para construir un polígono convexo lo más pequeño posible [19].

3.3.1.5. **Franja de Borde Exclusiva:** Este método estima el área encerrada por la inclusión de una franja equivalente a la distancia media entre trampas y el Área Mínima [40].

Un gran número de estudios ha incluido estimaciones del tamaño del ámbito de hogar para Sudamérica. La Distancia entre Recapturas Sucesivas ha sido usada por Greer (1965), Contreras (1973), Dalby (1975), Pearson y Ralph (1978), Pearson (1983), Simonetti (1986), Murúa et al. (1987), Nitikman y Mares (1987); la Longitud Ajustada al Movimiento por Fulk (1975).

El método del Área Mínima ha sido usado por Alho y Souza (1982); la Franja de Borde Exclusiva por Contreras (1975).

3.3.2. Método estadístico sobre el centro de actividad

Este método se basa en una técnica estadística establecida por modelos matemáticos de una distribución normal bivariable del lugar de actividad de un animal alrededor de un único centro de actividad dentro de su Ámbito de Hogar [50].

Incluye este método al modelo de Elipse de Mazurkiewicz.

3.3.2.1 Elipse de Mazurkiewicz: Este índice calcula el tamaño del Ámbito de Hogar a través de la estimación del área de una elipse determinada por la covarianza de los puntos de captura [22].

Este índice ha sido utilizado por González (1982) y Murúa et. al. (1986).

3.3.3. Métodos estadísticos sobre igual probabilidad de ocurrencia

Un segundo tipo de aproximación estadística para estimar el Ámbito de Hogar esta fundada en la probabilidad uniforme de ocurrencia de un animal, o visitas al azar a cada punto dentro del ámbito de hogar [50]; dos métodos se presentan bajo éste supuesto:

3.3.3.1. Método de Morisita-Murakami: Dado que S_i es el área de la porción interior de la grilla, el Ámbito de Hogar para un animal (i); el área media (S_t) contando desde cada combinación de t diferentes sitios de captura entre toda la trama de sitios de capturas observado dentro de una grilla es empíricamente inferida como una función de t (número de capturas), entonces [50]:

$$S_t \equiv S_i (1 - e^{-bt}) \quad (10)$$

Donde b es una constante [50].

3.3.3.2. **Método de Wierzbowska:** Este índice estima el tamaño del ámbito de hogar mediante la ecuación.

$$E (X_{k, r}) \equiv r \left[1 - \left(\frac{r - 1}{r} \right)^k \right] \quad (11)$$

El **r** corresponde a la medida del tamaño del rango en términos del número de sitios con trampas en el cual está el Ámbito de Hogar del animal. La variable $X_{k,r}$ representa el número de diferentes sitios visitados por el animal en k capturas sucesivas. De esta manera, la estimación del rango del área (S) puede ser expresada por rd^2 , con d como la distancia entre trampas [50]

3.5. Descripción del área de estudio

El Fundo Quebrada Verde-FONASA se localiza en el sector alto de Playa Ancha, comuna de Valparaíso; su posición geográfica esta comprendida entre las coordenadas (33° 22') latitud sur y (71° 25') longitud oeste. Limita por el norte con el polígono de tiro del Ejército de Chile, por el sur con el sector Laguna Verde, por el este con el camino Valparaíso-Laguna Verde y con el Océano Pacífico por el sur (fig. 2).

El sector alto de Playa Ancha corresponde a una planicie costera, considerándose como tal debido a que se desarrolla entre la cordillera de la costa y el Océano Pacífico.

La topografía del sector es accidentada y está constituida de terrazas recortadas por numerosas quebradas profundas de fuerte pendiente.

El Fundo Quebrada Verde-FONASA tiene una superficie aproximada de 700 Ha., y alcanza una altura máxima que bordea los 450 msnm., llegando en menos de 3 Km. a nivel del mar; con una clase de suelo correspondiente al nivel VII, tratándose de un terreno no apto para el cultivo tradicional, por lo que no reviste mayor interés para uso agrícola intensivo.

Existen sectores, en los cuales la vegetación corresponde al bosque hidrófilo, donde el suelo presenta un enriquecimiento de materia orgánica. Los sectores con bosque esclerófilo presentan suelos franco-arcillosos (arcillas finas), sin degradación. No ocurre así en el sector de matorral esclerófilo alterado y el de plantaciones forestales, donde los suelos se encuentran expuestos a las condiciones ambientales, lo que ha causado erosión y pérdida de éstos.

El clima de este sector corresponde al tipo templado cálido con estación seca prolongada, la cual se ve atenuada por la influencia del mar, encontrándose una mayor constancia y homogeneidad de las temperaturas en las distintas estaciones. Como rasgo característico del área de estudio, se puede precisar que la temperatura media anual no sobrepasa los 18° C, siendo el mes más cálido

enero y por contrario junio es el más frío, con una pluviometría anual normal que supera los 360 mm [2].

Los vientos predominantes durante el año son los provenientes del sureste, bordeando los 60 nudos en los meses de noviembre y diciembre. Esto genera que la humedad relativa presente escasa variación, fluctuando entre el 78% y 93% [2].

Gajardo (1994), establece que la vegetación del área de estudio se encuentra en la Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo; en la Sub – Región del Bosque Esclerófilo se encuentra la formación del Bosque Esclerófilo Costero, la cual se encuentra muy alterada, mostrando la presencia de diferentes estados regenerativos. En algunas localidades de ésta formación se encuentran relictos de un antiguo bosque laurifolio hoy en día desaparecido.

De acuerdo a la Carta de Ocupación de Tierras (C.O.T.) (fig. 1) desarrollada por la Universidad de Playa Ancha [2], en el Fundo Quebrada Verde – FONASA se distinguen las siguientes formaciones vegetacionales, clasificadas de acuerdo a las formas de crecimiento de las especies dominantes.

A. Formaciones arbóreas.

A.1 Bosque hidrófilo

Formación arbórea que crece a orillas de las aguas o fondos de quebradas dominadas por especies hidrófila (de hoja membranácea) como petra (*Myrceugenia exsucca*), canelo (*Drimys winteri*), olivillo (*Aextoxicom punctatum*), tayú (*Dasyphyllum excelsum*) y maqui (*Aristotelia chilensis*). Estos bosques han sido altamente degradados, y en gran parte eliminados, encontrándose sólo en pequeños rodales en algunas quebradas de la zona central del país. Por tanto, tienen una alta vulnerabilidad a la acción antrópica y al cambio global. Algunos de estos bosques se han considerados relictos.

A.2 Bosque esclerófilo

Formación arbórea que crece en quebradas y laderas de exposición orientadas al sur, dominada por árboles de hoja dura (esclerófilos) como: boldo (***Peumus boldus***), peumo (***Cryptocarya alba***), litre (***Lithrea caustica***), quillay (***Quillaja saponaria***) y molle (***Shinus latifolius***), dependiendo de la cantidad de humedad a la que esté expuesto. Estos bosques están sometidos a una gran presión ya que, siendo los dominantes en Chile central, han sido sobreexplotados, quemados, talados y eliminados por acción antrópica desde al menos 500 años. Por lo anterior, estos bosques son remanentes de los originales y su estructura es de baja altura, distribuyéndose en manchones tipo parque.

B. Formaciones arbustivas.

B.1 Matorral esclerófilo

Formación arbustiva que se ha producido por la reiterada tala y quema del bosque esclerófilo. En él dominan especies de margen de bosque esclerófilo como corontilla (***Escallonia pulverulenta***), palqui (***Cestrum parqui***) y quila (***Chusquea cumingii***).

B.2 Matorral costero

Formación arbustiva que está constituida por especies de tendencia xerófila, adaptadas a la sequía que provoca la salinidad del ambiente costero, aunque influenciada por una alta humedad del mar. Por esta razón las especies tienden a ser de baja talla como la manzanilla cimarrona (***Bahia ambrosioides***), mira-mira (***Gochnatia foliolosa***), cardoncillo (***Eryngium paniculatum***), oreganillo (***Satureja guilliesii***), retanilla (***Retanilla ephedra***) y con una rica y variada flora primaveral.

C. Formaciones herbáceas.

C.1 Desierto costero

Formación herbácea con hierbas y subarbustos de talla baja, suculentas y de alto endemismo local. La mayoría de ella está adaptada a la sequía de la salinidad y un suelo rocoso, en ella destaca lirios del campo (*Alstroemeria violacea*), hierba zonsa (*Senecio adenotrichius*) (endémica), chagual (*Puya chilensis*).

D. Plantaciones

Formación arbórea artificial constituida por la especie eucalipto (*Eucaliptus globulus*), que ha sido plantada para su explotación como reemplazo de los bosques de la zona. Esto ha significado un daño ecológico que ha diezariado las otras formaciones vegetacionales y el sustrato en que se encuentran. La existencia de estas plantaciones han aumentado el número de incendios forestales que afectan la zona.

Figura 1: Carta de Ocupación de Tierras (C.O.T.), vegetación.

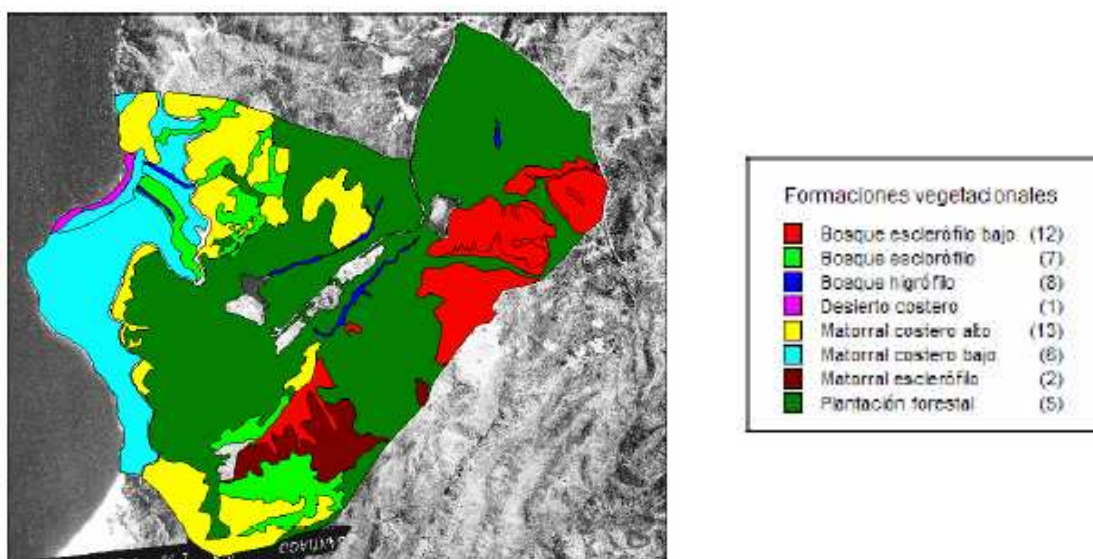
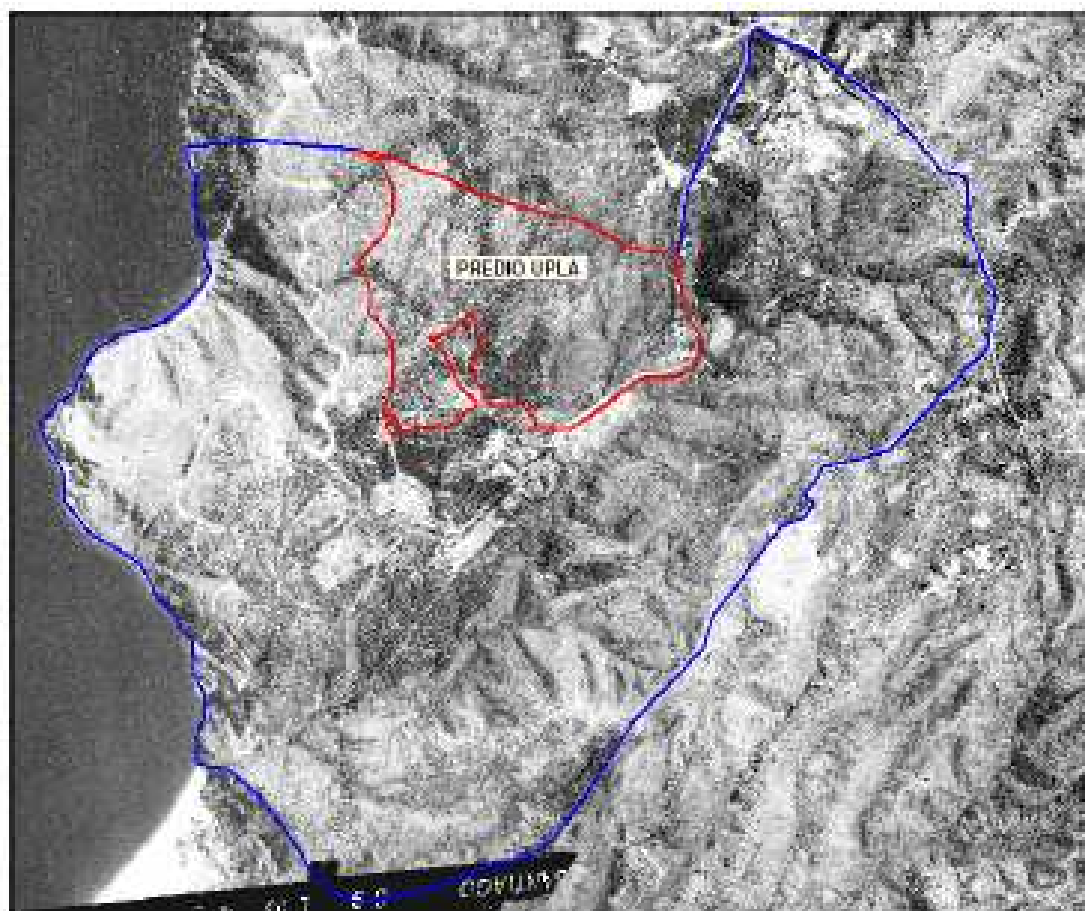


Figura 2: Fundo Quebrada Verde – FONASA



3.6. Legislación nacional asociada a las especies de micromamíferos

La protección de la fauna silvestre se realiza principalmente mediante dos instrumentos normativos, la Ley de Caza, Ley N° 4.601 de 1929, de texto sustituido por la Ley N° 19.473 de 1996; y en segundo término, a través de su Reglamento, cuyo texto fue fijado por Decreto Supremo N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura.

La Ley de Caza, N° 19.473, establece las disposiciones que se aplicarán a la caza, captura, crianza, conservación y utilización sustentable de los animales de la fauna silvestre, con excepción de las especies y recursos hidrológicos, cuya preservación se rige por la Ley N° 18.862, General de Pesca y Acuicultura.

Dicha Ley, en su título I, artículo 2°, define las siguientes categorías de conservación:

- **Especies en peligro de extinción:** especies de la fauna silvestre expuestas a la amenaza de desaparecer, a corto o mediano plazo, del patrimonio fáunico nacional.
- **Especies vulnerables:** especies de la fauna silvestre que por ser objeto de una caza o captura intensiva, por tener una existencia asociada a determinados hábitats naturales que están siendo objeto de un progresivo proceso de destrucción, alteración, o debido a la contaminación de su medio vital, o a otras causas; están experimentando constante retroceso numérico que puede conducirlos al peligro de extinción.
- **Especies raras:** especies de la fauna silvestres cuyas poblaciones, ya sea por tener una distribución geográfica muy restringida ó por encontrarse en los últimos estados de su proceso de extinción natural, son y han sido escasas desde tiempos inmemoriales.
- **Especies escasamente conocidas:** especies de la fauna silvestre respecto de las cuales sólo se dispone de conocimientos científicos rudimentarios e incompletos para determinar su correcto estado de conservación.

-
- **Especies fuera de peligro:** especies de la fauna silvestre que no se encuentran en ninguno de los estados de conservación anteriormente descritos.

En su título II, artículo 3º, consigna: “Prohíbese en todo el territorio nacional la caza o captura de ejemplares de la fauna silvestre catalogada como especies en peligro de extinción, vulnerables, raras y escasamente conocidas, así como las especie catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria (B), para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (E) o que presenten poblaciones reducidas (S)”.

Asimismo, respecto de las especies que no están contenidas dentro de las categorías de conservación, el Reglamento de la Ley de Caza, podrá establecer vedas, temporadas y zonas de caza o captura; número de ejemplares que podrán cazarse o capturarse por jornada, temporada o grupo etario y demás condiciones en que tales actividades podrán desarrollarse.

A su vez, este Reglamento en su título II, artículo 3º, divide al territorio nacional en cuatro zonas de caza, a saber:

- Zona Norte: comprende la regiones I, II y III
- Zona Central: comprende las regiones IV, V, Metropolitana, VI y VII
- Zona Sur: comprende las regiones VIII, IX y X
- Zona Austral: comprende las regiones XI y XII

Junto a lo cual, especifica, por un lado, el listado de especies mamíferas de fauna silvestre que se encuentra prohibido cazar o capturar en todo el territorio, y por otro, una lista que indica las especies cuya caza es permitida, junto las cuotas máximas por jornada y por cazador, en las distintas zonas en que se divide el país, y sus temporadas de caza permitida.

Finalmente, el Reglamento de la Ley de Caza lista las especies de fauna silvestre perjudiciales o dañinas; especies que por sus características o hábitos, naturales o adquiridos, están ocasionando perjuicios graves a alguna actividad

humana realizada en conformidad a la ley, o están causando desequilibrios de consideración en los ecosistemas en que desarrollan su existencia y, debido a esto, son calificadas de tal por la autoridad competente. Importante es destacar que ningún animal comprendido en los listados de especies declaradas en peligro de extinción, vulnerables, raras o escasamente conocidas podrá ser calificado dañino.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La base para programas de manejo e investigaciones ecológicas sobre poblaciones de micromamíferos es la estimación de la abundancia (absoluta o relativa) con el fin de hacer inferencias sobre variaciones en el espacio y/o tiempo.

Los programas de monitoreo diseñados para el manejo de poblaciones animales generalmente tienen dos roles: primero, ayudar al manejador a desarrollar conocimiento sobre la manera en que la comunidad podría responder a diferentes alternativas de manejo. Segundo, proveer evaluaciones periódicas del estado de la comunidad en momentos potenciales de decisiones dentro del proceso de manejo [51].

Los estudios explicativos, dentro de las investigaciones ecológicas, involucran la estimación de abundancia de poblaciones en la misma área, pero en diferentes series de tiempo, buscando relacionar la densidad de micromamíferos con variables ambientales, condiciones climáticas, presencia o ausencia de especies vegetales, alimentación suplementaria, o cambios inducidos experimentalmente en el hábitat [51].

En la actualidad, en la zona de estudio se lleva a cabo un proyecto de ordenamiento del territorio desarrollado por el Centro de Estudios Ambientales [2] de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Playa Ancha, cuya propuesta de zonificación está enfocada a la recuperación ambiental de extensas áreas degradadas e impactadas por actividades antrópicas, así como fijar las condiciones para el uso múltiple del territorio que plasmen una planificación que establezca las zonas intangibles para la recuperación ambiental, zonas de protección cuando se trata de áreas con valor naturalístico singular. Otras zonas permitirán usos blandos que soporten actividades antrópicas, como son estudios científicos, y usos duros para las edificaciones de investigación y docencia; todo lo cual se desarrolla en el marco de proteger los valores naturales presentes en el sector.

En este contexto, el estudio ecológico de la microfauna vertebrada no se ha integrado dentro de la propuesta desarrollada por el Centro de Estudios Ambientales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Playa Ancha, lo cual dificulta sentar las bases para futuras investigaciones ecológicas y planes de manejo, debido al desconocimiento de la presencia de potenciales especies de interés ecológico e indicadoras del hábitat del sector.

Es por esto que, este proyecto de tesis pretende incorporar, mediante sus resultados de densidad, ámbito de hogar y biodiversidad, el estudio de la variación temporal y el espacio vital de las comunidades de micromamíferos presentes en la zona de matorral esclerófilo incluida en el territorio entregado en arriendo por FONASA a la Universidad de Playa Ancha, en dos estaciones climáticas diferentes, todo lo cual previo a la recuperación ambiental de dichas áreas degradadas, con la finalidad de contribuir a la conservación del patrimonio natural de dicho sector .

5. OBJETIVO GENERAL

- Conocer, en dos estaciones climáticas diferentes, la estructura de la comunidad de micromamíferos y el espacio vital de las especies presentes en la zona de matorral esclerófilo en el sector de Playa Ancha Alto, Valparaíso.

5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 5.1.1. Identificar las especies de micromamíferos presentes en el sector de estudio.
- 5.1.2. Determinar la presencia de especies en categorías de conservación en el área de estudio.
- 5.1.3. Establecer los antecedentes biológicos de cada especie de micromamíferos identificada en el área de estudio.
- 5.1.4. Calcular la densidad poblacional de cada especie de micromamífero presente en el área de estudio.
- 5.1.5. Calcular el ámbito de hogar de cada especie de micromamífero identificada en el área de estudio.
- 5.1.6. Determinar la riqueza específica y diversidad taxonómica de la comunidad de micromamíferos presentes en el área de estudio.
- 5.1.7. Determinar el grado de cambio temporal de la comunidad de micromamíferos presentes en el área de estudio.

6. METODOLOGÍA

Para el logro de los objetivos planteados se desarrollaron dos líneas metodológicas, la primera correspondió a una recopilación y análisis bibliográfico de los aspectos biológicos más relevantes de las especies de micromamíferos presentes en el sector de estudio junto a sus categorías de conservación; y la segunda correspondió a un trabajo de campo, para lo cual se trabajó en el predio de la Universidad de Playa Ancha, al interior del Fundo Quebrada Verde-FONASA, Playa Ancha alto (0253275-6337201 UTM) (área al interior rectángulo rojo). El área de trabajo, de una superficie de 2800 m², es una ladera de exposición sureste con una inclinación de 35°. En ella la interve ncción es marcadamente baja, con una cobertura vegetal superior al 95% (fig. 3).

Figura 3: Área de estudio.



Fuente: lugar de muestreo (octubre 2005)

Toda esta área de trabajo corresponde al monte bajo del bosque esclerófilo costero original, que tiene la fisonomía de un matorral cerrado [18], en el cual se distinguen dos sectores bien definidos cuyas formaciones vegetales siguen las siguientes descripciones:

-
- Sector I: Cubre aproximadamente el 75% del área total de muestreo, y corresponde a un matorral espinoso muy abundante de coligüe (*Chusquea cumingii*) y retamilla (*Teline monpesulana*) (fig. 4).
- Sector II: Corresponde alrededor del 25% de la superficie muestreada, es un matorral espinoso muy denso de coligüe (*Chusquea cumingii*) y tabaco del diablo (*Lobelia salicifolia*) (fig. 4).

Los litres (*Lithrea caustica*) y los boldos (*Peumus boldus*) son renovales muy escasos en el área de trabajo, y están representados por tres y dos ejemplares respectivamente. Cada una de las especies se encuentra mezclada con casi todas las otras especies vegetales en los dos sectores del área de muestreo (fig. 4).

Se realizaron dos campañas de muestreo, de cinco días consecutivos cada una de ellas, en las siguientes fechas:

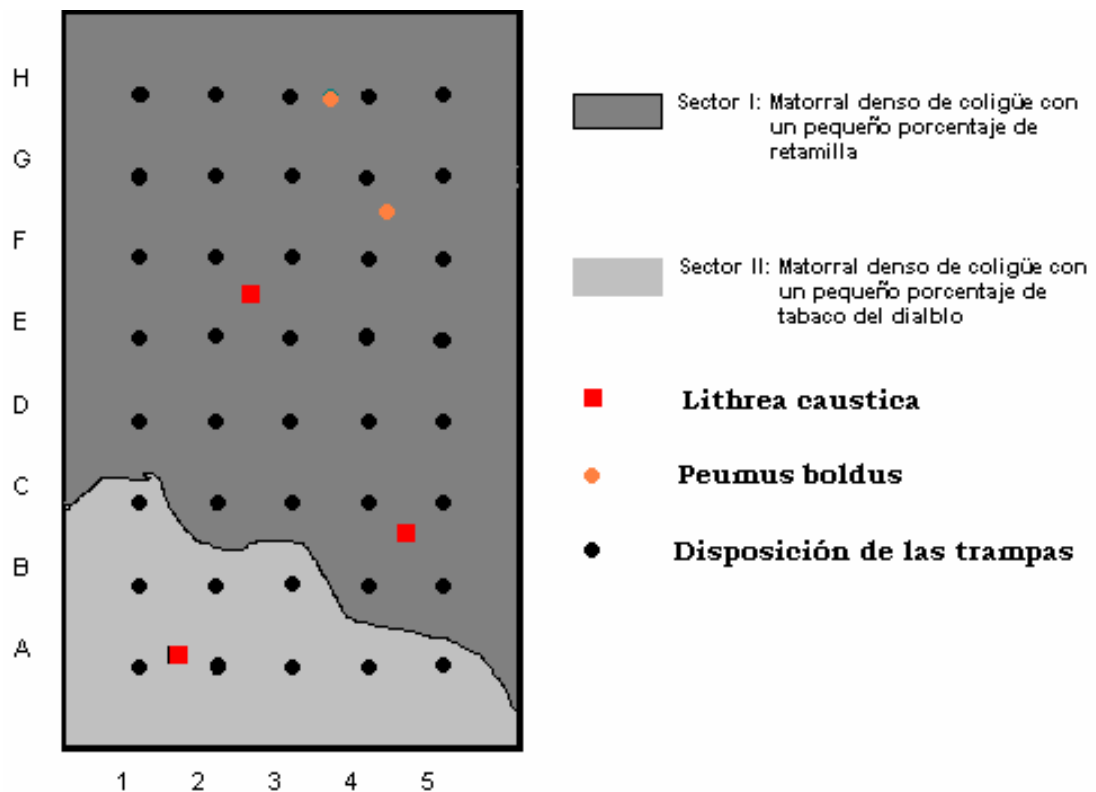
Campaña de muestreo	Mes	fecha	Año	Estación climática
1°	oct-nov	31-4	2005	Primavera
2°	enero	25-29	2006	verano

En esta área de trabajo se instaló una grilla de 5 X 8 trampas Sherman grandes, dispuestas con una separación de 10 m entre una y otra (fig. 4).

Esta disposición física y temporal de las estaciones de captura permitió cubrir una superficie de 2800 m² efectivos, por día; con un esfuerzo de muestreo total de 200 (trampas / noche) (fig. 4).

Las trampas fueron cebadas con avena, y colocadas en la intersección de los puntos de la grilla; éstas se revisaron una vez al día en la mañana.

Figura 4: Disposición de la grilla de trampas



Cada espécimen de micromamífero capturado fue:

- Marcado: En la oreja derecha con un marca metálica numerada (Tamaño 1 Monel).
- Pesado: En balanza digital portátil de 0,1 de precisión.
- Sexado
- Todo animal capturado o recapturado fue registrado en su ficha correspondiente (anexo 1), anotando las características anteriormente citadas. Luego fueron liberados en el mismo punto de captura.

Con estos datos de campo se determinó la siguiente información:

A) La densidad ($\hat{N}$).

La densidad ($\hat{N}$) fue estimada mediante el método de captura y recaptura múltiple según el Índice de Schnabel, el cual es una extensión del método de

Petersen para una serie de muestreos; asumiendo que en cada oportunidad de captura no hay pérdidas de marcas y que el trampeo y marcaje no modifica la probabilidad de captura (ver marco teórico).

A1) Cálculo de la abundancia estimada ($\hat{N}$):

$$\hat{N} \equiv \frac{\sum_{i=2}^n N_i M_i}{\sum_{i=2}^n R_i}$$

Donde:

N_i = Número total de individuos capturados en la muestra i al tiempo t_i .

M_i = Número de individuos marcados en la población justo antes de tomar la muestra al tiempo t_i .

R_i = Número de individuos recapturados en la muestra i , $i = 2, 3, \dots, n$.

A2) Cálculo de la variancia de la densidad:

$$Var(\hat{N}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^n R_i}{\left(\sum_{i=2}^n N_i M_i\right)^2}}$$

A3) Estimación del intervalo de confianza de la densidad, al 95%.

Límite superior = $\sum (N_i M_i)$ / Límite inferior desde la tabla de Poisson para $\sum R_i$

Límite inferior = $\sum (N_i M_i)$ / Límite superior desde la tabla de Poisson para $\sum R_i$

B) Ámbito de hogar:

De acuerdo a las sugerencias de Agüero y Simonetti (1988), el ámbito de hogar fue calculado mediante el método de “Distancia Entre Recapturas Sucesivas” (expresado en m) [47]; y el método del “Área Mínima”, en donde los puntos de recaptura para un mismo animal son unidos por líneas rectas, el espacio delimitado por estas corresponde al Ámbito de Hogar expresado en m² [22].

El tamaño de ámbito de hogar para cada ejemplar se estimó con al menos tres capturas para el Área Mínima, y dos para la Distancia Entre Recapturas Sucesivas.

C) Cálculo de la Biodiversidad:

Para el cálculo de la Biodiversidad de la comunidad de Micromamíferos presentes en el área de estudio se definió un protocolo de índices para medirla en sus tres componentes, el cual se estableció en base a los siguientes criterios:

- Sensibilidad frente a las perturbaciones ambientales.
- Elevada capacidad de resumen de la información.
- Elevada capacidad de comparación y comprobación estadística a través del tiempo.

De acuerdo al análisis de los antecedentes recopilados sobre los distintos métodos para calcular la biodiversidad y, en función de los criterios establecidos, se seleccionaron los siguientes índices: Índice de diversidad de Margalef (riqueza específica), Índice de Shannon-Wiener (estructura interna) y, finalmente, Coeficiente de similitud de Jaccard (grado de cambio).

C1) Índice de diversidad de Margalef

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde:

S = Número de especies presentes en la muestra.

N = Número total de individuos presentes en la muestra.

C2) Índice de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

P_i = Abundancia proporcional de la especie i (p_i = n_i / N).

n_i = Número de individuos de la especie i.

N = Número total de individuos.

C3) Coeficiente de similitud de Jaccard

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a = Número de especies presentes en la primera campaña de muestreo.

b = Número de especies presentes en la segunda campaña de muestreo.

C= Número de especies presentes en ambas campañas de muestreo.

7. RESULTADOS

Cinco especies de micromamíferos fueron observados en el área de estudio, cuatro pertenecen al orden Rodentia, y una al orden Marsupalia, esta última, específicamente a la familia Didelphimorphia: ***Thylamys elegans*** (Waterhouse, 1839).

En cuanto a los roedores observados, tres de ellos pertenecen a la familia Cricetidae, todos nativos: ***Abrothrix longipilis*** (Waterhouse, 1837), ***Abrothrix olivaceus*** (Waterhouse, 1837) y ***Phyllotis darwini*** (Waterhouse, 1837); y uno a la familia Muridae: ***Rattus rattus*** (Linnaeus, 1758), especie introducida.

Un total de 66 individuos fueron capturados durante el período de estudio; 33,3% de estos ejemplares corresponden a la especie ***Abrothrix longipilis***, 30,3% a ***Abrothrix olivaceus***, 31,8% a ***Phyllotis darwini***, 1,5% a ***Rattus rattus*** y, finalmente, un 3,0% de los ejemplares está representado por ***Thylamys elegans*** (Tabla 1).

Tabla 1: Número de ejemplares por especies de micromamíferos presentes el sector alto de Playa Ancha.

Especie	Numero de ejemplares	Porcentaje %
Nativas		
<i>Abrothrix longipilis</i>	22	33,3
<i>Abrothrix olivaceus</i>	20	30,3
<i>Phyllotis darwini</i>	21	31,9
<i>Thylamys elegans</i>	2	3,0
Introducidas		
<i>Rattus rattus</i>	1	1,5

Al considerar el número total de los diferentes micromamíferos muestreados, es posible observar que el 80% de ellos corresponden a especies nativas, las que en total aportan con el 98,5% de los ejemplares capturados.

De la tabla 1 se desprende que el análisis de los parámetros poblacionales establecidos en los objetivos específicos 4 y 5, determinación de la densidad y ámbito de hogar respectivamente, sólo es posible calcular a las especies ***Abrothrix longipilis***, ***Abrothrix olivaceus*** y ***Phyllotis darwini***, debido a que las restantes dos especies, ***Thylamys elegans*** y ***Rattus rattus***, presentan un número insuficiente de ejemplares capturados de acuerdo a los requerimientos metodológicos.

7.1. Especies en categorías de conservación

Todas las especies de micromamíferos observadas durante el periodo de estudio se encuentran incluidas en los listados del Reglamento de la Ley de Caza, dos de ellas, ***Thylamys elegans*** y ***Abrothrix longipilis***, en los listados de especies en preservación; ***Abrothrix olivaceus*** y ***Phyllotis darwini***, en la lista de especies potencialmente cazables; y finalmente, ***Rattus rattus***, en la lista de especies dañinas, a saber:

Thylamys elegans es una especie marsupial considerada rara en la zona central, por lo cual queda prohibida su caza o captura en todo el territorio nacional y durante todo el año; junto a lo cual, está catalogada como beneficiosa tanto para la actividad silvoagropecuaria, como para la mantención de los ecosistemas naturales.

Abrothrix longipilis es una especie catalogada como escasamente o inadecuadamente conocida, por lo cual queda prohibida su caza o captura en todo el territorio nacional durante todo el año.

Abrothrix olivaceus es una especie cazable en una cuota de dos ejemplares por jornada para la zona central, con un periodo de caza comprendido entre el 1 de abril y el 31 de julio.

Phyllotis darwini es una especie cazable en la cantidad de dos ejemplares por jornada para la zona central, con un intervalo de caza que va del 1 de abril al 31 de julio.

Rattus rattus es una especie considerada dañina, por lo cual, puede ser cazada y capturada en cualquier época del año, en todo el territorio nacional y sin limitaciones de número de ejemplares.

A continuación se presentan los antecedentes más relevantes sobre las especies de micromamíferos presentes en la zona de estudio y los resultados de densidad poblacional y ámbito de hogar para las tres primeras especies de la tabla 1.

7.2. **Abrothrix longipilis**

7.2.1. Antecedentes biológicos

- a) Nombres vulgares: Ratón de pelos largos, Ratoncito peludo
- b) Descripción: ***Abrothrix longipilis*** se caracteriza por ser una robusta laucha, de orejas pequeñas y cola más corta que la cabeza y cuerpo. En el pelaje resaltan los largos pelos guías; su color difiere en las diversas subespecies, pero se mantiene sobre el dorso entre el gris, con marcados visos café-rojizos, y café de ricos tonos sepia; la zona ventral es gris a grisáceo blanco [27].
- c) Distribución geográfica: Esta especie, ampliamente repartida en Chile y abundantemente representada, se distribuye desde Coquimbo hasta Tierra del Fuego. En Argentina, desde el norte de Tierra del Fuego hasta el sur de la provincia de Mendoza (fig. 5) [43].
- d) Ecología: ***Abrothrix longipilis*** en muchos hábitats es el micromamífero más común; es un roedor de pronunciadas capacidades de cavación, que construye sus pequeñas cuevas en ambientes que se manifiestan como carácter común una cubierta vegetacional apreciablemente densa. Así vive en medio de la estepa xerofítica que se extiende en la costa chilena al sur de los 30° latitud sur, solamente en los islotes de vegetación arbustiva o arbórea enclavada al abrigo de condiciones ecológicas de mayor humedad [27].

En la costa central habita igualmente de preferencia en el reborde de bosques de canelo (***Drimys winteri***), peumo (***Cryptocarya alba***) y belloto (***Beilschmiedia miersii***), que lindan con el matorral mesofítico, igualmente caracterizado por su densidad apreciable. Molle (***Schinus latifolius***), mitiquí (***Podanthus mitiqui***), salvia (***Empatorium salvia***) y quillay (***Quillaja saponaria***) constituyen elementos de especial importancia en este conjunto vegetacional a cuya sombra labra sus galerías [27].

Abrothrix longipilis es de hábitos nocturnos y diurnos. La dieta de esta especie varía geográficamente, aunque básicamente es frugívora/omnívora. En Argentina su alimentación la constituyen berris, semillas, esporas de helechos, insectos, hongos y lombrices. En el matorral semiárido de Chile central, ***Abrothrix longipilis*** es ampliamente insectívoro; el consumo de insectos aumenta entre primavera y verano [43].

e) Reproducción: En Chile central, se reporta que este roedor viene a parir entre dos veces por año, en el curso de la primavera y verano, con seis a ocho ejemplares por camada [43].

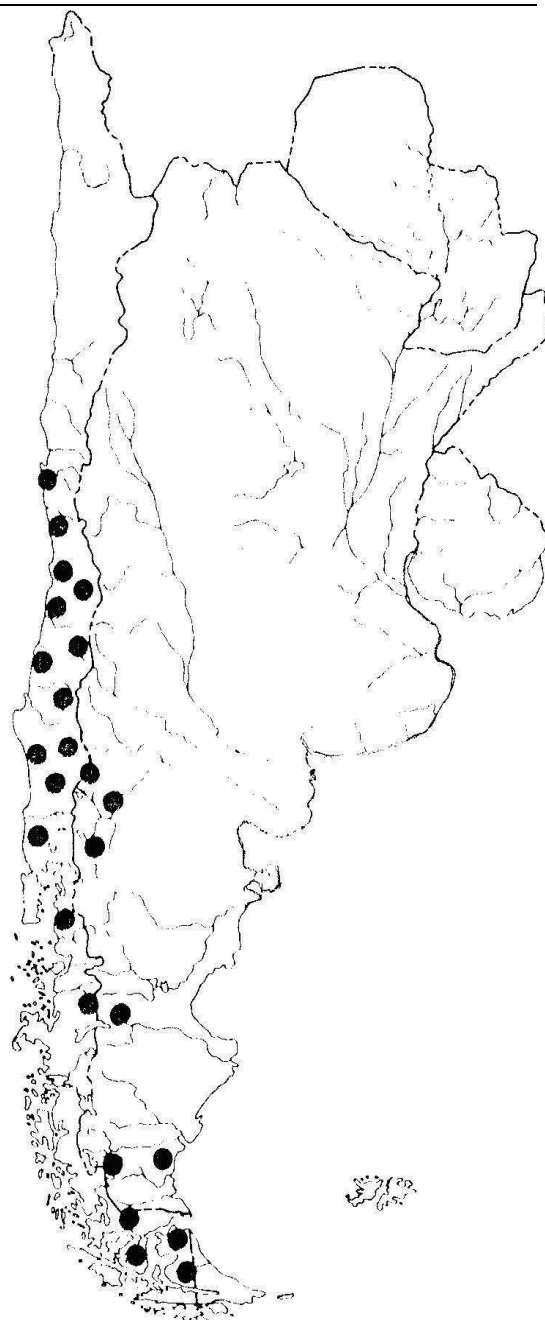


Figura 5: Distribución ***Abrothrix longipilis***

7.2.2. Densidad

Tabla 2: Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Primera campaña de muestreo. *Abrothrix longipilis*.

Marca	Sexo	Fecha				
		31-10-2005	01-11-2005	02-11-2005	03-11-2005	04-11-2005
390	Macho			x		x
391	Hembra	x	x	x		
400	Hembra				x	x
401	Macho	x	x			
424	Macho	x				
453	Hembra			x	x	x
456	Hembra					x
461	Hembra		x	x		
463	Hembra	x				
466	Macho		x		x	x
468	Hembra				x	
471	Macho		x		x	

Tabla 3: Resumen de capturas y recapturas sucesivas por noche para la población de *Abrothrix longipilis*. Primera campaña de muestreo.

Muestra	Captura	Recaptura	Nuevo Marcado	Marcado antes muestra i
(i)	(Ni)	(Ri)	(Ni-Ri)	(Mi)
1	4	0	4	0
2	5	2	3	4
3	4	2	2	7
4	5	3	2	9
5	5	4	1	11

Tabla 4: Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Segunda campaña de muestreo. *Abrothrix longipilis*.

Marca	Sexo	Fecha				
		25-01-2006	26-01-2006	27-01-2006	28-01-2006	29-01-2006
479	Hembra	x	x			x
480	Hembra	x		x		x
482	Hembra	x				
483	Macho		x	x	x	
484	Hembra		x			
485	Macho			x		
486	Macho			x		
487	Hembra				x	
488	Macho				x	
489	Hembra					x

Tabla 5: Resumen de capturas y recapturas sucesivas por noche para la población de *Abrothrix longipilis*. Segunda campaña de muestreo.

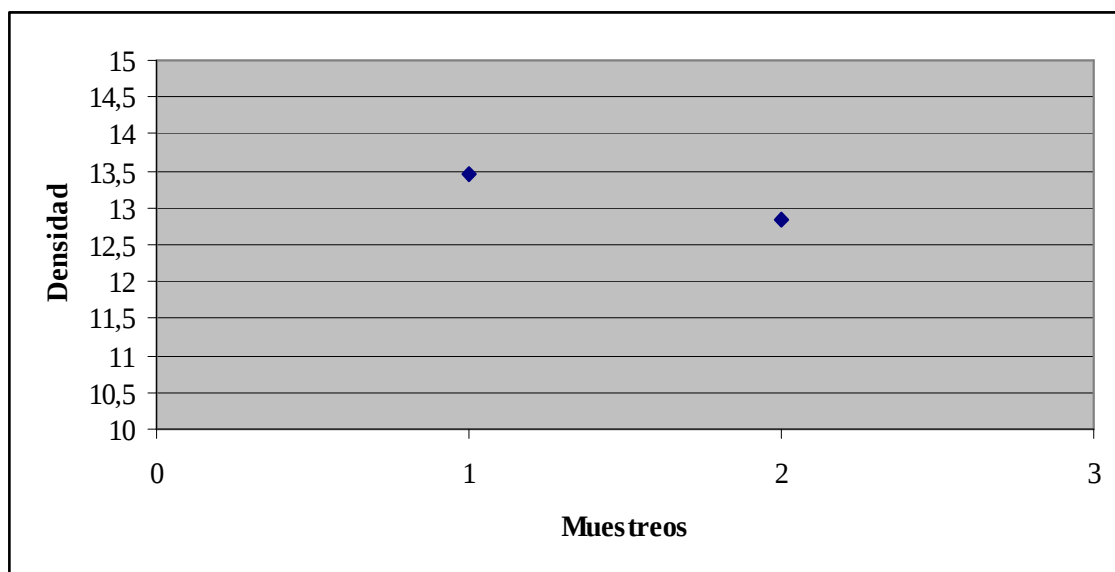
Muestra	Captura	Recaptura	Nuevo Marcado	Marcado antes muestra i
(i)	(Ni)	(Ri)	(Ni-Ri)	(Mi)
1	3	0	3	0
2	3	1	2	3
3	4	2	2	5
4	3	1	2	7
5	3	2	1	9

Tabla 6: Valores poblacionales de densidad para *Abrothrix longipilis*.

Parámetro	Muestreos	
	oct.-nov. ' 05	enero ' 06
Densidad $N^{\wedge}$	13,45	12,83
Varianza Var ($N^{\wedge}$)	0,02	0,03
Intervalo de confianza	12,21 – 14,69	10,87 – 14,79

Al considerar la densidad media para esta especie, es posible observar una muy leve variación desde un muestreo a otro. Según estos resultados, el muestreo de oct.-nov de 2005 es el más alto, pero levemente superior al de enero de 2006, tan sólo en un poco significativo 4,61%, lo que no alcanza a equivaler, en términos prácticos, a un individuo de diferencia (fig. 6).

Figura 6: Evolución de los valores de densidad para la población de *Abrothrix longipilis* a través del tiempo.



En ambos muestreos la desviación estándar y los límites de confianza son muy similares y muy cercanos entorno al valor de la densidad media (Tabla 6).

7.2.3. Ámbito de Hogar

Durante el intervalo de muestreo oct-nov de 2005 a enero de 2006 se marcaron 22 ejemplares de ***Abrothrix longipilis***, 13 hembras y 9 machos con un esfuerzo total de captura de 400 trampas/noche. Estos fueron recapturados 17 veces en total (tabla 7).

Tabla 7: Captura y recaptura total de individuos de ***Abrothrix longipilis*** a través del tiempo de estudio.

	Muestreo		Total
	oct.-nov ' 05	enero '06	
Captura	12	10	22
Recaptura	11	6	17

Del total de individuos, los machos son menos numerosos que las hembras, pero a pesar de esto, ambos presentan igual número máximo de recapturas, exactamente dos por ejemplar (tabla 8).

Tabla 8: Valores por individuo para el Ámbito de Hogar de ***Abrothrix longipilis***.

Marca	Sexo	Nº recaptura	Área (m2)	Error estándar
391	Hembra	2	50	- 66,7
453	Hembra	2	250	+133,3
479	Hembra	2	100	-16,7
480	Hembra	2	100	-16,7
466	Macho	2	100	-16,7
483	Macho	2	100	-16,7
Promedio			116,7	44,5

En relación a los desplazamientos lineales que experimentan los ejemplares de ***Abrothrix longipilis***, se observan fluctuaciones a través de los muestreos, muy similares para ambos sexos.

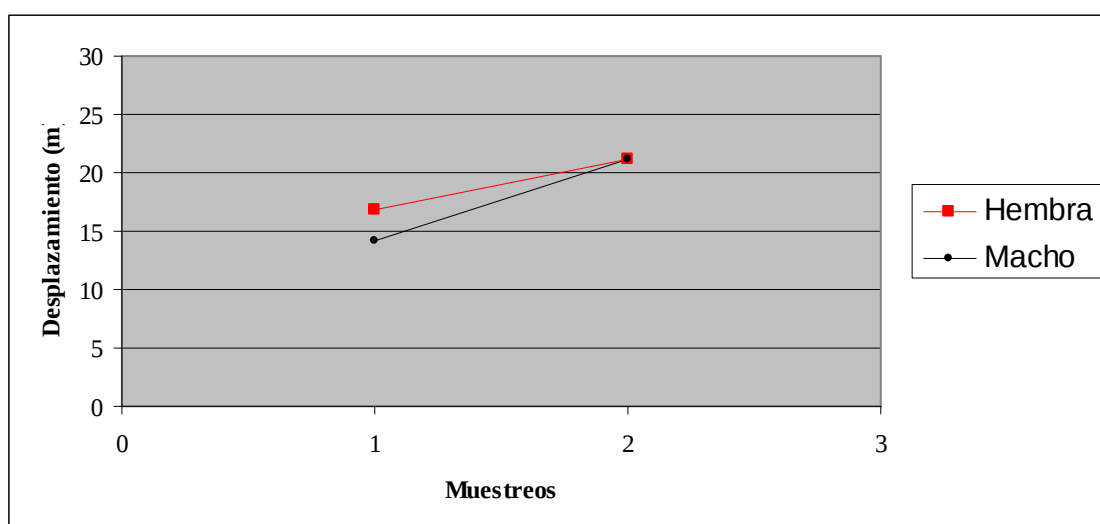
En el caso de las hembras, la tendencia general muestra que se desplazan o mueven levemente más que los machos, entre 16,8 a 21,2 m. El valor máximo corresponde al muestreo de enero de 2006, el cual representa un aumento del 26,2% en comparación al muestreo anterior (tabla 9) (fig. 7).

Los machos se desplazan entre 14,1 a 21,2 m; la máxima movilidad se midió, al igual que las hembras, en enero de 2006, con un aumento de 50,4% en comparación al muestreo de oct.-nov de 2005 (tabla 9) (fig. 8).

Tabla 9: Desplazamiento promedio de hembras y machos de *Abrothrix longipilis* a lo largo del intervalo de muestreo.

Desplazamientos (m)	Muestreo	
	oct.-nov. ' 05	enero ' 06
Hembras	16,8	21,2
Machos	14,1	21,2

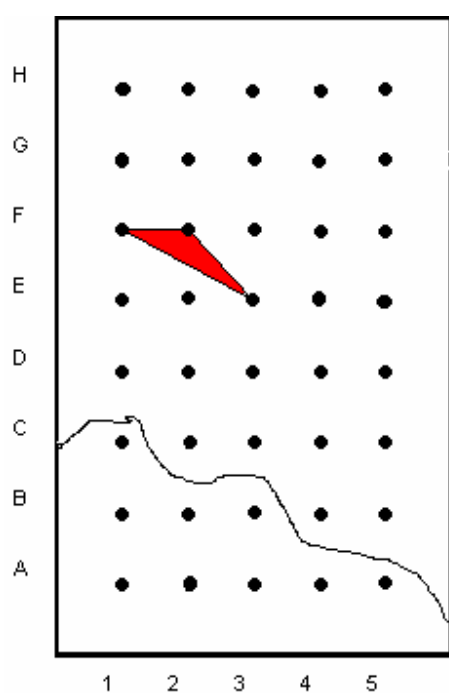
Figura 7: Variación del desplazamiento que experimentaron hembras y machos de *Abrothrix longipilis* desde oct.-nov de 2005 hasta enero de 2006.



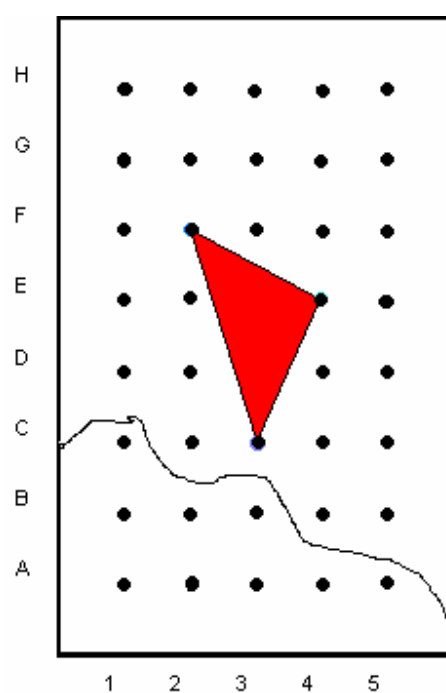
Por las restricciones del método, Área Mínima (ver marco teórico), sólo fue posible calcular el ámbito de hogar para 6 individuos de *Abrothrix longipilis* (27,3%) (Tabla 8). Encontrándose un área mínima de 50 m² y una máxima de 250 m².

De los seis individuos que permitieron estimar el Ámbito de Hogar, cuatro de ellos eran hembras, presentando un Área Mínima media de 125 m². Los dos machos de *Abrothrix longipilis* restantes presentan una superficie media ocupada de 100 m² (Tabla 8).

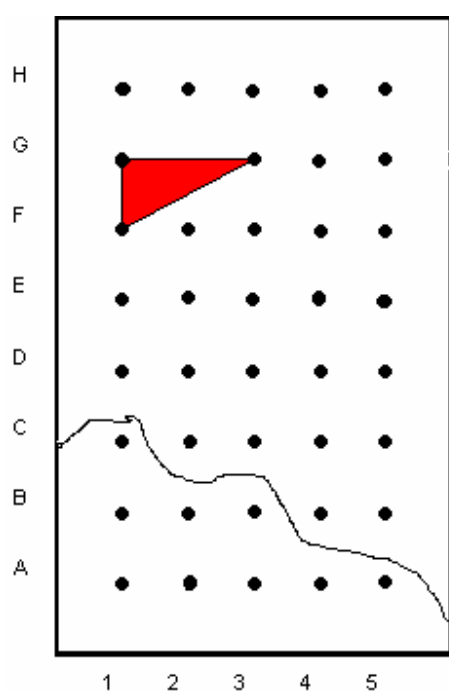
Figura 8: Ámbito de Hogar de individuos de *Abrothrix longipilis* en Playa Ancha Alto.



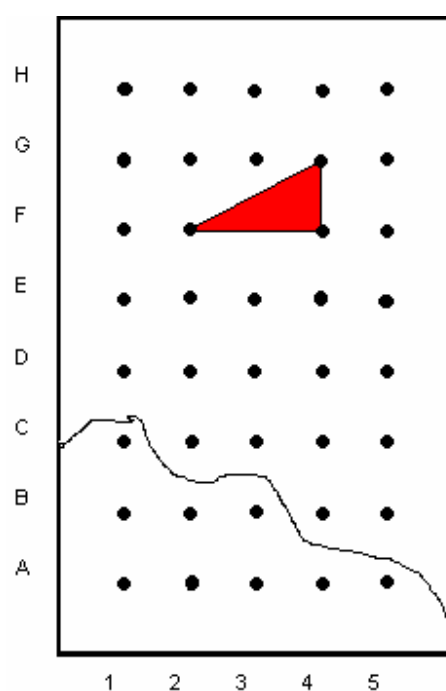
(Hembra) 391



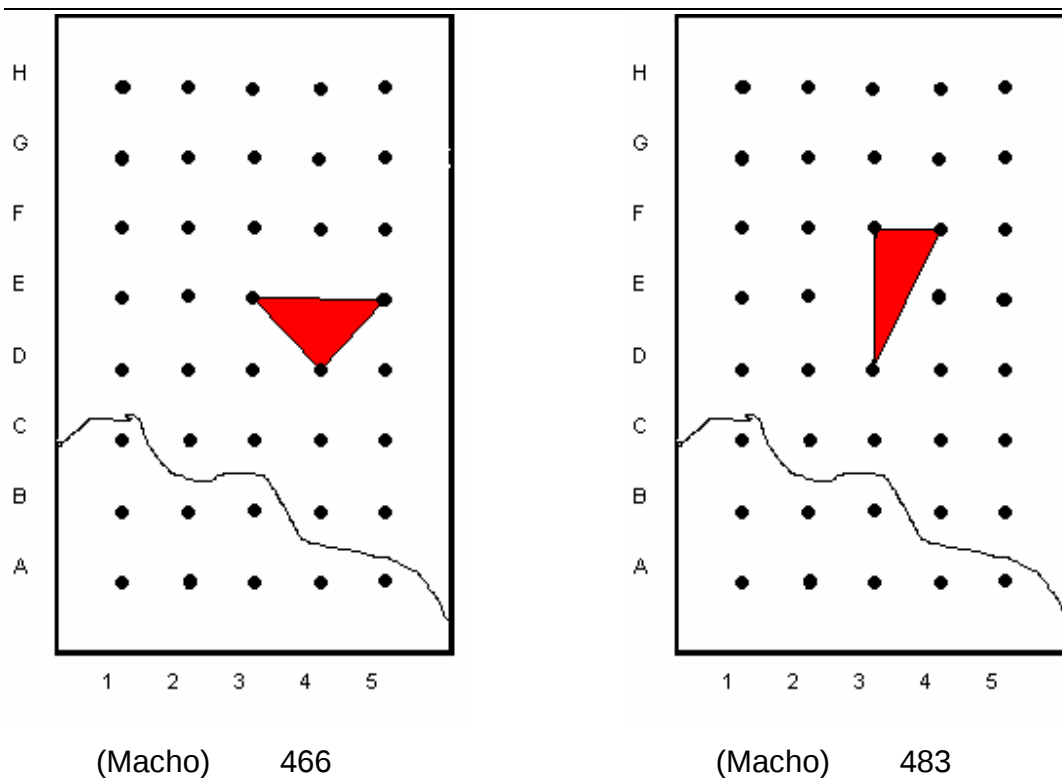
(Hembra) 453



(Hembra) 479



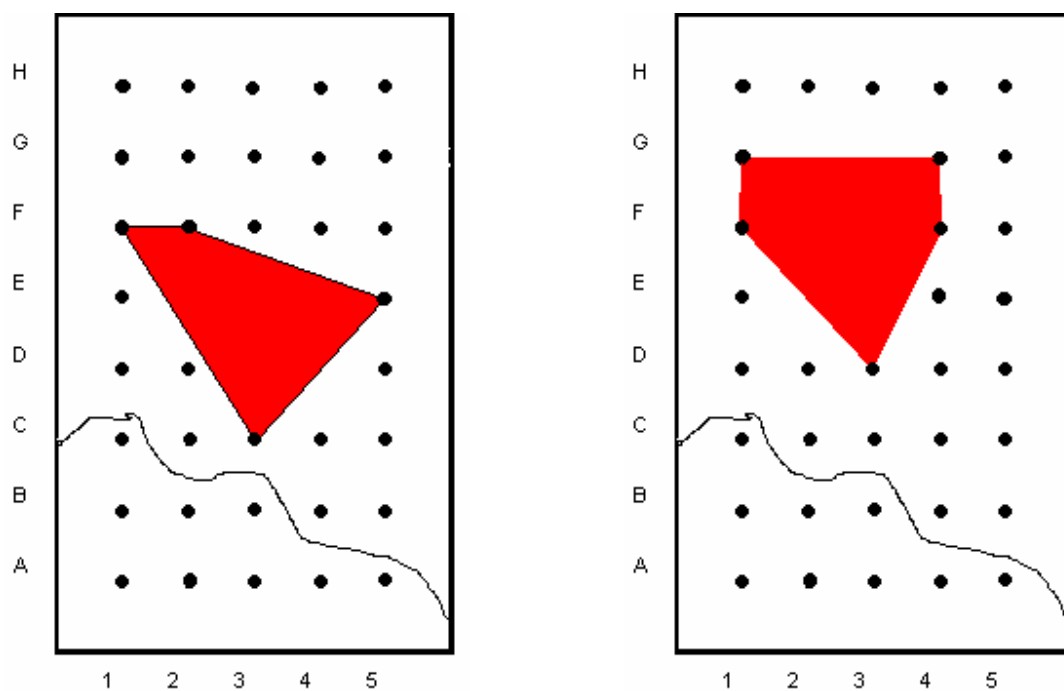
(Hembra) 480



En general, se observa que los individuos de *Abrothrix longipilis* ocupan preferentemente la parte media-alta de la grilla.

El uso del espacio al estar determinado por la sobre posición de las áreas resultantes de los distintos ámbitos de hogar que los individuos realizan, también sufre modificaciones temporales, demostrándose esto en una variación en la amplitud de la superficie total ocupada a través de los dos muestreos (fig. 9).

Figura 9: Uso del espacio por campaña de muestreo *Abrothrix longipilis*



Octubre – Noviembre 2005

Enero 2006

Se puede observar que durante el primer muestreo, oct. – nov. 2005 (primavera), la población de *Abrothrix longipilis* ocupó una superficie total de 550 m², la cual aumenta a 600 m² (9,1%) durante el segundo muestreo, enero 2006 (verano)

7.3. **Abrothrix olivaceus**

7.3.1. Antecedentes biológicos

- a) Nombre Vulgar: Ratón oliváceo.

- b) Descripción: Este pequeño roedor posee una cola más corta que la cabeza y el cuerpo, pabellones auriculares pequeños. El color dorsal de la cubierta de pelos, fluctúa de individuo a individuo entre límites bien extremos, pero se basa por lo general en pigmentos grisáceos con visos bruno-oliváceos. En la superficie ventral se aclara el tono hasta gris sucio. Al lado de ejemplares típicamente coloreados se encuentran otros con predominio de tonos brunos, tanto en su cara dorsal como en la ventral [27].

- c) Distribución geográfica: **Abrothrix olivaceus** se distribuye en Chile por la mayor parte del territorio, alcanzando desde la primera región hasta Tierra del Fuego, y en Argentina, a lo largo de la extensión sur de los Andes, y mucho menos en Río Negro y la provincia de Neuquén (fig. 2) [43].

- d) Ecología: En su extenso territorio de vida, **Abrothrix olivaceus** encuentra biocenosis de condiciones muy diversas, cuyos extremos antagónicos vienen a ser, por un lado, el pedregoso litoral de Tarapacá y, por el otro, la selva de lluvias austrochilena [27].

Generalmente se encuentra asociado en la vegetación centro chilena al peumo (*Cryptocarya alba*), belloto (***Beilschmiedia miersii***), boldo (***Peumus boldus***) y la palma (***Jubaea chilensis***) [27].

Esta especie es un roedor de hábitos usualmente nocturnos, pero en algunos sitios ha sido capturado en la mayoría de los casos durante el día. Tiene marcada preferencia por la vida en cuevas subterráneas o, al menos bajo la protección de grandes rocas; no excava ocasionalmente sus propias

galerías, habitando con frecuencia en los laberintos del cururo (*Spalacopus cyanus*), viviendo en grupos pequeños [43].

e) Reproducción: Con respecto a la etapa reproductiva, el *Abrothrix olivaceus* alcanza la madurez sexual a los pocos meses de edad, cerca de los dos meses, correspondiendo la época de reproducción –de acuerdo con la zona de vida- a la época más benigna del año; en el caso de las cercanías a Santiago, ésta corresponde al período septiembre-marzo, y en el Parque Fray Jorge, corresponde a noviembre y diciembre [43].

Esta especie se reproduce entre dos y tres veces al año, con un número de ejemplares que fluctúa usualmente entre 4 y 6 [27].

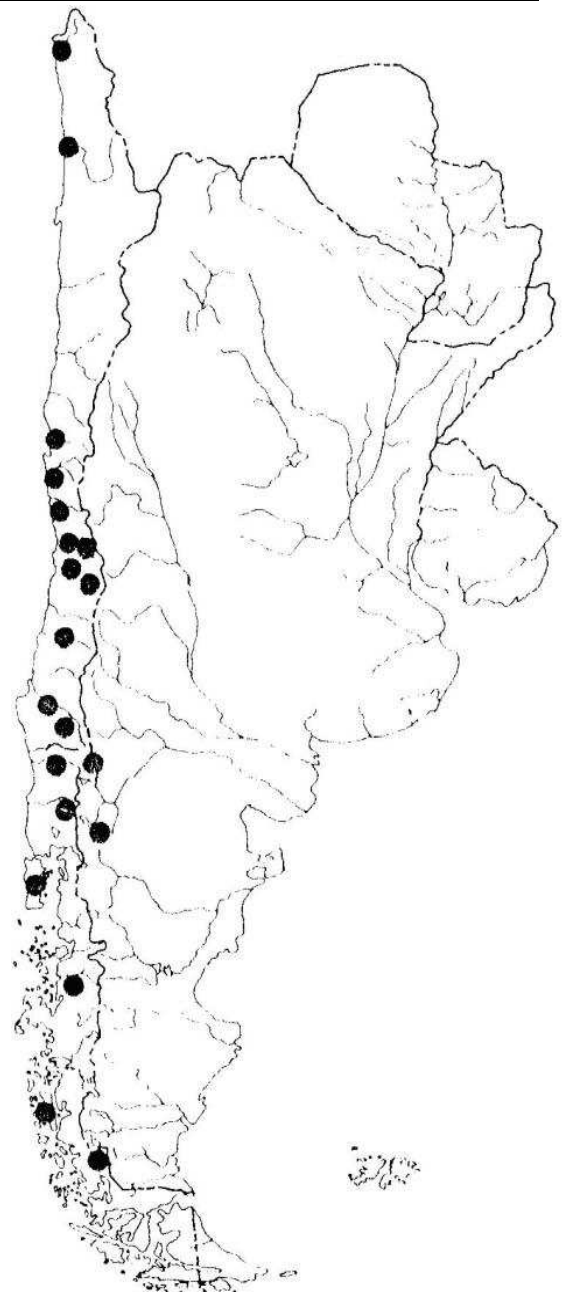


Figura 10: Distribución *Abrothrix olivaceus*

7.3.2. Densidad

Tabla 10: Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Primera campaña de muestreo. *Abrothrix olivaceus*.

Marca	Sexo	Fecha				
		31-10-2005	01-11-2005	02-11-2005	03-11-2005	04-11-2005
399	Macho	x		x		
452	Macho			x		
455	Macho	x			x	x
457	Hembra					x
460	Hembra	x	x			
465	Hembra		x			x
467	Hembra				x	
469	Macho		x		x	
473	Hembra			x	x	
481	Hembra	x	x	x		

Tabla 11: Resumen de capturas y recapturas sucesivas por noche, para *Abrothrix olivaceus*. Primera campaña de muestreo.

Muestra	Captura	Recaptura	Nuevo Marcado	Marcado antes muestra i
(i)	(Ni)	(Ri)	(Ni-Ri)	(Mi)
1	4	0	4	0
2	4	2	2	4
3	4	2	2	6
4	4	3	1	8
5	3	2	1	9

Tabla 12: Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Segunda campaña de muestreo. *Abrothrix olivaceus*.

Marca	Sexo	Fecha				
		25-01-2006	26-01-2006	27-01-2006	28-01-2006	29-01-2006
426	Macho	x				x
427	Hembra	x	x			
428	Macho	x	x	x		
429	Macho	x				
430	Macho		x	x	x	
431	Hembra		x			x
432	Hembra		x			
433	Hembra			x	x	x
434	Hembra				x	
435	Hembra					x

Tabla 13: Resumen de capturas y recapturas sucesivas por noche, para *Abrothrix olivaceus*. Segunda campaña de muestreo.

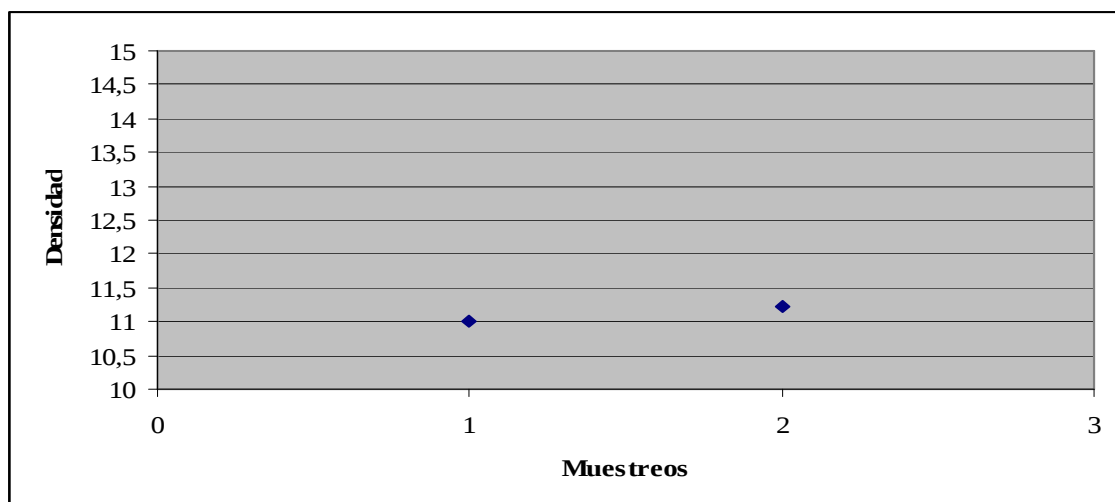
Muestra	Captura	Recaptura	Nuevo Marcado	Marcado antes muestra i
(i)	(Ni)	(Ri)	(Ni-Ri)	(Mi)
1	4	0	4	0
2	5	2	3	4
3	3	2	1	7
4	3	2	1	8
5	4	3	1	9

Tabla 14: Valores poblacionales de densidad para *Abrothrix olivaceus*.

Parámetro	Muestreos	
	oct.-nov. ' 05	enero ' 06
Densidad $N^{\wedge}$	11	11,22
Varianza Var ($N^{\wedge}$)	0,03	0,03
Intervalo de confianza	10,12 – 11,88	10,34 – 12,21

Al considerar la densidad media para *Abrothrix olivaceus*, es posible observar que no existe variación desde un muestreo a otro. Según estos resultados, la diferencia corresponde a 0,22 individuos por unidad de área entre la campaña de oct.-nov 2005 hasta enero 2006, lo cual es, en términos ecológicos, absolutamente poco significativo (gráfico 7).

Figura 11: Evolución de los valores de densidad para la población de *Abrothrix olivaceus* a través del tiempo.



En ambos muestreos la desviación estándar es la misma y los límites de confianza muy similar; también en este caso, muy cercanos al entorno del valor de la densidad (Tabla 15).

7.3.3. Ámbito de hogar

Durante el intervalo de muestreo oct-nov de 2005 a enero de 2006 se marcaron 20 ejemplares de ***Abrothrix olivaceus***, 12 hembras y 8 machos con un esfuerzo total de captura de 400 trampas/noche. Estos fueron recapturados 18 veces en total (Tabla 15).

Tabla 15: Captura y recaptura total de individuos de ***Abrothrix olivaceus*** a través del tiempo de estudio.

	Muestreo		Total
	oct.-nov ' 05	enero '06	
Captura	10	10	20
Recaptura	9	9	18

Al igual que en el caso de ***Abrothrix longipilis***, en esta oportunidad, del total de individuos de ***Abrothrix olivaceus***, los machos son menos numerosos que las hembras (33,3% menos), pero a pesar de esto, ambos presentan igual número máximo de recapturas, exactamente dos por ejemplar (Tabla 16).

Tabla 16: Valores por individuo para el Ámbito de Hogar de ***Abrothrix olivaceus***.

Marca	Sexo	Nº recaptura	Área (m2)	Error estándar
433	Hembra	2	250	+80
481	Hembra	2	50	-120
428	Macho	2	300	+130
430	Macho	2	150	-20
455	Macho	2	100	-70
Promedio			170	+/-84

En cuanto a los desplazamientos lineales que experimentan los ejemplares de ***Abrothrix olivaceus***, se observan fluctuaciones a través de los muestreos, muy diferentes para ambos sexos.

En el caso de las hembras, la tendencia general muestra que se desplazan en un intervalo que oscila entre 18,2 a 27 m. El valor máximo corresponde al muestreo de enero de 2006, el cual representa un aumento del 48,4% en relación al muestreo de oct-nov de 2005; dicho incremento permite superar la distancia de

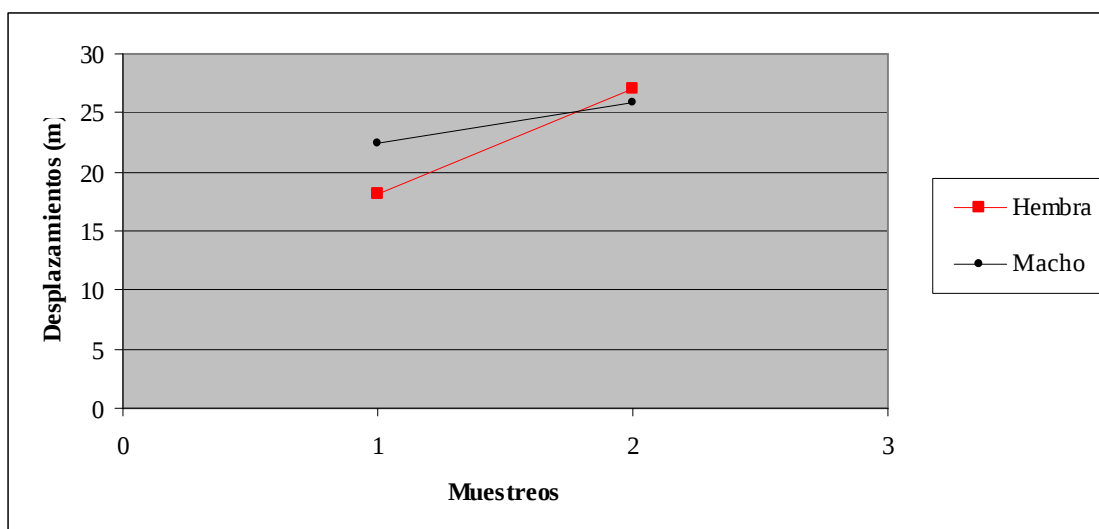
desplazamiento en comparación a los machos en este último muestreo (Tabla 18) (gráfico 8).

Los machos se desplazan entre 22,5 a 25,8 m; la máxima movilidad se midió, al igual que las hembras, en enero de 2006, pero en este caso experimentaron un aumento de 14,7% en comparación al muestreo de oct.-nov de 2005; valor que representa una diferencia Inter-muestreo bastante inferior al registrado por las hembras para igual intervalo de tiempo (Tabla 17) (figura 12).

Tabla 17: Desplazamiento promedio de hembras y machos de *Abrothrix olivaceus* a lo largo del intervalo de muestreo.

	Muestreo	
	oct.-nov. ' 05	enero ' 06
Desplazamiento Hembras (m)	18,2	27
Desplazamiento Machos (m)	22,5	25,8

Figura 12: Variación del desplazamiento que experimentaron hembras y machos de *Abrothrix olivaceus* desde oct.-nov de 2005 hasta enero de 2006.



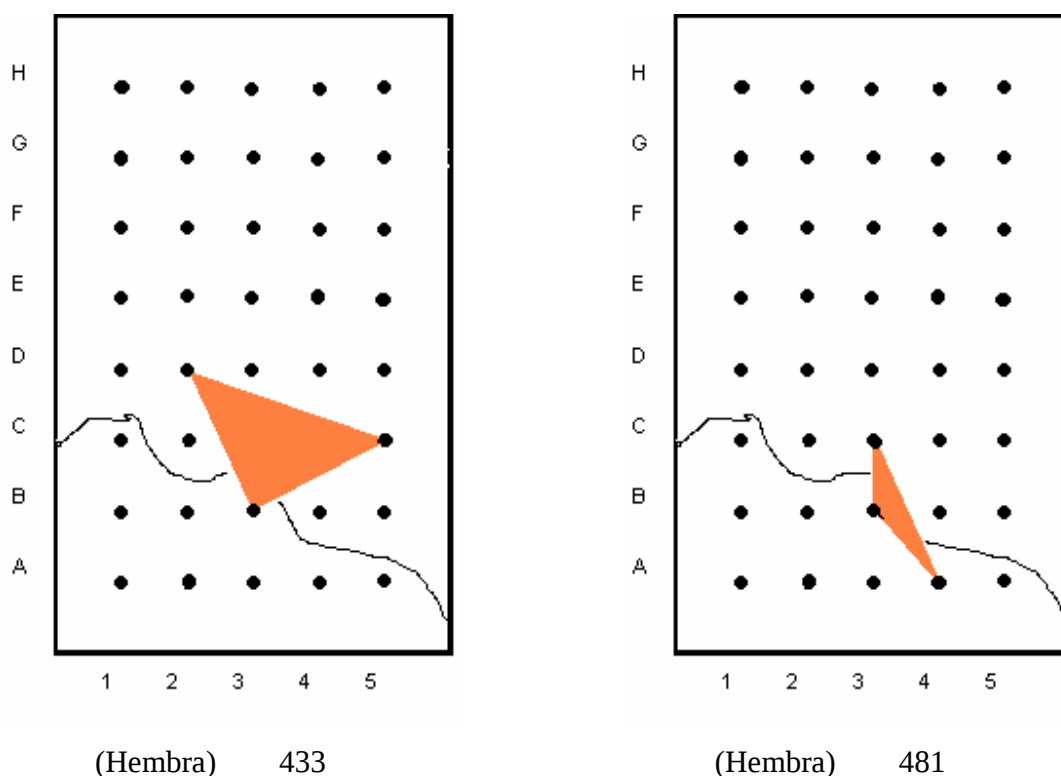
De acuerdo a lo establecido por las restricciones del método del Área Mínima, en esta oportunidad el ámbito de hogar fue calculado para cinco

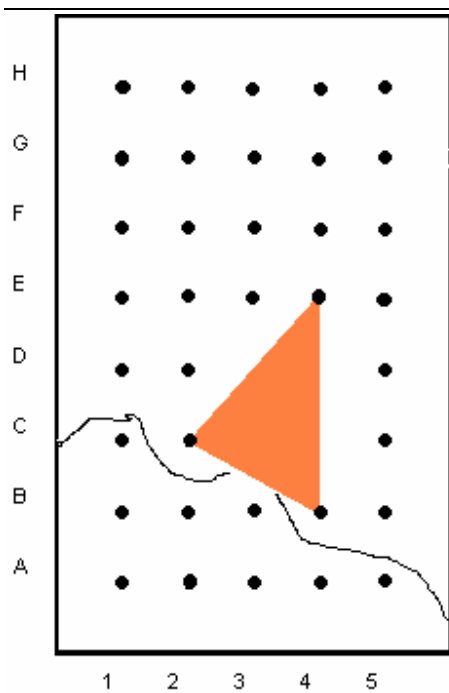
ejemplares de *Abrothrix olivaceus* (25%) (Tabla 16). Encontrándose un área mínima de 50 m² y una máxima de 300 m².

De los cinco individuos que permitieron estimar el Ámbito de Hogar, dos de ellos eran hembras, presentando un Área Mínima media de 150 m². Los tres machos restantes presentan una superficie media ocupada de 183,3 m² (Tabla 16).

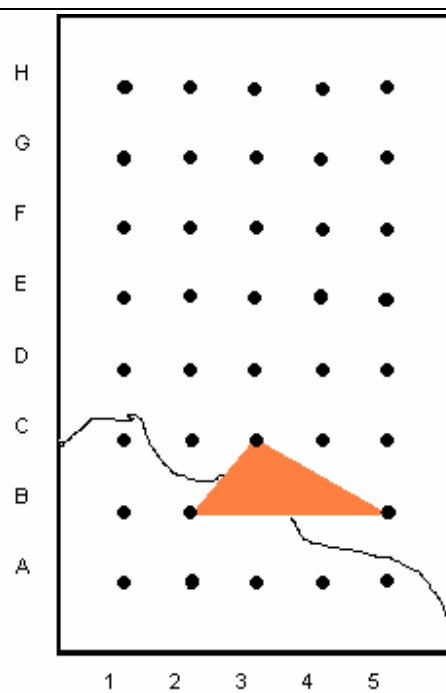
En general, se observa que los individuos de *Abrothrix olivaceus* ocupan preferentemente la parte baja de la grilla (fig. 13).

Figura 13: Ámbito de Hogar de individuos de *Abrothrix olivaceus* en Playa Ancha Alto.

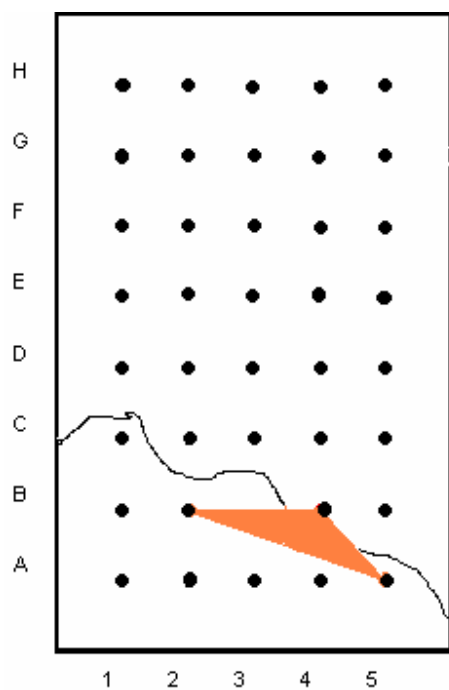




(Macho) 428



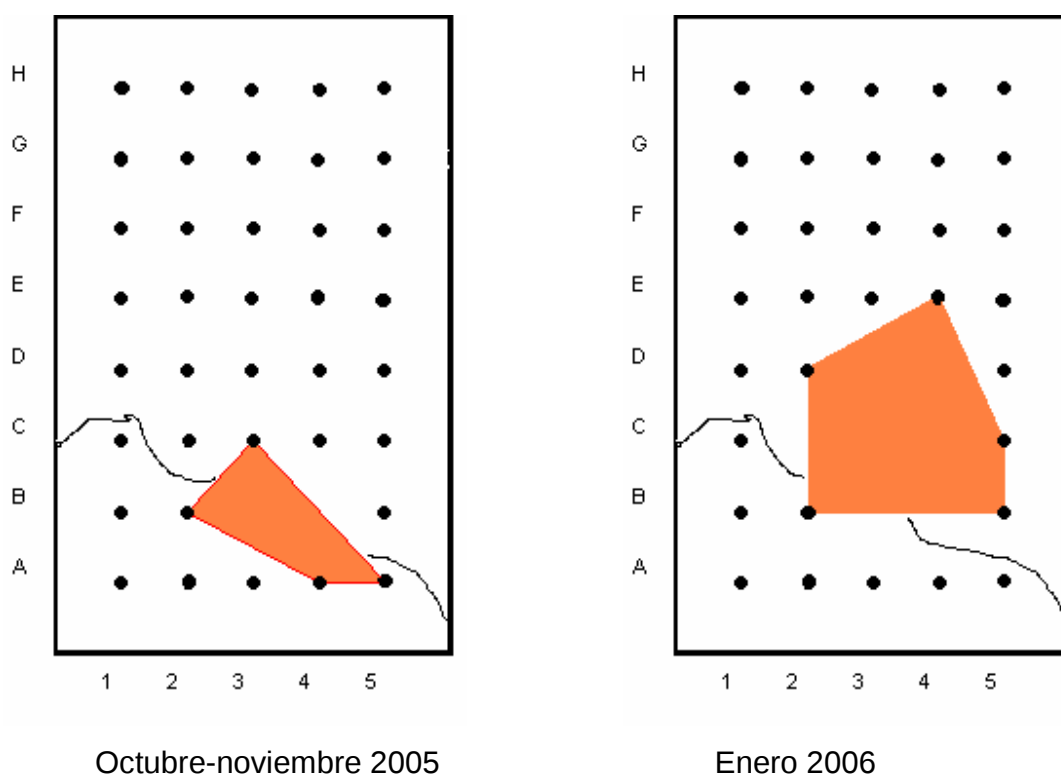
(Macho) 430



(Macho) 455

Al sobreponer los distintos ámbitos de hogar por campaña de muestreo, se observa una pronunciada variación en la superficie total ocupada desde la campaña de oct-nov 2005 (primavera) a la de enero de 2006 (verano). En el primer muestreo *Abrothrix olivaceus* ocupó una superficie media acumulada de 250 m², incrementándose aproximadamente tres veces, hasta alcanzar una superficie media de 700 m² (fig. 14).

Figura 14: Uso del espacio por campaña de muestreo *Abrothrix olivaceus*



7.4. **Phyllotis darwini**

7.4.1. Antecedentes biológicos

- a) Nombres vulgares: Lauchón orejudo, lauchita de Darwin
- b) Descripción: En esta robusta laucha la cabeza y cuerpo son casi siempre de 90 mm., y la cola es casi siempre más larga que la cabeza y cuerpo. Grandes pabellones oculares y orejas. La especie tiene un ámbito geográfico muy amplio; durante todo este ámbito el pelaje tiende a ser pálido en regiones áridas, y oscura y rica en color en regiones altas o húmedas, y menos espeso y sedoso en ejemplares de la costa central chilena y en áreas relativamente templadas. En términos generales, dominan pigmentos de color café. El dorso representa casi siempre una franca tonalidad bruna. Los ejemplares juveniles presentan tonos grisáceos, que dan paso más tarde a formas adultas café-ocráceas [43].
- c) Distribución geográfica: **Phyllotis darwini** abarca en su distribución la mayor parte del territorio chileno, ocupándolo desde la frontera septentrional hasta el estrecho de Magallanes. En Argentina, a lo largo del lado este de los Andes hasta Mendoza y Buenos Aires (fig. 15) [43].
- d) Ecología: **Phyllotis darwini** es un roedor de hábitos estrictamente nocturnos; realiza una vida solitaria y no se congrega en grandes colonias.

En Chile central generalmente se encuentra asociado a la estepa de espinos (**Acacia caven**) y a matorrales xerofíticos. Independientemente de la constelación específica del ambiente ocupado por el lauchón orejudo, se hace siempre evidente su afinidad por la protección de piedras y rocas, bajo cuyo abrigo instala sus refugios diurnos [27].

En Chile, esta especie, es herbívora en primavera y pronunciadamente granívora en verano, aunque la magnitud de esto último varía con el tipo de vegetación; no hay registros de consumo de insectos en su dieta [43].

e) Reproducción: En Chile el número de embriones por hembra fluctúa generalmente entre 4 y 8. En el matorral del norte semiárido *Phyllotis darwini* puede producir más que una camada por estación. Puede experimentar ratales después de una lluvia normal. Durante los años de brote, rápido incremento en el número, están aparentemente causados por una rápida maduración de los ejemplares jóvenes y por múltiples y cortos intervalos de preñado.

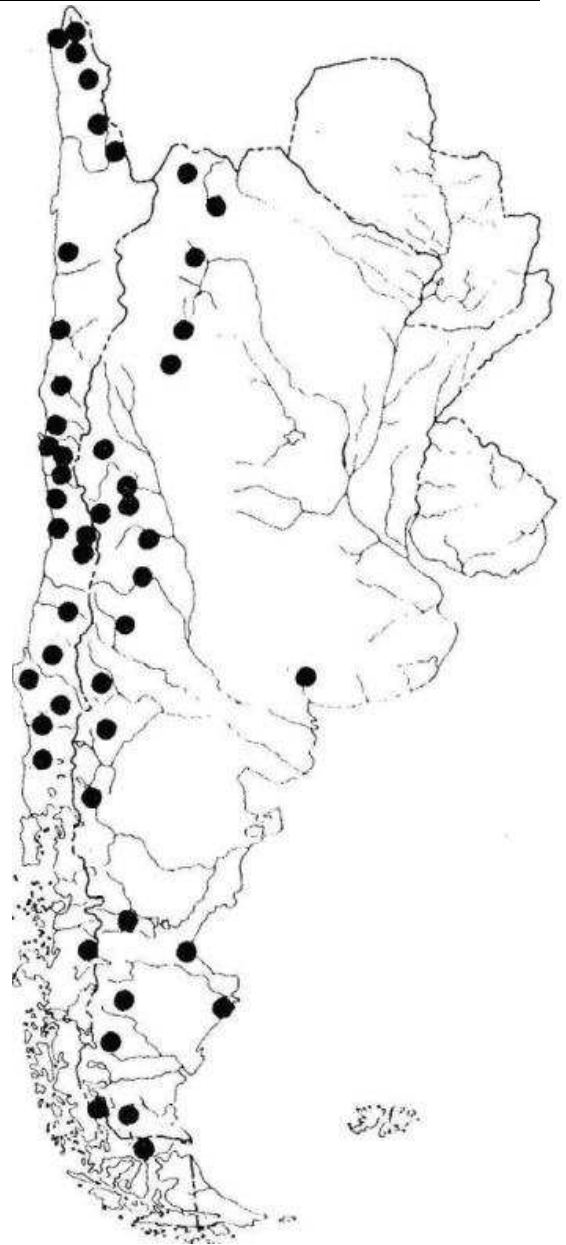


Figura 15: Distribución *Phyllotis darwini*

7.4.2. Densidad

Tabla 18: Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Primera campaña de muestreo. *Phyllotis darwini*.

Marca	Sexo	Fecha				
		31-10-2005	01-11-2005	02-11-2005	03-11-2005	04-11-2005
387	Macho	x	x		x	
388	Hembra	x	x			
389	Macho		x	x		
397	Hembra			x	x	x
403	Macho	x				
459	Macho		x	x		
462	Macho		x			
464	Macho					x
470	Hembra	x			x	
471	Macho				x	x
474	Hembra	x		x	x	
475	Macho			x		x
477	Hembra	x	x			

Tabla 19: Resumen de capturas y recapturas sucesivas por noche para la población de *Phyllotis darwini*. Primera campaña de muestreo.

Muestra	Captura	Recaptura	Nuevo Marcado	Marcado antes muestra i
(i)	(Ni)	(Ri)	(Ni-Ri)	(Mi)
1	6	0	6	0
2	6	3	3	6
3	5	3	2	9
4	5	4	1	11
5	4	3	1	12

Tabla 20: Capturas y recapturas sucesivas por individuo. Segunda campaña de muestreo. *Phyllotis darwini*.

Marca	Sexo	Fecha				
		25-01-2006	26-01-2006	27-01-2006	28-01-2006	29-01-2006
500	Macho	x	x			x
499	Hembra	x				x
494	Macho	x		x		
493	Macho		x	x	x	
448	Hembra		x			
447	Macho		x			
446	Macho			x		
445	Hembra				x	

Tabla 21: Resumen de capturas y recapturas sucesivas por noche para la población de *Phyllotis darwini*. Segunda campaña de muestreo.

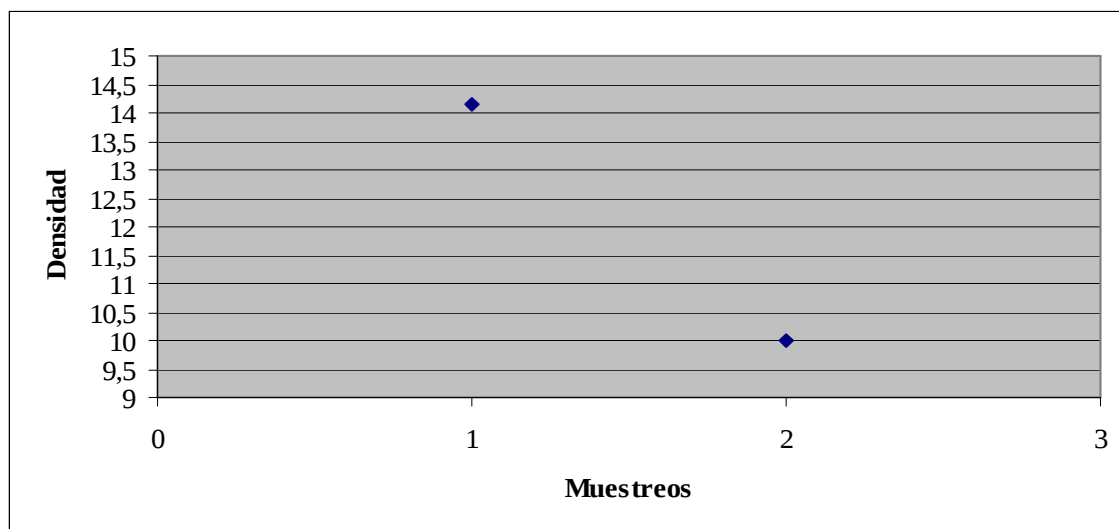
Muestra	Captura	Recaptura	Nuevo Marcado	Marcado antes muestra i
(i)	(Ni)	(Ri)	(Ni-Ri)	(Mi)
1	3	0	3	0
2	4	1	3	3
3	3	2	1	6
4	2	1	1	7
5	2	2	0	8

Tabla 22: Valores poblacionales de densidad para *Phyllotis darwini*.

Parámetro	Muestreos	
	oct.-nov. ' 05	enero ' 06
Densidad $N^{\wedge}$	14,15	10
Varianza Var ($N^{\wedge}$)	0,02	0,04
Intervalo de confianza	13,13 – 15,15	9,00 – 11,00

Al considerar la densidad media para *Phyllotis darwini*, es posible observar una pronunciada variación desde una campaña a otra. Según estos resultados, el primer muestreo (oct.-nov de 2005) es el más alto, superior en cuatro individuos a su equivalente en superficie, en comparación al muestreo de enero de 2006. Lo anterior evidencia una disminución de un 29,4% de la densidad media desde la primavera 2005 al verano 2006 (fig. 16).

Figura 16: Evolución de los valores de densidad para la población de *Phyllotis darwini* a través del tiempo.



En este caso la desviación estándar del muestreo correspondiente a enero de 2006 duplica a la observada en oct-nov de 2005 y los límites de confianza son disímiles, sin embargo, y al igual que para las dos especies anteriores, tanto la desviación como el límite de confianza están muy próximos entorno al valor de la densidad media (Tabla 22).

7.4.3. Ámbito de hogar

Durante el intervalo de muestreo oct-nov de 2005 a enero de 2006 se marcaron 21 ejemplares de *Phyllotis darwini*, 8 hembras y 13 machos con un esfuerzo total de captura de 400 trampas/noche. Estos fueron recapturados 19 veces en total (Tabla 23).

Tabla 23: Captura y recaptura total de individuos de *Phyllotis darwini* a través del tiempo de estudio.

	Muestreo		Total
	oct.-nov ' 05	enero '06	
Captura	13	8	21
Recaptura	13	6	19

Del conjunto de individuos, los machos son más numerosos que las hembras, a pesar de lo cual, también en esta oportunidad ambos presentan igual número máximo de recapturas, exactamente dos por ejemplar (Tabla 24).

Tabla 24: Valores por individuo para el Ámbito de Hogar de *Phyllotis darwini*.

Marca	Sexo	Nº recaptura	Área (m ²)
397	Hembra	2	50
474	Hembra	2	50
387	Macho	2	50
493	Macho	2	50
500	Macho	2	50

En cuanto a los desplazamientos lineales que se observan en los ejemplares de *Phyllotis darwini*, se aprecian fluctuaciones a través de los muestreos para las hembras, y no para los machos, los cuales permanecen constante a lo largo de todo el intervalo temporal de muestreo.

En el caso de las hembras, los resultados muestran que se desplazan o mueven en un intervalo que va de 10,4 a 22,4 m. El valor máximo corresponde al

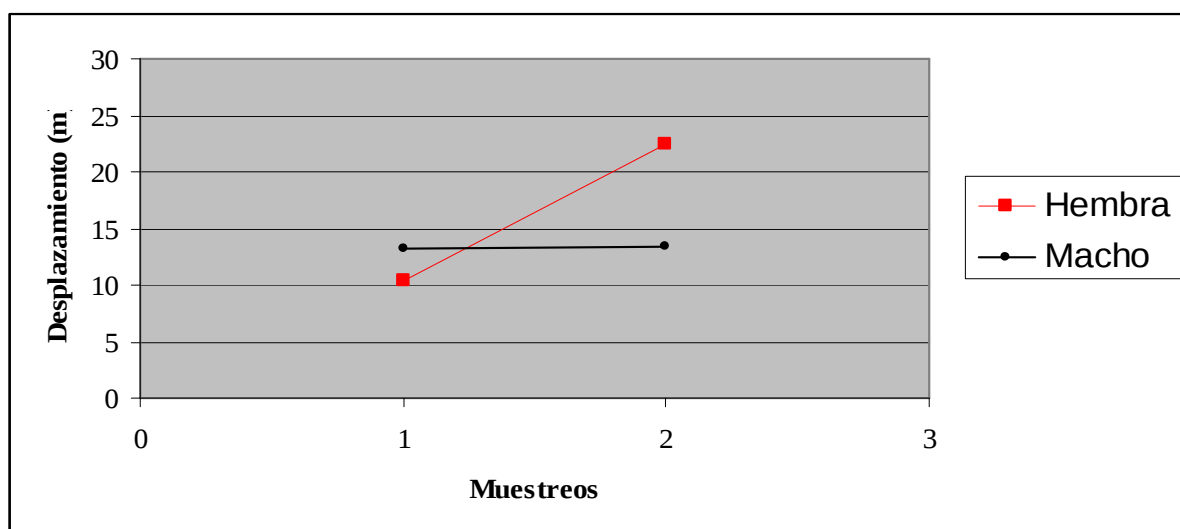
muestreo de enero de 2006, el cual representa un elevado aumento del 115,4% en comparación al muestreo anterior; sin embargo, el valor representado para el segundo muestreo fue obtenido con sólo un ejemplar femenino capturado, por lo cual, no se puede afirmar que sea una tendencia (Tabla 25) (fig. 17).

Los machos se desplazan entre 13,28 a 13,33 m; lo que implica un aumento del 0,4% entre el muestreo de oct-nov de 2005 al muestreo de enero de 2006, por lo cual podemos considerarlo como constante a través del intervalo temporal (tabla 25) (fig. 17).

Tabla 25: Desplazamiento promedio de hembras y machos de *Phyllotis darwini* a lo largo del intervalo de muestreo.

	Muestreo	
	oct.-nov. ' 05	enero ' 06
Desplazamiento Hembras (m)	10,41	22,40
Desplazamiento Machos (m)	13,28	13,33

Figura 17: Variación del desplazamiento que experimentaron hembras y machos de *Phyllotis darwini* desde oct.-nov de 2005 hasta enero de 2006.



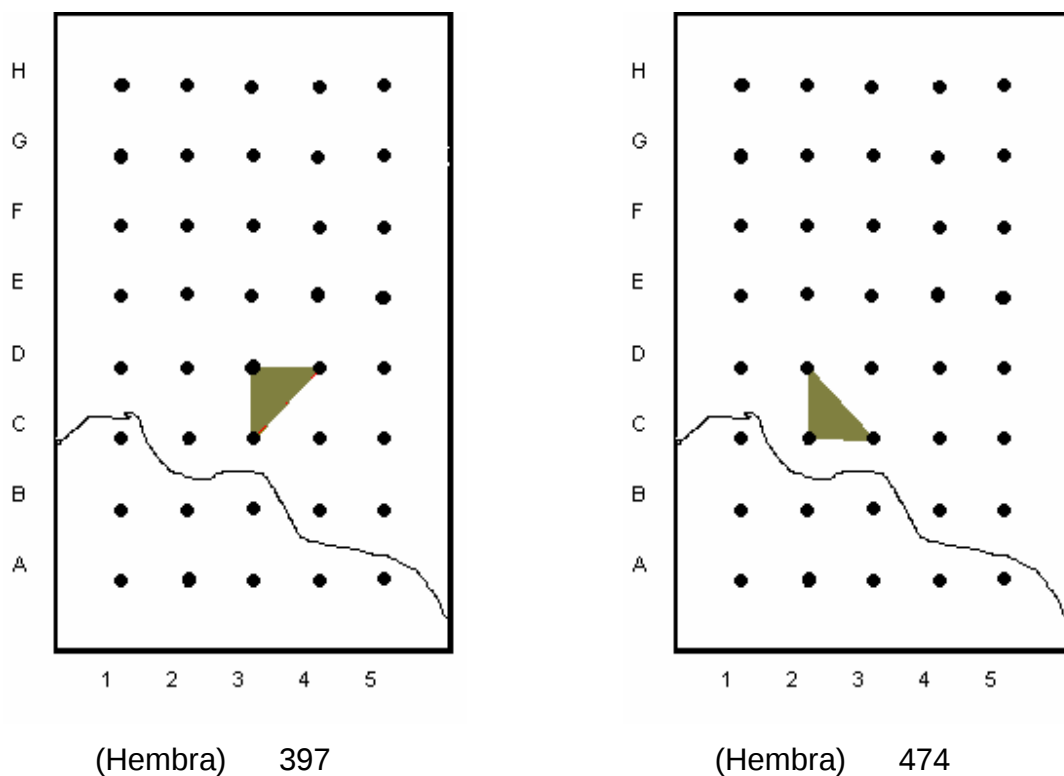
Con esta especie sólo fue posible calcular el ámbito de hogar para 5 individuos, los que representan el 22,7% del total de ejemplares capturados (Tabla

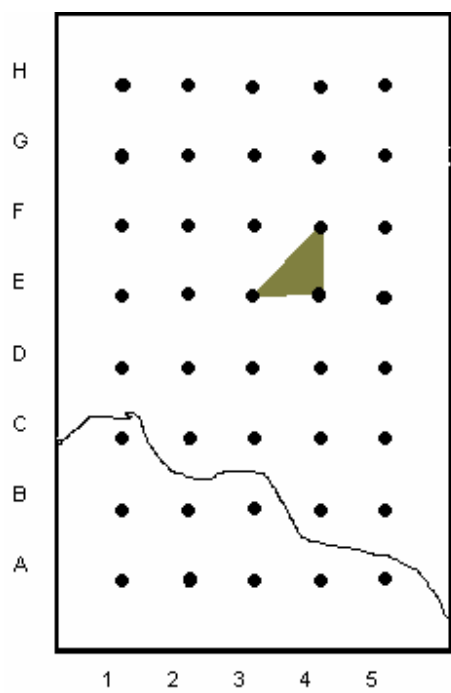
24). Encontrándose un área mínima constante para todos los ejemplares de 50 m².

De los cinco individuos que permitieron estimar el Ámbito de Hogar, dos de ellos eran hembras, presentando un Área Mínima media de 50 m² al igual que los tres machos de *Phyllotis darwini* restantes (Tabla 24).

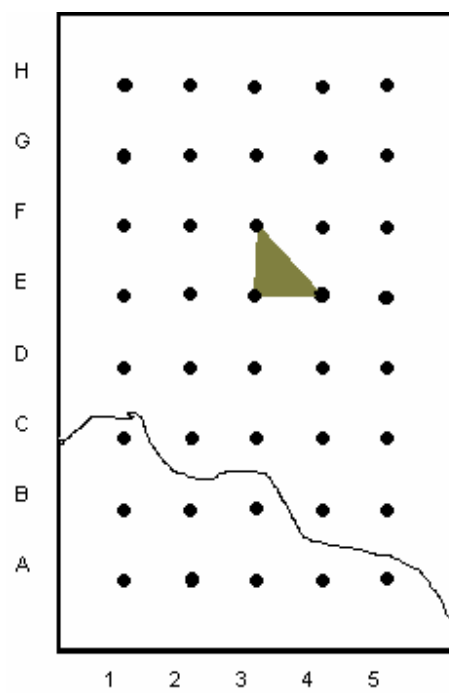
En general, se observa que los individuos de *Phyllotis darwini* se distribuyen en torno al centro de la superficie de la grilla (fig. 18).

Figura 18: Ámbito de Hogar de individuos de *Phyllotis darwini* en Playa Ancha Alto.

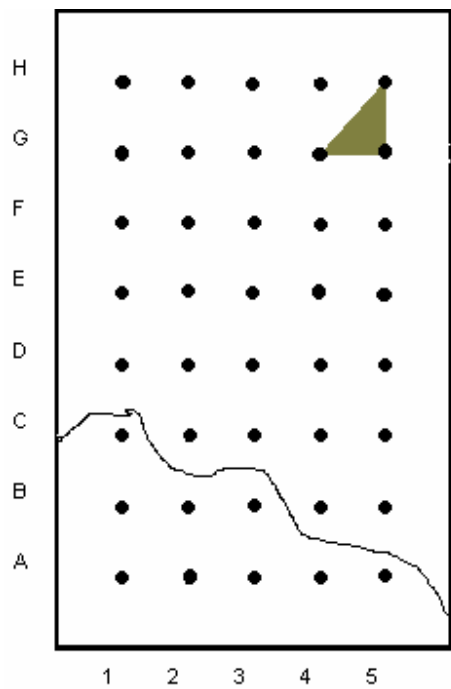




(Macho) 387



(Macho) 493

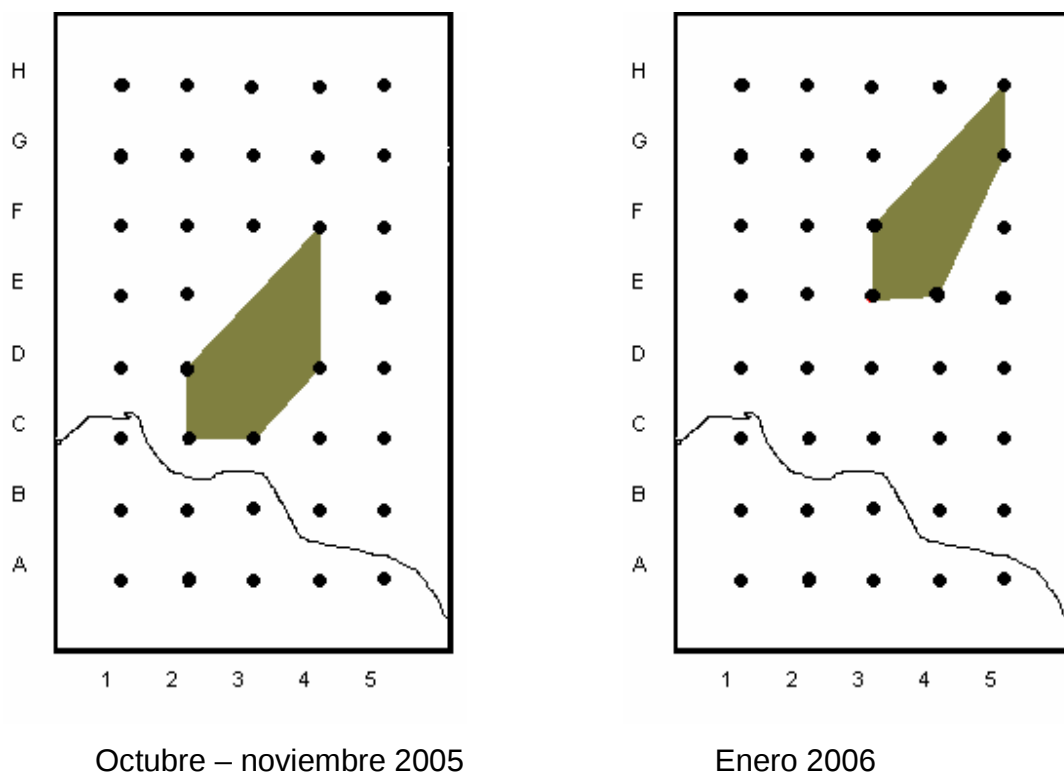


(Macho) 500

Las superficies resultantes de la sobre posición de los distintos ámbitos de hogar calculados para los cinco ejemplares de *Phyllotis darwini* muestra leves fluctuaciones espaciales entre las dos campañas de muestreo (fig. 19).

Se puede observar que durante el primer muestreo, oct.-nov. 2005 (primavera), la población de *Phyllotis darwini* ocupó un espacio total de 350 m², superficie mayor en un 14,3% a los 300 m² ocupada durante el segundo muestreo, enero 2006 (verano).

Figura 19: Uso del espacio por campaña de muestreo *Phyllotis darwini*.



A continuación se presenta una tabla resumen referente a los parámetros ecológicos de las tres especies anteriormente descritas, con la finalidad de lograr una mejor visualización de la variación de estos.

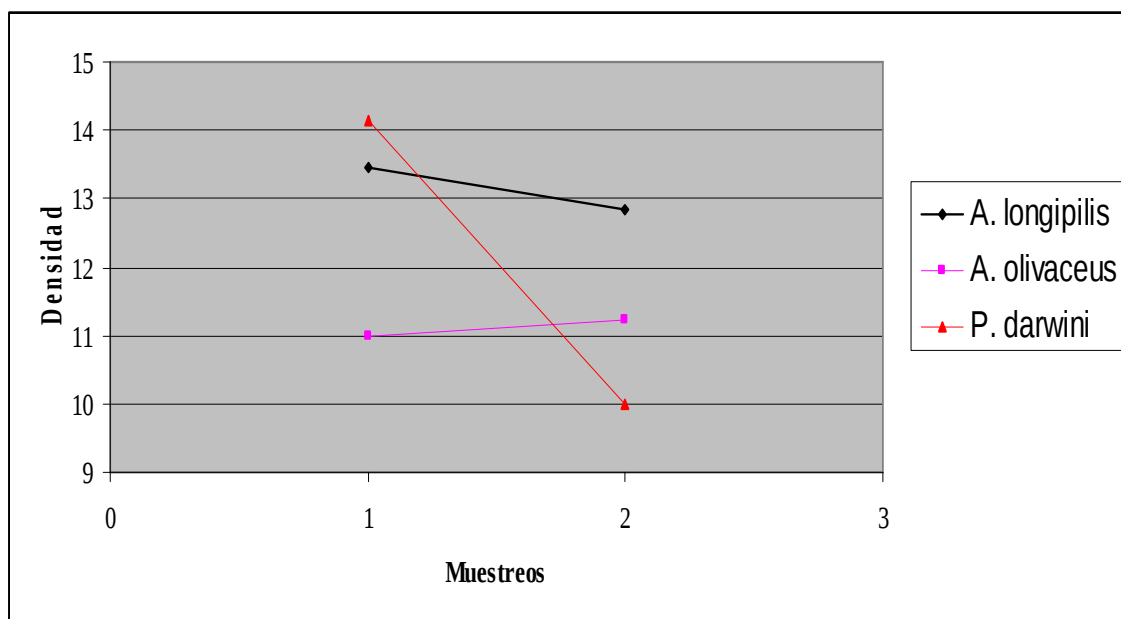
Tabla 26: Tabla resumen parámetros ecológicos en las tres especies de micromamíferos presentes en Playa Ancha alto. Las estimaciones del ámbito de hogar se basan en los métodos de distancia entre capturas sucesivas (DBR, m) y área mínima (m²). Los valores son promedios junto al error estándar. N es el número de individuos.

Especie	Densidad		Área Mínima (m ²)	N	DBR (m)	N
	1º muestreo	2º Muestreo				
<i>Akodon longipilis</i>	13,45	12,83	116,70 +/- 41,13	6	17,00 +/- 4,00	11
<i>Akodon olivaceus</i>	11,00	11,22	170,00 +/- 84,00	5	23,00 +/- 4,40	13
<i>Phyllotis darwini</i>	14,15	10,00	50,00 +/- 0,00	5	12,92 +/- 3,88	14

Al considerar la densidad media de cada una de las especies de micromamíferos presentes en el sector alto de Playa Ancha, se observa pronunciadas diferencias entre cada una de ellas. Según estos resultados, en el primer muestreo la especie más abundante fue *Phyllotis darwini*, seguida por *Abrothrix longipilis* y, la especie que presentó menos densidad fue *Abrothrix olivaceus*; situación que cambió considerablemente en el segundo muestreo, donde *Phyllotis darwini* decreció en aproximadamente un 30%, con lo cual fue la especie menos abundante para este periodo, superado por *Abrothrix olivaceus* que se mantuvo prácticamente constante a través del intervalo temporal y, en este muestreo, la especie más abundante fue *Abrothrix longipilis*, que a pesar de evidenciar un decrecimiento en relación al muestreo anterior, éste fue sólo de un 4,7% (Tabla 26) (fig. 20).

En resumen, se observa que ninguna de las especies presente en el área de trabajo aumentó en su abundancia desde el muestreo de oct-nov de 2005 (primavera) al de enero de 2006 (verano), y dos de las tres especies, *Phyllotis darwini* y *Abrothrix longipilis*, sufrieron una disminución de la densidad generando una inversión entre ambas (fig.20).

Figura 20: Evolución de los valores de densidad para los Micromamíferos presentes en Playa Ancha Alto.



7.5. *Thilamys elegans*

7.5.1. Antecedentes biológicos

- a) Nombres vulgares: Marmosa elegante, yaca.
- b) Descripción: ***Thilamys elegans*** es un marsupial de tamaño medio, alcanza entre 22 a 26 cm. de longitud cabeza-cuerpo, a la que suma una larga cola, que llega a 12,6 cm., la cual es de pelo fino completamente. Un hocico aguzado armado de dientes filudos, conjuntamente con ojos y pabellones auriculares negros muy grandes que se extienden hacia la nariz [43].

El pelaje largo, sedoso y denso se ve teñido con pigmentos grisáceos u ocreos en el dorso, presentándose muy claro y aun de un blanco puro sobre la superficie ventral del cuerpo. Entre estas dos zonas de coloración se interpone todavía una tercera de pelos ocráceos que ocupa los flancos [27].

- c) Distribución geográfica: Este marsupial de amplia distribución se encuentra en el sur del Perú, sur de Bolivia, noroeste de Argentina. En Chile se distribuye por un amplio sector geográfico que abarca tanto las vecindades del mar como los faldeos cordilleranos hasta unos 2.500 m. de altura sobre el nivel del mar. Excepto por un reporte de hace 90 años, no se verifican especies de ***Thilamys elegans*** desde el sur del Bío-Bío (fig. 4) [48].

- c) Ecología: ***Thilamys elegans*** se encuentra en diversos tipos de hábitats: en el norte grande habitan las espesuras de chilca (***Baccharis petiolata***) que acompañan, en estrecha faja, el curso de los ríos; en el norte chico (Taltal – Coquimbo) habitan la formación del “jaral”; ocupando, finalmente, en el centro de Chile, la estepa de espinos del valle central, así como las asociaciones vegetales del supralitoral y de los contrafuegos cordilleranos [27].

Este marsupial, de hábitos estrictamente nocturnos, posee elevadas demandas térmicas, por lo que durante el invierno se retira a invernar a sus nidos

tapizados de musgos y briznas, que construye bajo grandes rocas o al abrigo de raíces protectoras. Tiempo en el cual utiliza las reservas adiposas acumuladas principalmente en la base de la cola [36].

Thilamys elegans puede ser capturado tanto sobre los árboles como sobre la superficie terrestre [43].

Su alimentación se basa en un régimen integrado por antrópodos, crías de otros mamíferos y tanto huevos como polluelos de pequeñas aves, lo cual constituye el 90% del volumen de su dieta [27].

e) Reproducción: La época de reproducción corresponde a los meses de septiembre a marzo, periodo en cuyo transcurso cada hembra suele parir dos veces. El número de ejemplares por nacimiento oscila entre 8 a 20 [43].

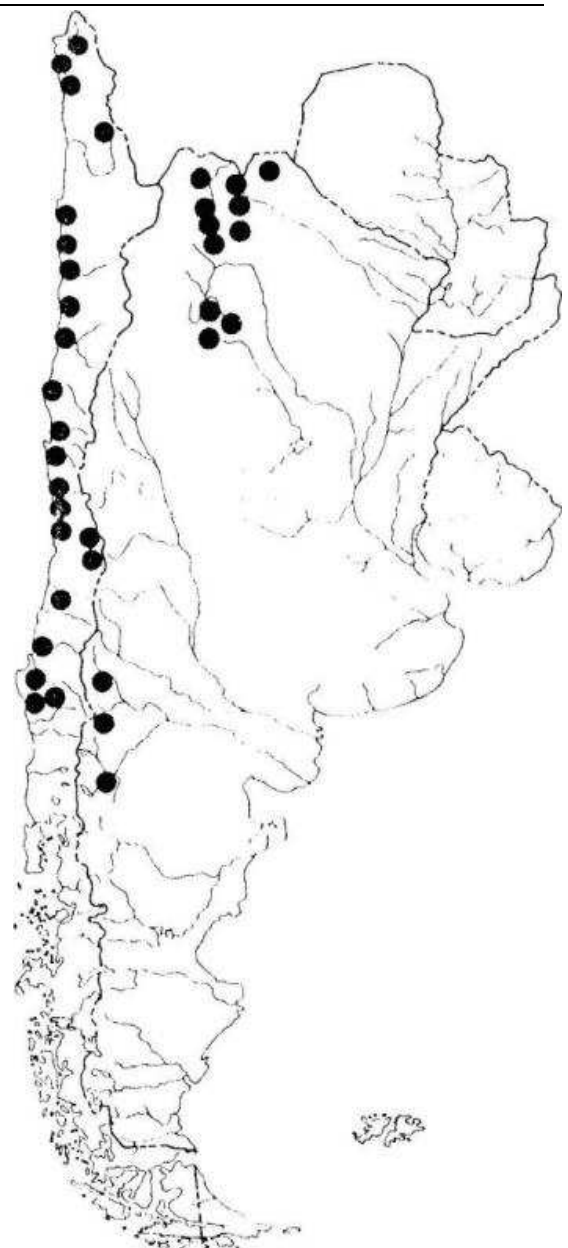


Figura 21: Distribución ***Thilamys elegans***

7.6. **Rattus rattus**

7.6.1. Antecedentes biológicos

- a) Nombre vulgar: Rata negra
- b) Descripción: El rango del largo total varía de 327 a 450 mm.; la cola es de 160 a 220 mm., y la pata trasera promedia 35,5 mm. Un macho grande puede pesar 200 gr. Esta rata puede ser distinguida de ***Rattus norvegicus*** por su larga cola. El dorso es grisáceos oscuro, y el vientre puede ser gris o casi negro [43].
- c) Distribución geográfica: Como una especie introducida por humanos, esta rata tiende a ser asociada a su residencia. Es altamente arbórea y puede extenderse al interior de regiones forestales alejadas desde los puntos de introducción original. Generalmente ocurre cerca de asentamientos costeros [43].
- d) Ecología y reproducción: Esta rata es altamente adaptable y un excelente invasor. Es omnívoro, pero sin dificultad come frutas. Cuando ocupa sitios naturales, tres a cinco ejemplares son producidos después de 23 días de gestación [43].

7.7. Biodiversidad de la comunidad de micromamíferos presentes en el sector de Playa Ancha Alto.

La comunidad de micromamíferos en el sector alto de Playa Ancha esta formada por cinco especies que presentan marcadas diferencias en sus abundancias (tabla 27). La distribución porcentual de las especies está repartida de manera bastante uniforme en ***Abrothrix longipilis*** (33,3%), ***Abrothrix olivaceus*** (30,3%) y ***Phyllotis darwini*** (31,9%) (tabla 27), conjunto de roedores que conforman el núcleo comunitario al cual acompañan las otras dos especies.

Tabla 27: Composición de la comunidad de micromamíferos en el área de estudio.
P_i corresponde a la abundancia proporcional de la especie i.

Especie	n	%	p _i	ln (p _i)	p _i * ln (p _i)	p _i ²
Rodentia						
<i>Akodon longipilis</i>	22	33,3	0,33	-1,11	-0,37	0,1089
<i>Akodon olivaceus</i>	20	30,3	0,31	-1,17	-0,36	0,0961
<i>Phyllotis darwini</i>	21	31,9	0,32	-1,14	-0,36	0,1024
<i>Rattus rattus</i>	1	1,5	0,01	-4,60	-0,05	0,0001
Marsupialia						
<i>Thylamys elegans</i>	2	3,0	0,03	-3,51	-0,11	0,0009
TOTAL	66	100	1	—	-1,25	0,3084

La diversidad alcanza un valor de cierta importancia, lo cual se refleja en una alta uniformidad. En consideración a que esta comunidad está fuertemente representada por las tres especies de roedores nativos, ***Abrothrix longipilis***, ***Abrothrix olivaceus*** y ***Phyllotis darwini***, el predominio alcanza un valor relativamente bajo (tabla 28).

Tabla 28: Valores de la comunidad de micromamíferos en el sector de estudio.

Característica	Sector alto de Playa Ancha
Diversidad	1,25
Uniformidad	78,00
Predominio	0,31
Riqueza	0,95

La riqueza media total en el sector alto de Playa Ancha fue de 0,95, pero presenta marcadas fluctuaciones desde el primer muestreo al segundo. En la primera campaña de muestreo, oct-nov 2005, tenía un valor de 0,56 y al muestreo posterior, enero 2006, ascendió a 1,17 (un aumento equivalente al 108%) (tabla 29).

Tabla 29: Riqueza, por campaña de muestreo, de la comunidad de micromamíferos en el sector alto de Playa Ancha.

	Octubre – Noviembre 2005	Enero 2006
Riqueza	0,56	1,17

De la tabla 30 se desprende que la similitud taxonómica entre las dos campañas de muestreos fue levemente alta, alcanzando un valor de 0,6, lo que representa una similitud del 60% de la comunidad de micromamíferos, en relación al grado de cambio temporal, presentado en el sector alto de Playa Ancha.

Tabla 30: Número de especies de micromamíferos registrados en las dos campañas de muestreos.

Especie	Octubre – Noviembre 2005	Enero 2006
<i>Akodon longipilis</i>	X	X
<i>Akodon olivaceus</i>	X	X
<i>Phyllotis darwini</i>	X	X
<i>Rattus rattus</i>		X
<i>Thylamys elegans</i>		X

7.8. Eficiencia del esfuerzo de captura

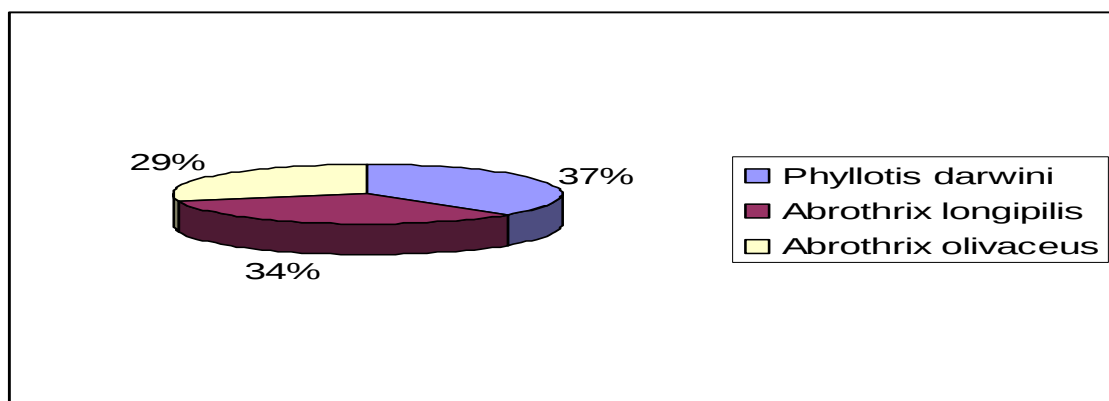
7.8.1. Primera campaña de muestreo, octubre – noviembre 2005

El esfuerzo de muestreo fue exactamente de 40 trampas por noche, lo cual determina un esfuerzo total de captura de 200 trampas/noche.

En esta campaña de muestreo, se capturaron en total tres especies de micromamíferos, todas ellas nativas. Las especies corresponden a: ***Phyllotis darwini***, ***Abrothrix olivaceus*** y ***Abrothrix longipilis***, esta última considerada, en la Ley 19.473, SAG 1998, como inadecuadamente conocida (ver marco teórico).

En cuanto al número de ejemplares capturados, se contabilizó un total de 35 individuos, de los cuales el más abundante fue ***Phyllotis darwini***, con 13 individuos (37,1%), seguido de ***Abrothrix longipilis***, con 12 ejemplares (34,3%) y finalmente ***Abrothrix olivaceus***, con 10 ejemplares capturados (28,6%); tal como se aprecia en la figura 22.

Figura 22: Porcentaje de micromamíferos capturados en la primera campaña.



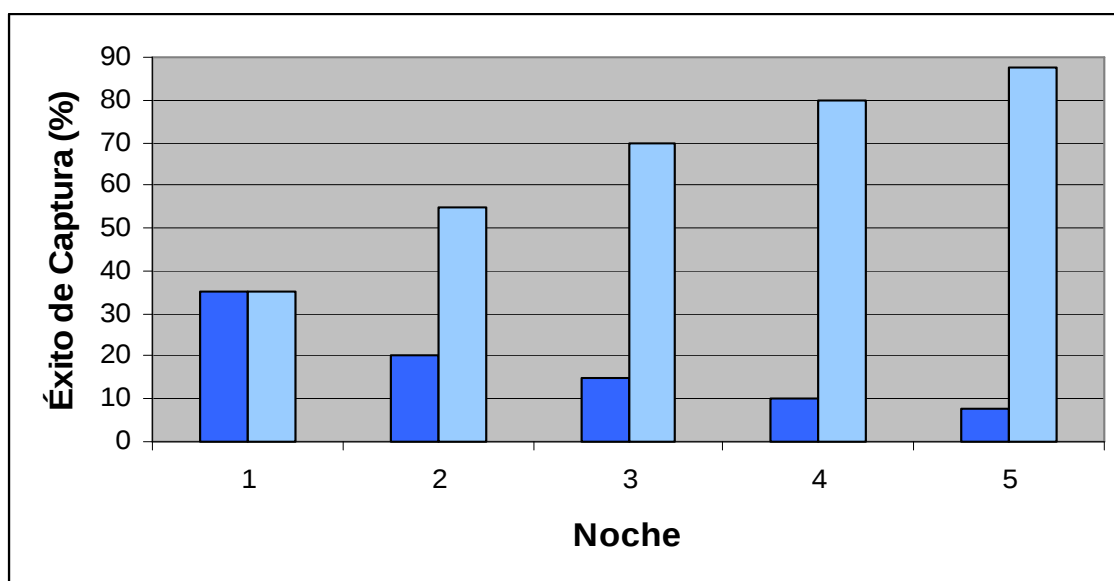
Tal como se aprecia en la tabla 7, el número de capturas en las noches sucesivas fue decreciendo, hasta alcanzar una captura final de 3 ejemplares.

Tabla 31: Número de capturas (separadas por noche) de micromamíferos presentes en la primera campaña de muestreo.

Especies	Número de capturas por noche					TOTAL
	Noche 1	Noche 2	Noche 3	Noche 4	Noche 5	
<i>Phyllotis darwini</i>	6	3	2	1	1	13
<i>Abrothrix longipilis</i>	4	3	2	2	1	12
<i>Abrothrix olivaceus</i>	4	2	2	1	1	10
TOTAL CAPTURAS	14	8	6	4	3	35

El éxito total de captura fue de 17,5% (35 ejemplares/200 trampas-noche), valor bastante alto.

Figura 23: Éxito de captura de micromamíferos por cada noche de muestreo (barras azules), y éxito de captura acumulado durante el total de noches (barras celestes), primera campaña de muestreo.



El éxito de captura fue decreciendo en las sucesivas noches de trapeo, desde 35% en la primera noche hasta un 7,5% en la última noche, totalizando un éxito de captura acumulado de 87,5% (fig. 23).

7.8.2. Segunda campaña de muestreo, enero 2006

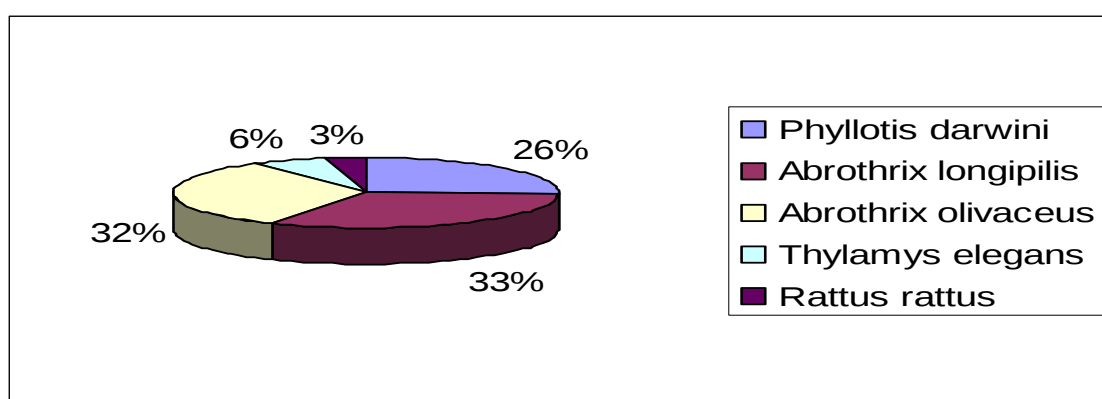
En esta oportunidad, el esfuerzo de muestreo también fue de 40 trampas por noche, por lo cual el esfuerzo de captura total fue idéntico a la campaña de muestreo anterior, es decir 200 trampas-noche.

En total se capturaron cinco especies de micromamíferos: cuatro nativos y uno introducido. En cuanto al número de ejemplares capturados, se contabilizaron un total de 31 individuos, 30 nativos (97%) y 1 introducido (3%), tal como se observa en el figura 24.

De los ejemplares nativos, en esta ocasión, ***Abrothrix longipilis*** y ***Abrothrix olivaceus*** fueron los más abundantes con 10 ejemplares cada uno (65% entre ambos), seguidos de ***Phyllotis darwini***, con 8 ejemplares (26%) y finalmente el ***Thilamys elegans*** con dos ejemplares (6%).

En cuanto a la especie introducida, ésta correspondió a un ejemplar de ***Rattus rattus***, el cual representa un 3% por sobre el total de especies encontradas.

Figura 24: Porcentaje de micromamíferos encontrados en la segunda campaña.



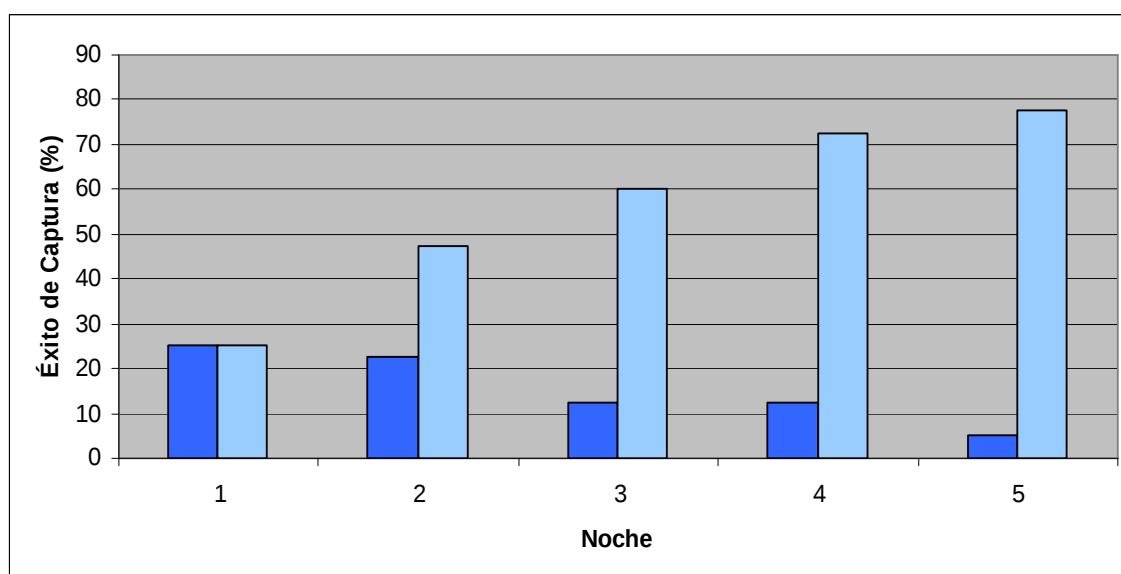
Tal como se observa en la tabla 32, y al igual que en la campaña anterior, el número de capturas en las noches sucesivas fue decreciendo, hasta conseguir una captura final de dos ejemplares.

Tabla 32: Número de capturas (separadas por noche) de micromamíferos presentes en la segunda campaña de muestreo.

Especies	Número de capturas por noche					TOTAL
	Noche 1	Noche 2	Noche 3	Noche 4	Noche 5	
NATIVAS						
<i>Phyllotis darwini</i>	3	3	1	1		8
<i>Abrothrix longipilis</i>	3	2	2	2	1	10
<i>Abrothrix olivaceus</i>	4	3	1	1	1	10
<i>Thilamys elegans</i>			1	1		2
Subtotal nativas	10	8	5	5	2	
INTRODUCIDAS						
<i>Rattus rattus</i>		1				1
Subtotal introducidas	0	1	0	0	0	
TOTAL CAPTURAS	10	9	5	5	2	31

El éxito total de captura fue de 15,5% (31 ejemplares/200 trampas-noche), valor, una vez más, bastante alto. El éxito de captura fue decreciendo en las sucesivas noches de trampeo, desde 25% en la primera noche hasta un 5% en la última noche, totalizando un éxito de captura acumulado de 77,5% (fig. 25).

Figura 25: Éxito de captura de micromamíferos por cada noche de muestreo (barras azules), y éxito de captura acumulado durante el total de noches (barras celestes), segunda campaña de muestreo.



8. DISCUSIONES

El espacio vital al ser el área donde se disponen las fuentes de refugio y alimento para un individuo determinado y donde se desplazan depredadores, y otras especies, su uso está influenciado tanto por la distribución espacial; como por la abundancia relativa de los recursos. De esto resulta que la utilización del espacio por un individuo, generalmente constituye una situación de compromiso en cuanto al uso de los diferentes recursos presentes.

El uso del espacio para una especie se ve representado en parte por el ámbito de hogar, que es el resultado de los distintos movimientos o desplazamientos que un individuo realiza en un área determinada, y se relaciona con la calidad, cantidad, distribución y búsqueda del recurso alimentario.

Abrothrix longipilis durante todo el periodo de estudio, que comprendió el intervalo que va desde octubre – noviembre de 2005 (primavera) a enero de 2006 (verano) evidenció, de acuerdo al porcentaje de capturas por puntos de la grilla, una tendencia a encontrarse reducido entre las trampas de las líneas B a G de las columnas 2, 3 y 4, siendo en este sector donde se acumuló el 82,1 % de todas las capturas (fig. 26), manifestando de esta forma una predilección por el sector vegetal conformado por *Chusquea cumingii* (coligüe) y *Teline monpesulana* (retamilla), cubierta vegetal apreciablemente densa y bajo el alero de los renovales de las especies arbustivas de *Lithrea caustica* (litre) y *Peumus boldus* (boldo).

Se calculó el ámbito de hogar para seis ejemplares de ***Abrothrix longipilis*** (Fig. 9) encontrándose un área mínima para la población igual a 116,7 m², valor muy disímil al establecido por Agüero y Simonetti (1988) de 379,7 m², para la población de ***Abrothrix longipilis*** de San Carlos de Apoquindo, superficie calculada para el intervalo que comprende octubre – noviembre de 1984 a enero – febrero de 1985, es decir en primavera y verano respectivamente, pero en un sector que presenta una cubierta vegetal aproximadamente del 50% menos a la

observada en nuestro sector de estudio, y en un lugar que corresponde al Bosque esclerófilo de la Pre-cordillera Andina.

Abrothrix olivaceus, a través del intervalo de estudio, evidenció capturas concentradas marcadamente entre las trampas de las líneas B y C de las columnas 2, 3 y 4, acumulando en este sector de la grilla el 81,6 % de las capturas realizadas, lugar que corresponde a la cubierta vegetal formada por coligüe y retamilla (fig. 26).

Se calculó el ámbito de hogar de cinco individuos de *Abrothrix olivaceus* (fig. 13), encontrándose para esta especie un área mínima promedio equivalente a 170,0 m², valor que al igual que la especie anterior, es muy distante a los 514, 9 m² establecidos por Agüero y Simonetti (1988) para ***Abrothrix olivaceus*** en el sector de San Carlos de Apoquindo.

Phyllotis darwini, durante el intervalo de estudio mostró que las capturas se realizaban preferentemente entre las trampas de las líneas C y G de las columnas 3 y 4, concentrando en este lugar el 72,5 % de las mismas, manifestando al igual que ambas especies anteriormente nombradas, una preferencia por el sector compuesto de una cubierta vegetal formada por coligüe y retamilla.

Para esta especie de roedor, el ámbito de hogar se estableció en base a los datos proporcionados por cinco ejemplares, entregando un área mínima promedio igual a 50 m² (tabla 26), y al igual que en los casos anteriores, este valor resulta distinto al establecido por los autores antes señalados, ya que en dicho caso, el valor es igual a 135,3 m².

A las tres especies de micromamíferos a las cuales se le calculó el ámbito de hogar presentan resultados, mediante el método del área mínima, muy disímiles a los establecidos por Agüero y Simonetti, lo cual es atribuible, principalmente, a que la cobertura vegetal presente el sector Alto de Playa Ancha duplica a la existente en el sector de San Carlos de Apoquindo, lo cual genera una

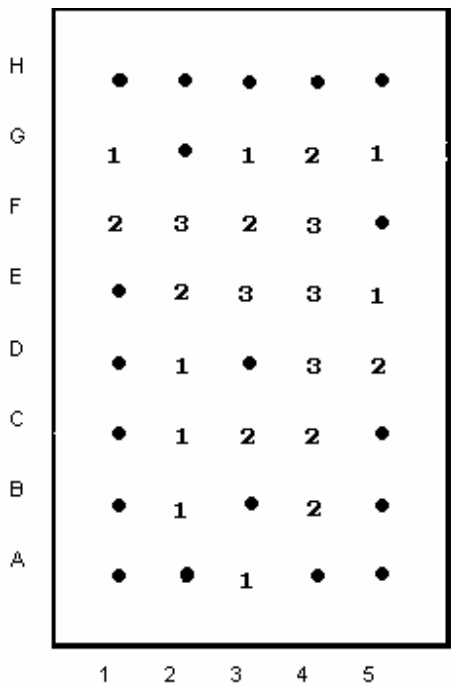
mayor oferta de recursos, en cuanto a distribución y abundancia, en Playa Ancha, por lo que ninguna de las especies de micromamíferos analizados debe expandir considerablemente su ámbito de hogar para la obtención de dichos recursos.

Junto a la diferencia observada en la cobertura vegetal, existe una diferencia en cuanto a la estructura vegetacional, la que en el caso del sector de San Carlos de Apoquindo corresponde al Bosque Esclerófilo de la Pre-cordillea Andina, la cual está altamente influenciada por la ausencia reguladora del océano Pacífico, lo que genera un ambiente de carácter muy árido en verano y frío en invierno [18].

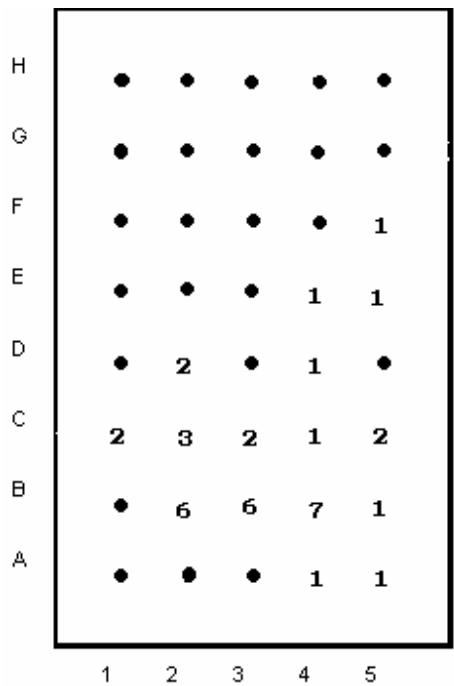
Nuestras estimaciones de densidad para el Bosque Esclerófilo Costero del Fundo Quebrada Verde – FONASA representan las cifras promedio para todo el intervalo de estudio. Para la especie más abundante, ***Abrothrix longipilis***, estimamos la densidad en el momento en que el resultado de las trampas alcanzó 47 individuos por hectárea. También era bien abundante ***Phyllotis darwini***, con 43 individuos por hectárea. El tercer lugar, en cuanto a abundancia, lo ocupó ***Abrothrix olivaceus***, con una densidad de población de 40 animales por hectárea. De esta manera, hemos determinado el total de la población de mamíferos pequeños en 133 animales por hectárea.

Todo lo anterior sugiere la importancia del efecto que genera sobre las poblaciones de micromamíferos presentes en el sector Alto de Playa Ancha de la integridad y continuidad de la cobertura vegetal.

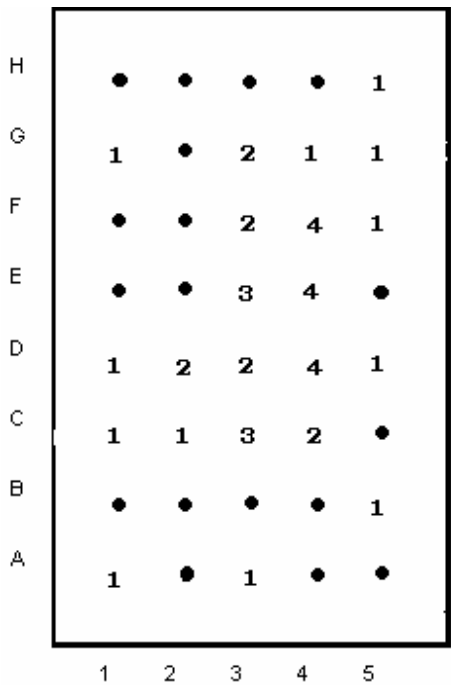
Figura 26: Número de capturas por puntos en la grilla



Abrothrix longipilis



Abrothrix olivaceus



Phyllotis darwini

La distribución porcentual uniforme que presenta el conjunto de roedores que conforman el núcleo comunitario de micromamíferos estudiados en el sector Alto de Playa Ancha es producto de la mayor estabilidad ambiental y de una cobertura vegetal entorno al 100%, lo cual permite un espectro trófico (vegetal y animal) más amplio, capaz de sustentar con mejor éxito a especies que prefieren ambientes más ricos en vegetación, como es el caso de ***Abrothrix longipilis***.

Dicha distribución porcentual es muy similar, en cuanto a composición de especies y al valor porcentual de cada una de ellas, a lo establecido por Zunino et al. (1999) para el sector los Lirios, Reserva Forestal del Lago Peñuelas.

Se calculó la diversidad de una comunidad de pequeños mamíferos conformada por cinco especies, ***Abrothrix longipilis***, ***Abrothrix olivaceus***, ***Phyllotis darwini***, ***Rattus rattus*** y ***Thylamys elegans***, encontrándose un valor para este parámetro igual a 1,25, valor cercano al establecido por Zunino et al. (1999) de 1,64, para la comunidad de micromamíferos del sector los Lirios, área que corresponde a un matorral esclerófilo – xerófilo con una cobertura vegetal que oscila entre 60 y 70%.

La uniformidad, que corresponde a la razón entre el valor observado de la diversidad del sector (1,25) y el valor teórico máximo de la diversidad para el sector ($\ln(5) = 1,61$), presenta un valor considerado alto, cercano a 1, lo que indica, por un lado, que el valor observado está próximo al valor máximo permitido en el sector de estudio, y por otro lado, confirma que todas las especies que forman el núcleo de la comunidad son igualmente abundantes.

El valor de la riqueza presentó fluctuaciones marcadas entre el primer muestreo y el segundo, alcanzando su valor máximo durante éste último, 1,17, lo que representa un incremento equivalente al 108% en relación a octubre – noviembre de 2005, lo cual es atribuible sólo al hecho de que en enero de 2006 se capturaron dos especies más ***Rattus rattus*** y ***Thylamys elegans***, ya que el número total de Ejemplares capturados (31) fue, en este caso, inferior en cuatro

individuos comparado al número de ejemplares capturados en octubre – noviembre de 2005 (35), por lo tanto, queda descartado el ingreso de nuevas camadas de micromamíferos a la comunidad.

Es importante destacar el hecho de que en el sector de estudio se capturó un individuo de la especie *Rattus rattus*, lo que en términos de abundancia es insignificante, sin embargo, su presencia debe ser considerada como una alerta de la calidad ambiental del sector, ya que al ser una especie altamente dañina para los ecosistemas y sumado a su carácter de excelente invasor se hace necesario una campaña de captura en el área de estudio para así erradicarla del sector, todo con la finalidad de minimizar las eventuales amenazas al hábitat y nicho de especies catalogadas en condición de rara y beneficiosa para el ecosistema como es el caso de *Thylamys elegans* o inadecuadamente conocidas como es el caso *Abrothrix longipilis*.

Sumado a lo anterior, y en base a la investigación desarrollada en el año 2005 por Gabriela Lobos, Marcela Ferres y Eduardo Palma [54] en la cual se establece la presencia del virus Hanta (variedades Andes y Seoul) en la especie *Rattus rattus*, pone de manifiesto, desde una perspectiva epidemiológica, que ésta especie invasora además de tener un impacto ecológico, puede ocasionar problemas económicos y de salud pública. En síntesis, la fragilidad de los ecosistemas mediterráneos determina que la presencia de especies exóticas constituya un elemento de alto riesgo para la conservación del patrimonio natural del país; constituyendo la conservación de áreas naturales la mejor herramienta para enfrentar a estas especie exótica.

En cuanto a la eficiencia del esfuerzo de captura cabe destacar que desde el primer muestreo se capturaron ejemplares de micromamíferos, por lo cual las trampas utilizadas no se constituyeron en un elemento totalmente extraño en el ambiente.

Para la primera campaña de muestreo y considerando el éxito de captura decreciente en las noches sucesivas, comenzando con 35% en la primera noche,

así como el bajo éxito final, 7,5%, se desprende que se capturo una gran proporción de los individuos de las poblaciones de micromamíferos presentes en el sector de estudio (fig. 23). Lo anterior demuestra la eficiencia de la captura.

En la segunda campaña de muestreo la captura de micromamíferos presentó un comportamiento similar al de la campaña anterior, es decir, se observó un éxito de captura decreciente en las noches sucesivas, comenzando con un 25% para finalizar en un éxito de captura equivalente al 5%, valor bastante bajo, del cual se desprende que en esta oportunidad también se capturo una gran proporción de los individuos de las poblaciones presentes en el área de estudio.

Lo anterior permite aseverar que, a juzgar por los resultados obtenidos, el esfuerzo de captura fue suficiente y adecuado para optimizar la probabilidad de capturar y recapturar un alto porcentaje de los individuos de las poblaciones de micromamíferos que conforman el núcleo de la comunidad.

Finalmente, éste estudio podría ser ampliado a otras zonas del predio y así contribuir a su caracterización total en cuanto a la micro fauna mamífera allí existente; lo anterior en base a la diversidad de formaciones vegetacionales presentes (ver marco teórico).

9. CONCLUSIONES

- La comunidad de micromamíferos presentes en el sector de estudio está constituida por cinco especies, cuatro pertenecen al orden Rodentia y una al orden Marsupialia, a saber: ***Abrothrix longipilis*** (roedor nativo), ***Abrothrix olivaceus*** (roedor nativo), ***Phyllotis darwini*** (roedor nativo), ***Rattus rattus*** (roedor introducido) y ***Thylamys elegans*** (marsupial nativo).
- Dos de las cinco especies de micromamíferos presentes en el sector Alto de Playa Ancha se encuentran catalogadas en estados de conservación: ***Thylamys elegans*** está clasificada en la categoría de especie rara; y ***Abrothrix longipilis*** en la categoría de inadecuadamente conocida, por cuanto, para ambas especies se encuentra prohibida su caza o captura en todo el territorio durante todo el año. A lo anterior, es necesario indicar la presencia de una ejemplar de ***Rattus rattus***, roedor considerada dañina para los ecosistemas.
- La densidad promedio, para el intervalo de tiempo que va de octubre – noviembre de 2005 a enero de 2006, en el sector Alto de Playa Ancha, es para la población de ***Abrothrix longipilis*** igual a 47 ind/h., para la población de ***Phyllotis darwini*** equivalente a 43 ind/h. y para la población de ***Abrothrix olivaceus*** tiene un valor de 40 ind/h.

Debido a los requerimientos metodológicos no fue posible determinar la densidad para las especies *Thylamys elegans* y *Rattus rattus*, siendo la cantidad de dos y un individuo capturado respectivamente, para todo el periodo de estudio.
- El ámbito de hogar para las diferentes especies de micromamíferos observadas en el Sector Alto de Playa Ancha, es para los ejemplares de ***Abrothrix longipilis*** igual a 116,7 m²; para la especie ***Abrothrix olivaceus***

es equivalente a 170,0 m², y para la especie *Phyllotis darwini* corresponde a la cifra de 50 m²

Al igual que en el caso de la determinación de la densidad, para este parámetro tampoco fue posible, debido a insuficiencia en los ejemplares capturados, determinar el ámbito de hogar para *Thylamys elegans* y *Rattus rattus*.

- La riqueza específica promedio de la comunidad de micromamíferos presentes en el sector Alto de Playa Ancha, para el periodo de estudio es de 0,95.
- La diversidad taxonómica, obtenido mediante el índice de Shannon – Wiener, para la comunidad de micromamíferos presentes en el sector Alto de Playa Ancha a lo largo del intervalo temporal que comprende octubre – noviembre de 2005 a enero de 2006, tiene un valor de 1,25.
- El grado de cambio temporal de la comunidad de micromamíferos presentes en el área de estudio es levemente bajo, por cuanto su índice de similitud de Jaccard tiene un valor de 0,6.

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] **Agüero, T; Simonetti, J.** (1988). Home range assessment: a comparison of five methods. *Revista Chilena de Historia natural* 61: 223-229.
- [2] **Andrade, R; Villaseñor, R; Guzmán, G.** 2005. Criterios para la zonificación del territorio en el predio entregado en arrendamiento por FONASA al Universidad de Playa Ancha.
- [3] **Alho, C; Souza, M.** (1982). Home range and use of space in *Zygodontomys lasiurus* (Cricetidae, Rodentia) in the Cerrado of central Brazil. *Annals of the Carnegie Museum* 51: 127-132.
- [4] **Azqueta, D.** 1996. Gestión de espacios naturales: la demanda de servicios recreativos. Primera Edición. McGraw Hill.
- [5] **Baev, W; Penev.** (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster análisis. Version 5.1 Pensoft, Softa-Moscow.
- [6] **Brant, W.** (1962). Measures of the movements and population densities of small rodents. University of California, Publications in Zoology 62: 105-184.
- [7] **Brunhan, K; Overton, W.** (1978). Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika* 65: 625-623.
- [8] **Burnhan, K; Overton, W.** (1979). Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* 60: 927-937.
- [9] **Burt, w.** (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24: 346-352.

-
- [10] **Chapman, D.** 1951. Some properties of the hypergeometric distribution with applications to zoological census. Univ. Calif. Public. Stat., 1: 131-160
- [11] **Coddington, J; Griswold, D; Silva, D; Peñaranda, E y Larcher, S.** (1991). Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. In : The unity of evolutionary biology. E. C. Dudley (Ed). Proceedings of the 4°International Congress of Systematics and Evolutionary Biology. Dioscorides press, Portland.
- [12] **Cole, L.** (1957). Sketches of general and comparative demography. Cold spring harbor. Quant. Biol. 22: 1-15
- [13] **Contreras, J.** (1975). El home range en una población de ***Oryzomys longicaudatus*** philippi: (Landbeck) (Rodentia, Cricetidae). Physis (Argentina) 31: 353-361.
- [14] **Contreras, j.** (1973). Ecología del ratón de campo *Akodon azarae* en la region semiárida del sudoeste bonaerense. Laguna de Chasicó, Partido de Villarino. Deserta (Argentina) 4: 15-24.
- [15] **Dalby, P.** (1975). Biology of Pampa rodents. Balcarce area, Argentina. Publications of the museum, Michigan State University 5: 153-271.
- [16] **Dice, L.** (1938). Some census methods for mammals. Wildlife Monographs 2: 119-120.
- [17] **Fulk, G.** (1975). Population ecology of rodents in the semiarid shrublands of Chile. Occasional Papers, The Museum, Texas Tech University 33: 1-140.
- [18] **Gajardo, R.** 1994. La vegetación natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica . Primera Edición. Editorial Universitaria.

-
- [19] **Gonzalez, L.** (1982). Densidad poblacional y patrones de actividad especial de *Akodon olivaceus* (Rodentia: Cricetidae) en habitats diferentes. In Salinas P (ed) Zoología Neotropical. Actas VIII Congreso latinoamericano de Zoología, Mérida, Venezuela: 935-947.
- [20] **Greer, J.** (1965). Mammals of Malleco Province, Chile. Publications of The Museum, Michigan State University 3: 51-151.
- [21] **Hill, M.** (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54: 427-432.
- [22] **Jennrich, R; Turner, F.** (1969). Measurement of non-circular home range. Journal of Theoretical Biology 22: 227-237.
- [23] **Jolly, G.** (1965). Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic. Biometrika 52: 225-247.
- [24] **Krebs, Ch.** 2000. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Segunda Edición. Oxford University Press.
- [25] **Lande, R.** (1996). Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. Oikos, 76: 5-13.
- [26] **Magurram, A.** 1988. Ecological diversity and its measurement. Primera Edición. Princeton University .
- [27] **Mann, G.** 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana, N° 40.
- [28] **Ministerio de Agricultura.** 1996. Ley N° 19.473, Ley de Caza
- [29] **Ministerio de Agricultura.** 1998. D.S. N° 5. Reglamento ley de caza
-

-
- [30] **Moreno, C.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Primera Edición. CYTED
- [31] **Murua, R; González, L y Meserve, P.** (1986). Population ecology of *Oryzomys longicaudatus philippi*: (Rodentia: Cricetidae) in southern Chile. Journal of animal ecology 55: 281-293.
- [32] **Murua, R; Rojas, P y González, L.** (1987). Ciclo reproductivo annual de *Akodon Olivaceus* y *Oryzomys longicaudatus*. Medio ambiente. 8 (2): 44-51.
- [33] **Myers, N.** (1990). The biodiversity challenge: expanded hot – spots analysis. The environmentalist 10: 243-256.
- [34] **Nitikman, L; Mares, M.** (1987). Ecology of small mammals in a gallery forest of central Brazil. Annals of the Carnegie Museum 56: 75-95.
- [35] **Odum, E.** 1969. Ecología. Segunda Edición. Editorial Interamericana.
- [36] **Otis, D et. al.** (1978). Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildlife Monographs 62: 102-133.
- [37] **Palmer, M.** (1990). The estimation of species richness by extrapolation. Ecology, 71: 1195-1198.
- [38] **Pearson, O; Ralph, C.** (1978). The diversity and abundance of vertebrates along an altitudinal gradient in Perú. Memorias del Museo Historia Natural “Javier Prado” 18: 1-97.
- [39] **Pearson, O.** (1983). Characteristics of a mammalian fauna from forests in Patagonia, southern Argentina. Journal of mammalogy 64: 476-492.

-
- [40] **Pollock, K.** (1983). Building models of capture-recapture experiments. *The statistician* 25: 253-260.
- [41] **Pollock, K.** (1984). Capture-recapture models: a review of current methods, assumptions and experimental design.
- [42] **Rabinovich, J.** 1978. *Ecología de poblaciones animales*. Secretaria general de la Organización de los Estados Americanos, 1º edición.
- [43] **Redford, K; Eisember,** 1992. *Mammals of the neotropical. The Southern Cone*. Vol. 2. University of Chicago Press.
- [44] **Seber, G.** (1965). A note on the multiple recapture census. *Biometrika* 52: 249-259.
- [45] **Seber, G.** 1973. *The estimation of animal abundance and related parameters*. Griffin, London.
- [46] **Simonetti, J.** (1986). Heterogeneity of recaptures in chilean small mammals. *Revista Chilena de Historia Natural* 59: 59-63.
- [47] **Stickel, L.** (1954). A comparison of certain methods of measuring ranges of small mammals. *Journal of Mammalogy* 35: 1-15.
- [48] **Tamayo, J; Frassinetti, C.** (1980). Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. *Bol. Museo Historia Natural Chile* 37: 323-399.
- [49] **Tamayo, J.; Nuñez, H y Yañez, J.** (1987). Lista sistemática actualizada de los mamíferos vivientes en Chile y sus nombres communes. *Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat., Santiago* (312): 1-13.

-
- [50] **Tanaka, R.** (1980). Controversial problems in advanced research on estimating population densities of small rodents. *Researches on Population Ecology* 2:1-67.
- [51] **Walker, R et al.** (2000). Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Journal Neotrop. Mammal* 2: 73-80.
- [52] **Zippin, C.** (1956). An evaluation of the removal method of estimating animal populations. *Biometrika* 12: 163-189.
- [53] **Zunino, S; Garrido, M y Lillo, C.** (1999). Respuesta de micromamíferos de Chile central a incendios forestales. *AN. Mus. Historia Nat. Valpo.* 24: 109-113.
- [54] **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