



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD DE CRICÉTIDOS ENTRE
FRAGMENTOS DE POLYLEPIS DEL PARQUE NACIONAL CAJAS**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Biólogo del Medio
Ambiente

AUTORES:
PEDRO ÁLVAREZ RIVERA
PAÚL MOLINA ABRIL

DIRECTOR:
VINICIO ESTUARDO SANTILLÁN RODRÍGUEZ

CUENCA, ECUADOR
2012

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro especial agradecimiento a la empresa ETAPA por habernos apoyado económicamente para la investigación de campo en el área del Parque Nacional El Cajas. Al Biólogo Francisco Sánchez, por la asistencia técnica que nos brindó en todo momento.

A Vinicio Santillán, director de tesis por su apoyo en nuestras investigaciones. A los Miembros del Tribunal: Biólogos Edwin Zárate y Javier Fernández de Córdova quienes cumplieron el control sobre el rigor técnico de la presente tesis. A Josué López por su consistente asesoramiento en cuanto a la identificación de muestras vegetales. Finalmente nuestro reconocimiento para Agustín Carrasco e Ismael Molina quienes con su talento nos han permitido la ilustración documental de nuestra labor investigativa.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	ii
TABLA DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE TABLAS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3

CAPITULO 1: MATERIALES Y METODOS

1.1 Área de estudio.....	4
1.2 Inventario y censo de cricétidos.....	6
1.3 Método de Marcaje y Recaptura única.....	7
1.4 Fase de laboratorio.....	7
1.5 Análisis de datos.....	8
1.6 Inventario de Barreras geográficas.....	8
1.7 Caracterización vegetal.....	9

CAPITULO 2: RESULTADOS

2.1 Inventario y censo de cricétidos.....	10
2.2 Acumulación de especies.....	11
2.3 Diversidad de roedores.....	11
2.4 Coeficiente de similitud.....	12
2.5 Estructura de sexo.....	13
2.6 Gestación.....	13
2.7 Edades.....	14
2.8 Caracterización vegetal.....	14
2.9 Barreras geográficas.....	15
2.10 Movilidad.....	16
2.11 Relación entre los factores de influencia y la movilidad.....	18

DISCUSIONES.....	19
CONCLUSIONES.....	24
RECOMENDACIONES.....	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
ANEXOS.....	30
Anexo 1: Vegetación de las zonas de estudio.....	30
Anexo 2: <i>Akodon mollis</i>	32
Anexo 3: <i>Microryzomys altissimus</i>	32
Anexo 4: <i>Microryzomys minutus</i>	33
Anexo 5: <i>Thomasomys paramorum</i>	33
Anexo 6: <i>Thomasomys baeops</i>	34
Anexo 7: Individuo marcado.....	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudio.....5

figura 2 : Acumulación de especies.....11

Figura 3: Ilustración de los desplazamientos.....17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje total de capturas y recapturas en general.....	10
Tabla 2: Presencia y abundancia de especies de roedores	12
Tabla 3: Índices de similitud de Morrisita.....	12
Tabla 4: Proporción de sexo.....	13
Tabla 5: Gestación	13
Tabla 6: Edades.....	14
Tabla 7: Matriz de relación entre factores de influencia y la movilidad.....	16
Tabla 8: Cuadro de movilidad intraespecifico	17
Tabla 9: Matriz general de factores influyentes.....	18

Paul Molina
16/11/12

Pedro Álvarez, Paul Molina

Trabajo de Graduación

Noviembre de 2012

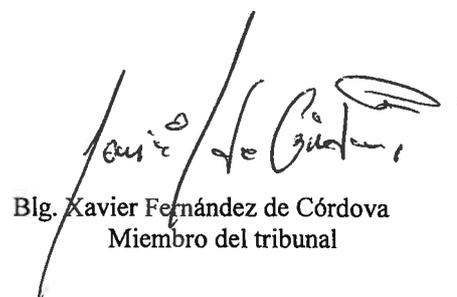
ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD DE CRICÉTIDOS ENTRE FRAGMENTOS DE POLYLEPIS DEL PARQUE NACIONAL CAJAS

RESUMEN

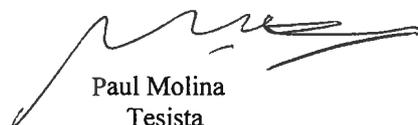
Se estudiaron varias comunidades de Roedores cricétidos en tres bosques de Polylepis del Parque Nacional Cajas en cuanto a su movilidad, riqueza, abundancia y proporción sexual mediante el método de Captura – Recaptura. Se capturaron 134 individuos con una tasa de recaptura del 74 %. Las especies encontradas fueron *Akodon mollis*, *Microryzomys minutus*, *Microryzomys altissimus*, *Thomasomys paramorum* y *Thomasomys baeops*. La especie que demostró una mayor movilidad es *Microryzomys minutus* observándose un desplazamiento total de 260 m. Los factores que influyen negativamente sobre el desplazamiento de los roedores son: la carretera y la falta de conexión entre los fragmentos de bosque.

Palabras clave: Cricetidae, Parque Nacional Cajas, Polylepis, *Microryzomys minutus*.


Blg. Vinicio Santillán
Director de tesis


Blg. Xavier Fernández de Córdova
Miembro del tribunal


Pedro Álvarez
Tesista


Paul Molina
Tesista


Blg. Edwin Zarate
Director de Escuela de Biología Ecología y Gestión
Miembro del tribunal

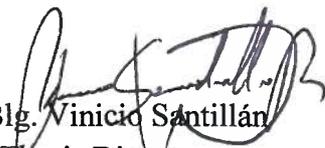
Barros
16/11/12

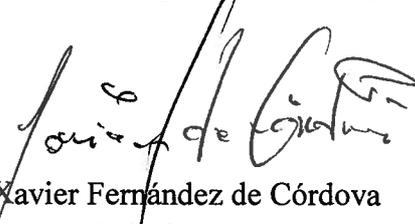
ABSTRACT

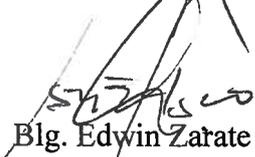
ANALYSIS OF THE MOBILITY OF CRICETIDAE AMONG THE POLYLEPIS FRAGMENTS OF EL CAJAS NATIONAL PARK

Several communities of Cricetidae were studied in three Polylepis forests within *El Cajas* National Park regarding their mobility, richness, abundance, and gender proportion. The Capture – Recapture method was employed. 134 individuals were captured and 74% were recaptured. The species that were found were *Akodon mollis*, *Microryzomys minutus*, *Microryzomys altissimus*, *Thomasomys paramorum*, and *Thomasomys baeops*. The species with the most mobility was *Microryzomys minutus*, which had a total travel distance of 260 m. The factors that negatively influenced the movement of the rodents were: the highway and the lack of connection between the different parts of the forests.

Key Words: Cricetidae, *El Cajas* national Park, Polylepis, *Microryzomys minutus*.

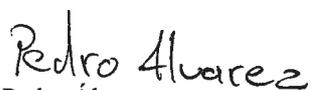

Blg. Vinicio Santillán
Thesis Director


Blg. Xavier Fernández de Córdova
Member of the Tribunal


Blg. Edwin Zarate
Director of the School of Biology Ecology and Management
Member of the Tribunal




Translated by,
Diana Lee Rodas


Pedro Álvarez
Tesisista


Paul Molina
Tesisista

Pedro Álvarez, Paul Molina

Trabajo de Graduación

Blg. Vinicio Santillán

Noviembre de 2012

ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD DE CRICÉTIDOS ENTRE FRAGMENTOS DE POLYLEPIS DEL PARQUE NACIONAL CAJAS

INTRODUCCIÓN

Muchas especies de mamíferos son ecológicamente dependientes de áreas boscosas y viven en poblaciones compuestas por núcleos espacialmente discontinuos, como resultado de la transformación y fragmentación de su hábitat (Bright 1994). La supervivencia de estas poblaciones divididas está condicionada a menudo al intercambio regular de individuos entre fragmentos de hábitat (Hanski 1991). Se conoce que la degradación y fragmentación de estos hábitats posiblemente estén relacionados con las actividades realizadas en las áreas circundantes como son incendios y pastoreo, a lo que debemos sumar el incontrolable aumento de campos agrícolas, ruptura de cadenas alimenticias, obtención de leña y finalmente la introducción de especies exóticas como son el Eucalipto y el Pino entre otras causas (Fjeldsa et al. 1993). Por ello los páramos son uno de los ecosistemas más afectados (Navarro et al. 2005) y se ha clasificado como un ecosistema con alta prioridad de conservación (Hjarsen 1997).

Los bosques de Polylepis se encuentran sobre la cota de los 3.300 m.s.n.m. Están localizados generalmente en sitios protegidos cerca de las lagunas, en lugares rocosos encañonados y en orillas de quebradas y riachuelos. El estrato arbóreo es bajo, entre 8 y 10 metros de altura. Los taxones leñosos no son muy diversos, debido a que no muchas especies pueden adaptarse a estas alturas (Hosftede 1998).

La población de roedores del Parque Nacional Cajas está compuesta por 4 familias, 11 géneros y 18 especies (Tirira 2007), y es el orden más diverso que existe dentro del Parque. Es preciso subrayar que los mamíferos de los pisos zoogeográficos tropicales, occidental y oriental del Ecuador son relativamente bien conocidos. No sucede lo mismo con los que habitan las estribaciones de la cordillera andina (Castro y Román 1999). En general, en las partes altas de los Andes no se han realizado estudios que permitan generar suficiente información sobre la ecología de la mastofauna y que a la postre sirvan como base para el manejo ambiental, en especial de aquellas áreas frágiles y sometidas a presiones antropogénicas fuertes, por lo que se deben desarrollar inventarios y estudios que evalúen el estado de las comunidades y el comportamiento de los animales (Castro y Román 1999).

La movilidad de las especies puede estar condicionada por varios factores antropogénicos y también por el tamaño corporal, la calidad del hábitat, la distribución y abundancia del alimento, la densidad poblacional, el sexo, la edad, la condición social y la actividad reproductiva. En hábitats más pobres, el área de acción suele ser mayor que en los hábitats más ricos (Mazurkiewicz 1971).

El sexo también puede influir en el tamaño del área de ocupación, teniendo generalmente los machos áreas mayores para permitir el acceso a varias hembras (Gentile et al. 1997, Ribble y Stanley 1998). Por otro lado, a altas densidades poblacionales, los individuos responden restringiendo su área de acción o aumentando la superposición espacial con individuos de la misma especie o de otras (Gentile et al. 1997, Ribble y Stanley 1998). Las especies más agresivas (dominantes) tienden a excluir a las especies subordinadas, resultando en una baja superposición espacial para las primeras y una alta superposición en las segundas (O'Farrell 1980). Generalmente sus poblaciones son grandes y son de gran importancia en la cadena trófica (Shenbrot et al. 1999).

La baja vagilidad de los roedores en relación a otros mamíferos, los hace interesantes como sujetos de estudio, a la hora de interpretar su repartición geográfica y ecológica.

Una de las interrogantes planteadas para este proyecto es conocer si la continuidad de cada formación boscosa de *Polylepis* contribuye de manera positiva o negativa en la movilidad de las poblaciones de cricétidos. Tomando en cuenta que los bosques continuos son aquellos que no están aislados entre sí por barreras geográficas, antropogénicas, o por una distancia amplia entre ellos.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la movilidad de los cricétidos en tres bosques del Parque Nacional Cajas mediante el método de captura y recaptura, para determinar los factores que influyen sobre la distribución y dispersión de las distintas poblaciones que habitan en el área.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Conocer la diversidad relativa, los microhábitats más poblados, y la proporción sexual de cricétidos.
2. Determinar la relación existente entre las barreras geográficas (senderos, carreteras y formaciones geográficas), con la movilidad de las distintas poblaciones de cricétidos y los posibles aislamientos.
3. Establecer la importancia de la continuidad de los parches de *Polylepis* y su relación con la movilidad de los roedores.

CAPÍTULO 1

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Área de estudio

Este estudio se realizó en el parque Nacional Cajas ubicado en el sur de los Andes Ecuatorianos, provincia del Azuay con un área de 28.544 hectáreas, presenta un rango altitudinal que va desde los 3.100 hasta los 4.545 m.s.n.m. Incluye 235 lagunas de origen glacial.

El área de investigación ha sido escogida por su morfología, relacionada con los hábitos de los roedores, presenta algunas barreras que pueden ser observadas a simple vista, como: Lagunas, ríos, paredes rocosas, senderos de turismo y carretera interprovincial. Los tres bosques de Polylepis se identificarán como: Illincocha (UTM 696869 – 9692930), Toreadora (UTM 697282 – 9693221) Y T4 (UTM 697453 – 9693522) (Psad 56) Figura 1.

El bosque de Illincocha está separado de los otros bosques por la carretera de primer orden Cuenca - Molleturo-Naranjal. El bosque de Illincocha se encuentra a 25 metros de la carretera, con un área de 0.96 hectáreas. El bosque Toreadora se encuentra a 360 metros de esta carretera y tiene un área de 1.70 hectáreas. El bosque T4 está ubicado a 1.000 metros de Toreadora y es el de menor extensión en comparación con los otros sitios. La topografía en los tres bosques presenta un gran porcentaje de formaciones rocosas cubiertas con musgo y otras herbáceas.

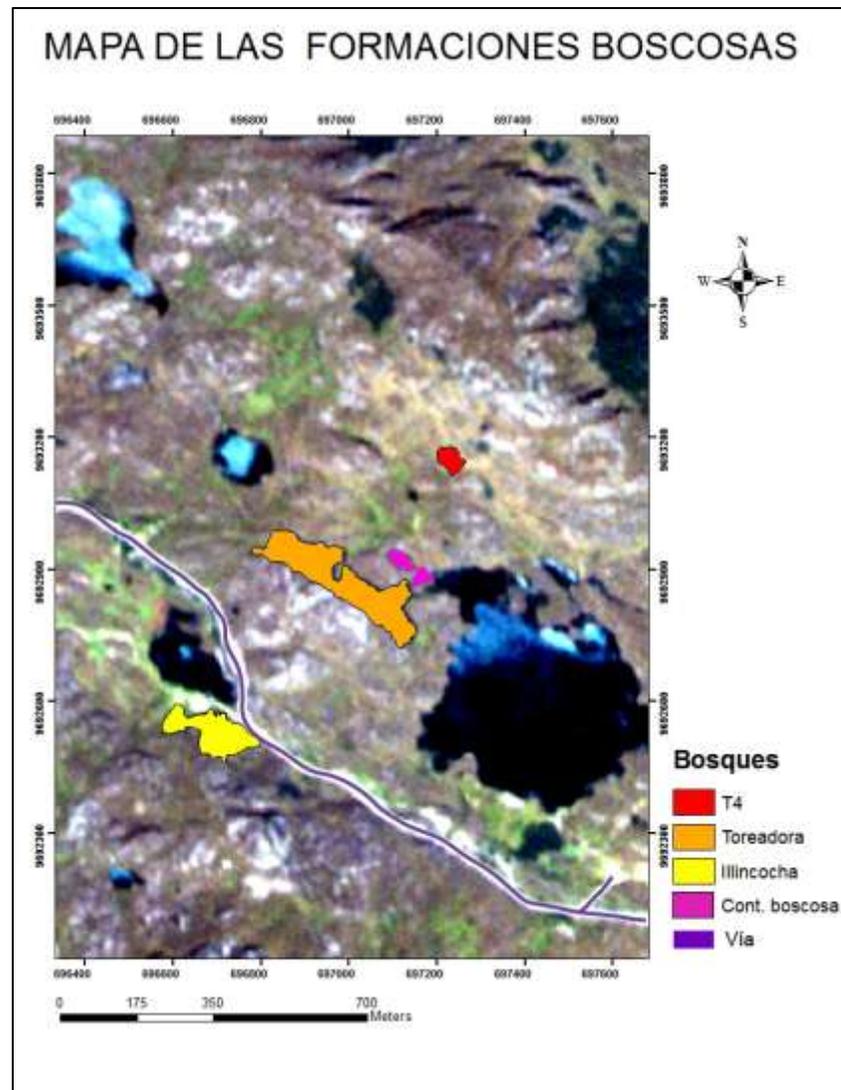


Figura 1: Mapa de la zona de estudio y parches de *Polylepis* presentes. (Fuente Parque Nacional Cajas s.a)

1.2 Inventario y censo de cricétidos

El procedimiento de captura se efectuó mediante el uso de trampas Sherman de 3x3.5x9", utilizándose como cebo una mezcla de atún, plátano, avena y mantequilla de maní. Las trampas fueron plantadas a las 17h00 y revisadas a las 08h00.

En los bosques de Illincocha y T4 se diseñó un solo cuadrante en donde las trampas fueron ubicadas en líneas de trampa, 25 en cada bosque con una distancia entre trampa y trampa de 15 metros durante dos noches. Estas fueron marcadas con puntos GPS y numeradas en el sitio mediante el uso de cinta fungible. Se tomaron los datos desde el mes de Agosto de 2011 hasta Marzo de 2012, durante la temporada seca y lluviosa.

El bosque de Toreadora se dividió en dos líneas de trampa, colocándose un total de 25 trampas para la parte media superior y 25 para la parte media inferior. Para observar los movimientos en la ilustración se ubicaron las trampas como una sola línea de trampa enumerándolas del 1 al 50. Adicionalmente se colocaron 10 trampas en las continuidades boscosas, pues solamente en este parche se presentaban pequeños relictos de bosque cercanos al mismo.

Los cricétidos capturados fueron marcados utilizando aretes numerados (serie: M001 – M154). Una vez tomadas todas las medidas estándar, sexo, edad, parásitos y número de arete (en el caso de ser recaptura), los especímenes fueron liberados en el mismo lugar de su captura.

Se realizó un total de cuatro repeticiones en cada parche con un esfuerzo total de 800 horas trampa en 32 días de muestreo.

1.3 Método de Marcaje y Recaptura Única

Método de Petersen

Se utilizó para calcular la tasa de recaptura, en donde se obtiene una muestra inicial de la población (M) y se marcan todos los animales para su futura identificación; luego estos M individuos son devueltos 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 de T individuos. Entre estos habrá un número P de ellos marcados. Conforme la siguiente formula: $N = MT/P$ (N = Tasa de recaptura; MT = número de recapturas; P = Total capturas por sitio) (Moreno 2001).

1.4 Fase de laboratorio

En esta fase se procedió a realizar la taxidermia y la identificación a detalle de los especímenes que no lograron sobrevivir en las trampas. Se construyó una base de datos, y se estableció la relación existente entre la movilidad de los cricétidos y las barreras geográficas mediante la visualización directa de las recapturas de los individuos previamente marcados. Con este objetivo se implementará la creación de figuras de distribución en las que se describirán el número de trampa con recaptura positiva y el número del individuo previamente marcado.

Los roedores que no sobrevivieron en la captura y recaptura fueron preparados como pieles y otros conservados en formaldehído al 80 % y depositados en el laboratorio de vertebrados de la Universidad del Azuay.

1.5 Análisis de datos

Se calculó el índice de Simpson con base logarítmica 10 para evaluar estadísticamente la diversidad de las especies encontradas en los tres sitios y poder determinar su importancia en cuanto a dominancia, se usó el índice de Shannon - Wiener para la equidad y el índice de Morrisita para establecer la similitud.

La dominancia y la equidad se calcularon mediante el programa Biodiversity Pro 2.0. La similitud mediante el uso del programa Ecological Methodology, 2.0. Las demás variables y tablas con el programa Excel. Para interpretar una fotografía aérea (SIG Tierras 2010) otorgada por el centro de investigaciones del Parque Nacional Cajas se utilizó Arcgis 9.3 y un programa de ilustración digital Adobe Ilustrador 3.0 para realizar la visualización gráfica de los movimientos ocurridos en la zona de Toreadora.

1.6 Inventario de Barreras geográficas

La pendiente se midió mediante el nivel de mano que es un instrumento con el que se pueden determinar los ángulos de elevación y de depresión. Se utiliza para mediciones preliminares, para mediciones geológicas y forestales, la pendiente se midió en 5 puntos diferentes dentro de cada parche estudiado con lo cual se obtuvo un promedio de la pendiente de cada parche.

Para determinar el caudal de la quebrada, se utilizó el método del flotador el cual consiste en seleccionar un tramo de río uniforme, y medir el recorrido del flotador de un punto A al punto B.

La distancia entre parche y parche se estableció mediante un GPS marca Garmin Explorist 210, con el cual se caminó en línea recta de un parche hacia otro.

La categorización de los senderos se obtuvo mediante la observación y recorrido desde varios puntos, con lo cual se logró clasificar si estos tienen el carácter de senderos para

el turismo o son producto del recorrido de distintos mamíferos. Con esta perspectiva se colocaron trampas Sherman antes y después de los senderos para observar si había o no paso de los cricétidos y determinar la influencia de estos en la movilidad de los roedores.

En la carretera que cruza el Parque, primero se midió la distancia entre los parches (Illincocha y Toreadora) que se encuentran separados por dicha carretera; luego se midió el ancho de la vía. Para visualizar la incidencia de la carretera en el recorrido de los cricétidos se colocaron las trampas antes y después de la misma para verificar si los roedores son capaces de cruzar dicha vía.

1.7 Caracterización vegetal

Este procedimiento está orientado a la caracterización vegetal en cuanto a la diversidad vegetal de cada parche, así como también la altura promedio del fuste, la pendiente y el porcentaje de cobertura herbácea. La composición florística se caracterizó utilizando un transecto variable para cada formación vegetal en el cual se trazó una parcela de 2m² para herbáceas, 5m² para arbustos con DAP (diámetro a la altura del pecho) menor a 3.5 cm y una parcela de 20 m² para árboles con DAP mayor 3.5 cm. El área de muestreo fue seleccionada al azar dentro de cada formación boscosa y cercana a las líneas de trampa.

CAPITULO 2
RESULTADOS

2.1 Inventario y censo de cricétidos (Captura y recaptura)

Se registraron 134 individuos de cinco especies de roedores pertenecientes a tres géneros de cricétidos, la especie más abundante fue *Akodon mollis* (Thomas 1894) con un total de 55 individuos seguida por *Microryzomys minutus* (Tomes 1860) con 35 individuos, las especies menos abundantes fueron *Thomasomys baeops* (Thomas 1899) con dos individuos, seguida por *Microryzomys altissimus* (Osgood 1933) con cinco individuos.

Tabla 1: Porcentaje total de capturas y recapturas en general.

Especies	<i>Akodon</i>	<i>Microryzomys</i>	<i>Microryzomys</i>	<i>Thomasomys</i>	<i>Thomasomys</i>	total	%
	<i>mollis</i>	<i>minutus</i>	<i>altissimus</i>	<i>paramorum</i>	<i>baeops</i>		
Capturas	55	37	5	35	2	134	100
Recapturas	79	11	5	3	0	98	74
Muertos	7	1	0	0	0	8	6

De un total de 134 capturados, se recapturaron 98 individuos y se alcanzó una tasa de recaptura equivalente al 74%, esta tasa se mantuvo constante a lo largo de la temporada seca y lluviosa.

2.2 Acumulación de especies

A lo largo del estudio se encontraron 5 especies de roedores pertenecientes a la familia cricetidae lo que corresponde al 33,33 % de todas las especies presentes en el Parque Nacional Cajas. En Illincocha y Toreadora la curva se estabilizo en la muestra número 7, mientras que en T4, en la muestra numero 3.

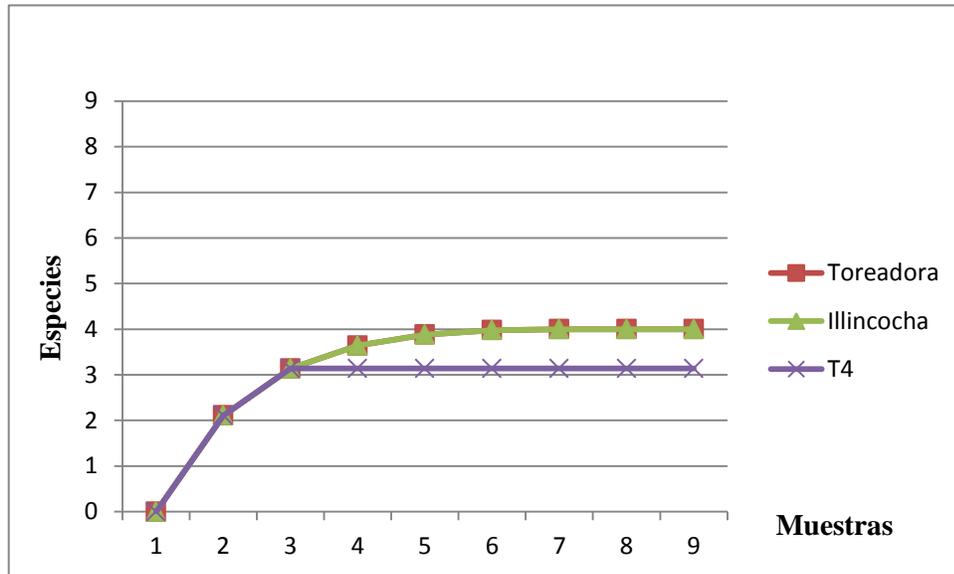


Figura 2: Curva de acumulación de especies en los tres bosques.

2.3 Diversidad de roedores

Según el índice de Simpson, Illincocha con 0.67 es el bosque con valores más altos de dominancia, seguido por T4 con 0.60. Toreadora presenta el valor más bajo de dominancia. T4 posee un valor alto de equidad y se relaciona con la homogeneidad en la distribución de las especies.

Tabla 2. Presencia y abundancia de especies de roedores

Especie	Illincocha	Toreadora	T4
<i>A. mollis</i>	23	27	5
<i>M. altissimus</i>	0	5	0
<i>M. minutus</i>	18	10	9
<i>T. baeops</i>	2	0	0
<i>T. paramorum</i>	28	4	3
Especies	4	4	3
Total individuos	71	46	17
Shannon indx	1,181	1,098	1,003
Simpson indx	0,6745	0,5888	0,6021

2.4 Coeficiente de similitud entre las tres poblaciones de roedores

El índice de Morrisita nos indica la similitud en cuanto a composición de especies de cricétidos presentes en cada bosque (Moreno 2001). Se puede notar que existe una alta semejanza entre las tres comunidades de roedores, sin embargo las poblaciones más símiles son Illincocha y T4, con un 88 %.

Tabla 3: Índice de Similitud (Morrisita)

	Illincocha	Toreadora	T4
Illincocha	1.00	0.78	0.88
Toreadora	0.78	1.00	0.80
T4	0.88	0.80	1.00

2.5 Estructura de sexos

Las comunidades de roedores están conformadas por núcleos familiares en donde existe un macho dominante con varias hembras y algunos juveniles (José Pool et al. 2002). *Akodon mollis* presenta una estructura de sexos más homogénea a las demás especies, ya que las otras especies presentan un mayor número de hembras en relación a los machos conforme a la siguiente tabla:

Tabla 4.- Proporción de sexos en los tres sitios de estudio. (M: machos, Hembras: H).

	<i>A. mollis</i>	<i>M. minutus</i>	<i>M. altissimus</i>	<i>T. paramorum</i>	<i>T. baeops</i>	Totales
Illincocha	13M- 10H	4M-14 H		2M-26H	2H	27% M -73% H
Toreadora	15M-16H	10H	1M-5H	3H		32% M-68% H
T4	2M-3H	2M-7H		1M-2H		30% M-70% H

2.6 Gestación

Illincocha presenta tres especies en gestación, siendo *M. minutus* la especie con mayor número de hembras en gestación.

Tabla 5.- Hembras en gestación en los tres bosques.

	<i>A. mollis</i>	<i>M. minutus</i>	<i>T. paramorum</i>	Total
Illincocha	1	2	1	4
Toreadora	1	1		2
T4				0

2.7 Juveniles

Illincocha es el parche en donde se observó la mayor cantidad de roedores juveniles, *Thomasomys paramorum* presenta un mayor número de individuos y se presume que esto puede relacionarse directamente con una mayor presencia de hembras en estado de gestación en la zona. Mientras que Toreadora es el parche más grande pero con el menor número de juveniles, y con el menor número de hembras en gestación.

Tabla 6: Número de juveniles encontrados en el área de estudio.

	<i>Microryzomys</i>		<i>Thomasomys</i>
	<i>Akodon mollis</i>	<i>minutus</i>	<i>paramorum</i>
Juveniles Illincocha	1H	1M	9H
Juveniles Toreadora	1M	0	0
Juveniles T4	1M-1H	3H	0

2.8 Caracterización vegetal

Este procedimiento está orientado a determinar la caracterización vegetal en cuanto a la diversidad florística de cada parche, así como también la altura promedio del fuste, la pendiente y el porcentaje de cobertura herbácea.

En cuanto a herbáceas las especies predominantes en los tres sitios de estudio fueron el Musgo con un 60 % de cobertura, *Urtica urens* con un 25 %, seguido por *Pteridium sp*, y Valeriana cernua Eriksen con un 10 %. La especie de arbusto más abundante en los tres sitios es *Gynoxys sp*, seguida por *Gynoxys laurifolia* Y *Buddleja sp*. Los árboles identificados en la zona de Illincocha y Toreadora son: *Polylepis reticulata*, *Gynoxys laurifolia*, y *Gynoxys cuicochensis*. El parche T4 es de tipo arbustivo y no presenta árboles con DAP mayor a 3,5 cm. El bosque de Toreadora presenta una mayor madurez, pues se puede ver el gran tamaño que alcanzan sus troncos. En cuanto a la altura promedio del fuste en Illincocha y Toreadora es de 10 metros aproximadamente, y en T4 la altura promedio es de 4 metros. (Anexo 3)

2.9 Barreras geográficas

La distancia entre el parche de Illincocha y Toreadora es de 500 metros, entre Illincocha y T4 es de 1300 metros y entre Toreadora y T4 es de 750 metros.

Se determinó que no existe conexión entre las poblaciones de roedores estudiados y que la distancia es un factor muy importante en la movilidad de los cricétidos, esto debido a que no se registró ningún micromamífero que haya sido marcado previamente en Illincocha y se lo haya encontrado en otro parche. Sin embargo se registró el desplazamiento de los micromamíferos de Toreadora hacia las continuidades boscosas que se encuentran a una distancia de Toreadora de entre 250 m y 300 m.

El caudal, fue medido solo en Toreadora porque en esta área corre un único riachuelo que alimenta la laguna Toreadora. Dicho riachuelo presento una velocidad de 1,2 m/s.

Los senderos humanos y animales que se encontraron en los parches no presentaron ninguna influencia sobre la movilidad de roedores, debido a que las recapturas fueron positivas antes y después de los senderos.

La carretera tiene un ancho de 20 metros y soporta un tráfico de alrededor de 5 carros por minuto, lo cual constituye un factor que influencia la movilidad de los cricétidos ya que no pueden atravesar la misma a pesar de ser una distancia relativamente pequeña, probablemente se debe al grado de disturbio que genera la vía.

La matriz que se describe a continuación está basada en puntajes que va de 1 a 3, siendo 1 ninguna influencia y 3 una alta influencia. Estos valores se categorizaron basados en las recapturas positivas que se obtenían antes y después de cada barrera presente.

Tabla 7: Matriz de barreras geográficas

Factor	Valor
Pendiente	1
Caudal (Toreadora)	2
Distancia de parche	1
Senderos	1
Carretera	3

2.10 Movilidad

Los cricétidos se distribuyen y se movilizan a lo largo de los parches de *Polylepis* y usan las continuidades boscosas cercanas a los bosques.

Movilidad Illincocha

En el Parche de Illincocha se observó una movilidad máxima para *Akodon mollis* de 150m en un lapso de 80 días, los roedores se desplazan a lo largo del parche y ningún individuo de esta comunidad se trasladó hacia los demás parches. No se observó movimientos para *T. baeops* y esto puede deberse a la rareza de esta especie.

Movilidad Toreadora

Los movimientos más amplios registrados en el parche de Toreadora fueron de 220 metros para *A. mollis* (61 días), 260 metros para *M. minutus* (105 días); 180 metros para *T. paramorum* (22 días), y 70 metros para *M. altissimus* (2 días). Estos movimientos son los más largos para un individuo de cada especie y ocurrieron entre Toreadora y sus continuidades boscosas. Se observó que existe una relación directa entre la distancia recorrida y el tiempo transcurrido.

Debido a la característica de los movimientos registrados en Toreadora, se realizó un cuadro de movilidad y una ilustración de las capturas y recapturas.

Tabla 8.- Cuadro de movilidad intraespecifico en el bosque de Toreadora.

Especie	#			
	Captura	Recapturas	Desplazamiento	Tiempo de Recaptura
<i>M. altissimus</i>	M105	1	70m	1 día
<i>M. minutus</i>	M45	2	260m	105 días
<i>T. paramorum</i>	M46	2	180m	22 días
<i>A. mollis</i>	M74	3	220m	61 días

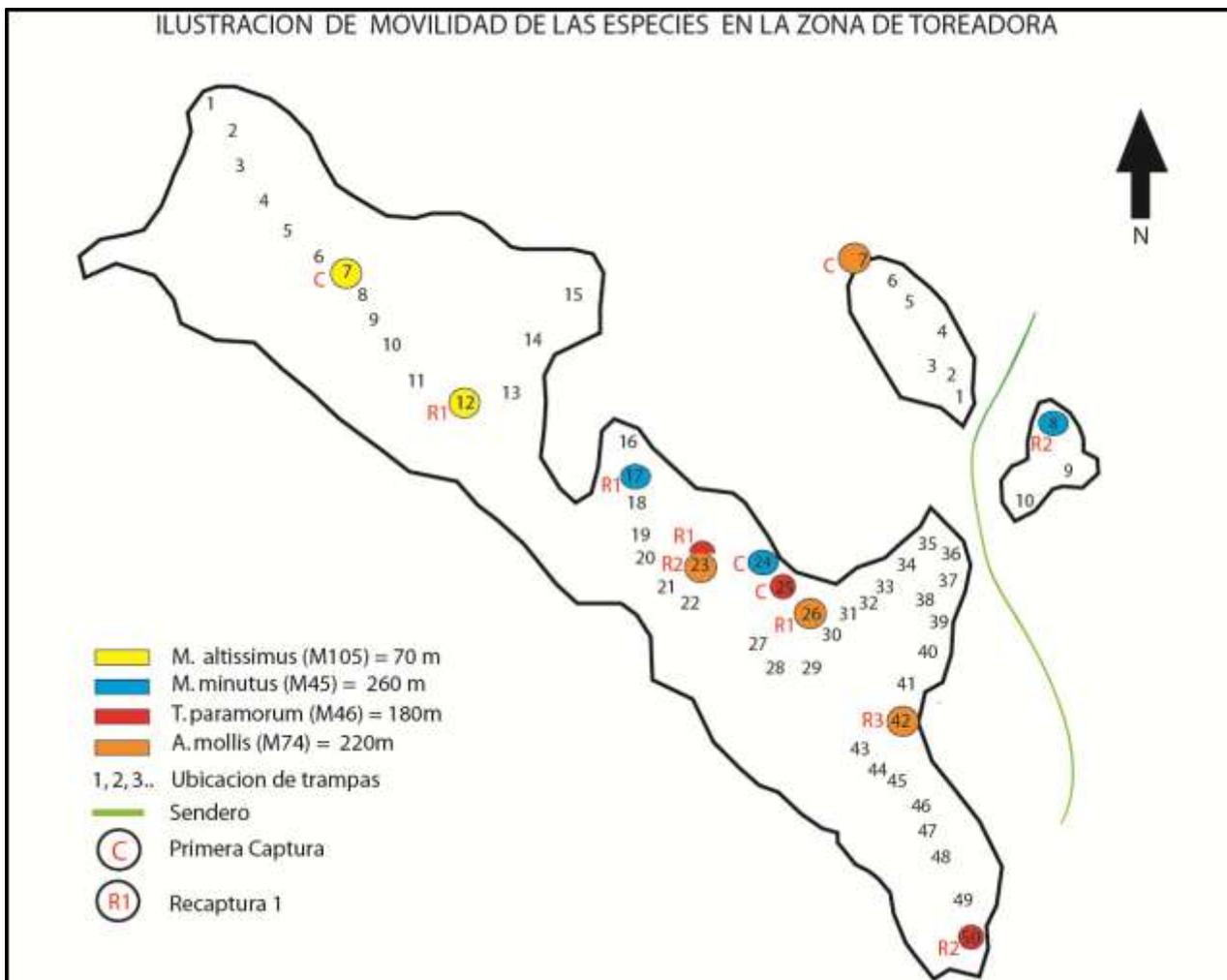


Figura 3: Ilustración de los puntos de captura y recaptura en el parche de Toreadora y sus continuidades boscosas. Se graficaron los movimientos más amplios registrados.

Movilidad T4

En T4 el registro con mayor movilidad es para *M. minutus* con una distancia de 105m. En un lapso de 1 día, este parche se encuentra aislado de los demás bosques y la carretera, creemos que los roedores de este parche ocupan toda la extensión del mismo como hábitat.

2.11 Relación entre los factores de influencia y la movilidad

El tamaño de los bosques no tiene una relación directa con el número de individuos, pues se observa que el parche de Illincocha contiene una mayor abundancia en relación a los demás bosques. Factores como los senderos, pendiente y quebradas no influyen sobre la movilidad de los cricétidos, en cambio la vía y la distancia entre las continuidades boscosas se presentan como los factores aislantes de movilidad y conectividad entre parches y las comunidades de cricétidos.

Tabla 9.- Matriz general de factores influyentes en la movilidad de los cricétidos en Toreadora.

Parche	Especies	Individuos	Ind. de Simpson	Tamaño Parche	Senderos	Pendiente	Quebradas	Vías	Parche cercano	Mayor desplazamiento	Continuidades boscosas
Illincocha	4	71	0,6745	0.96 ha.	1	20	0	1	500m	150m	0
Toreadora	4	46	0,5888	1.70 ha.	4	35	1	0	500m	260m	2
T4	3	17	0,6021	0.45 ha.	0	45	0	0	1000m	105m	0

DISCUSIÓN

La presente investigación permitió encontrar un total de 134 individuos con una tasa de recaptura del 74%, se encontraron cinco especies de roedores con un esfuerzo de muestreo de 800 horas trampa.

En los bosques de Illincocha y Toreadora, la curva de acumulación se estabilizó en la muestra número 7, y en T4 se estabilizó en la muestra número 3.

En el estudio desarrollado por Santillán y Fernández de Córdova en el año 2006, encontraron 121 individuos de 11 especies con un esfuerzo de muestreo de 600 horas trampa, la especie más abundante en el bosque Toreadora fue *Akodon mollis*, lo cual coincide con los datos que registra esta investigación en la que se obtuvo un total de 27 individuos de *Akodon mollis*, siendo la especie más abundante.

Los resultados de diversidad de este estudio no están asociados con el tamaño de los bosques, debido a que Toreadora es el bosque más amplio pero con una homogeneidad y equidad menor, Illincocha y T4 son parches menos extensos pero poseen una mayor dominancia y similitud en la distribución de las especies.

Se revisó el trabajo de (Castro y Román 1999) en el Parque Nacional Llanganates, en el cual afirman que *Akodon mollis* es la especie de roedor más común en los páramos de Ecuador y deducen que se adapta fácilmente a diferentes ambientes. En este estudio se pudo ver una mayor abundancia de esta especie y de acuerdo a (Hansky 1982) la especie *A. mollis* es una especie muy frecuente y abundante.

El estudio de Santillán y Fernández de Córdova (2006) evidencia una mayor diversidad de especies en el parche de Toreadora, en donde se identificaron; *A. mollis*, *M. altissimus*, *Phyllotis andium*, *Phyllotis haggardi*, *Thomasomys cf pyrrhonotus* y *Thomasomys sp1*,

estas últimas cuatro especies no se registraron en el presente trabajo. La diferenciación en cuanto a la diversidad encontrada en ambos estudios, podría explicarse debido a factores como: la emigración o extinción local, las fluctuaciones anuales en respuesta a condiciones ambientales particulares (Voss y Emmons 1996; Tarifa y yensen 2001), un azar en el muestreo y debido a que posiblemente ciertas especies son raras debido a las diferentes características que presentan los fragmentos (Feinsinger 2001).

Los cricétidos se movilizan a lo largo de los parches de *Polylepis*, observándose un movimiento máximo de 260 metros para *M. minutus* y un mínimo de 10 m, no hubo conectividad entre parches con una distancia entre si mayor a 350m, pero si hubo conectividad entre las continuidades boscosas que presentaba el parche de Toreadora.

En el trabajo desarrollado por José pool et al. (2002), en el que se analizó el área de actividad de *Heteromys gaumerien* en Yucatán México se observó que este roedor presentaba una movilidad de entre 500 y 70 m, pero igualmente ellos afirman que los roedores están limitados a los parches de bosque y su movilidad está determinada por la cantidad de recursos presentes.

De igual manera un estudio ecológico sobre el ámbito de hogar del ratón colilargo *Oligoryzomys longicaudatus* realizado por (Angel E. et al. 2000) reportan rangos que fluctúan entre 320 y 480 m². Se debe considerar las características únicas que posee cada especie, pues algunas especies de roedores necesitan una área mayor para satisfacer sus necesidades y esto va a depender también de la ubicación geográfica y otros factores, tal es el caso de *A. longipilis* con el cual (Angel E. et al. 2000) encontró una movilidad que iba desde los 1600 m² hasta los 2800 m², y esto se debe a la amplia gama de ecosistemas que ocupa esta especie.

La carretera resulta ser el factor que impide la conexión de las comunidades de roedores entre los bosques de Illincocha y Toreadora, está a más de funcionar como una barrera artificial, involucra otros efectos negativos para la fauna como son las vibraciones, las luces artificiales y un factor que es de suma importancia es el ruido (Goosem 2002) , el

cual puede causar desplazamientos involuntarios, reducción de áreas de actividad, esto puede afectar directa e indirectamente sobre la población de roedores del Parque Nacional Cajas, ya sea alterando las comunidades de cricétidos como también a los depredadores naturales de los mismos.

De acuerdo a Goosem (1997) estos y otros efectos se han demostrado en pequeños mamíferos de América del Norte y Europa en donde solo un 3 % de los individuos de dos poblaciones cruzaban las vías con un ancho de 30 metros o más, creándose metapoblaciones o subpoblaciones aisladas, estas poblaciones tienen mayor probabilidad de extinción que las poblaciones grandes (Primack 1998).

Otro estudio realizado por Mansergh y Scotts (1989) que monitorearon al ratón marsupial (*Burramys parvus*) que solo se encontraba en pedrizas periglaciares de Australia. El hábitat de esta especie fue perturbado con la implementación de una carretera y edificaciones, por lo que se levantaron varias pedrizas, de tal modo que se formó una barrera de sólo 60 metros de suelo desprovisto de roca, esto impedía el movimiento de los ratones entre las pedrizas separadas, observando que la proporción de juveniles y machos se veía alterada debido a la dispersión de estos individuos. La conexión fue recuperada tras la restauración de la continuidad de las pedrizas a través de un túnel, lo que sugiere que la especificidad de hábitat de esta especie era el mecanismo por el que se produjera el efecto barrera.

En el caso de los cricétidos de Illincocha y Toreadora que habitan cerca de la carretera, se presume que la población de roedores se podría ver afectada por dicha barrera en cuanto a la colonización y dispersión, pero dicha barrera no pone en riesgo la extinción de la especies -extinción local- debido a que algunas especies como *Akodon Mollis* no solamente usan los bosques o continuidades sino que también se conoce que puede ocupar estratos terrestres amplios.

Se cree que las especies están restringidas a los parches debido al gran número de refugio y de recursos presentes. Por otro lado estos datos no representan la totalidad de

los movimientos en términos de ámbito de hogar pues las trampas poseen cierta atracción hacia las mismas.

Los organismos altamente móviles pueden estar en desventaja con respecto a individuos cuyos territorios son más pequeños (Carr y Fahrig 2001). Sin embargo, al no haber suficiente información sobre los nichos ecológicos y distribución en cuanto a especificidad o preferencia de microhábitats específicos que ocupan las distintas especies marcadas en este trabajo, no se puede deducir que están aisladas o distribuidas en islas o bosques aislados.

La distancia es un factor influyente sobre la movilidad de los roedores, según las observaciones realizadas en el presente trabajo, los cricétidos no se desplazan distancias mayores a 500 metros, por tanto no existe conexión entre el parche de Toreadora y el de Illincocha, al igual que entre el parche T4 y el de Toreadora.

La estacionalidad no afectó la movilidad de los roedores, probablemente debido a que en el área de estudio, no se presenta una estacionalidad marcada. Siempre estuvieron presentes individuos de todas las edades pues se sabe que los roedores constituyen núcleos familiares formados por un macho dominante, varias hembras y juveniles (José pool et al. 2002).

Retomando el estudio de Santillán, Fernández de Córdova (2006) ellos sostienen que la cobertura porcentual medida de musgo y foliar no muestra una injerencia directa representativa sobre la diversidad de micromamíferos terrestres. En el presente estudio se corrobora dicha teoría porque se observó que los roedores se mueven a lo largo de los parches indistintamente de la cobertura vegetal terrestre menor a 50 cm; pues las capturas positivas se daban en zonas con distinta cobertura vegetal, también (por la observación de los individuos marcados y liberados) se notó que los roedores utilizan también el follaje arbustivo – arbóreo y zonas rocosas para desplazarse.

Agüero y Simonetti (1988) sugieren que para los micromamíferos sudamericanos, los ámbitos de hogar deberían calcularse según los métodos de distancia entre capturas sucesivas o área mínima. Mediante el método utilizado en el presente trabajo se puede determinar la distancia máxima recorrida por cada especie en un lapso de tiempo, sin embargo no se puede determinar los patrones o senderos de movilidad de los individuos marcados.

CONCLUSIONES

La especie que presentó un mayor desplazamiento local es *Microryzomys minutus* con una movilidad aproximada de 280 metros comprendida en los parches de Toreadora, seguido por *Akodon mollis*, el cual se desplaza 180 metros promedio.

Mediante el método utilizado no se puede determinar los patrones de movilidad, sino más bien se puede evaluar la distancia total recorrida por cada especie como un área de actividad en un lapso de tiempo.

No se conoce la movilidad de todas las especies capturadas pues está el caso de *T. baeops*, en la cual no se obtuvo ninguna recaptura, esto puede deberse a la rareza de la especie y al azar en el muestreo.

La alta tasa de recaptura de este estudio se debe a un esfuerzo de muestreo alto en un área relativamente pequeña, algunas causas como la muerte de algunos individuos y la no recaptura de otros nos dejan un vacío a responder en el caso de *M. altissimus* por ejemplo, el cual solo se logró recapturar una sola vez en un lapso de 1 día, creyéndose que dicho movimiento no expresa el área de actividad de esta especie. Este quizás es uno de los problemas que se experimentó con el uso de este método, pues el número de recapturas que se espera para cierto individuo no siempre es el mismo para todas las especies, no así como es el caso de *A. mollis* el cual se lo recapturó varias veces en un lapso de 61 días, dicho movimiento podría expresar más fácilmente la distancia total recorrida por la especie.

En cuanto a la estructura de sexo, se observa una clara atracción de las hembras hacia las trampas, algunas de ellas en estado de gestación lo que nos da a suponer la búsqueda constante de recursos por parte de las hembras.

La carretera que cruza y divide al Parque Nacional el Cajas constituye la única barrera antropogénica determinante en la distribución y movilidad de los roedores entre el bosque de Illincocha y Toreadora.

La continuidad de zonas arbustivas y arbóreas entre parches, permiten la conectividad y el establecimiento de las distintas comunidades de cricétidos.

RECOMENDACIONES

Se debe ampliar el esfuerzo de muestreo o hacer estudios focalizados en cada especie para conocer las variables de la movilidad de *M. altissimus*. Y también de las demás especies en la que se obtuvo una recaptura nula como es el caso de *T. baeops*.

Aumentar el número de muestreos a lo largo de la carretera, para saber si realmente la carretera funciona como una barrera determinante en el desplazamiento de los roedores.

Resulta necesario desarrollar un monitoreo a largo plazo con marcaje de los roedores del parque, para así entender las relaciones entre el uso de los distintos tipos de hábitat, la conectividad y la influencia de las distintas barreras geográficas y antropogénicas sobre los procesos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

ANGEL E. et al. 2000. Biología de roedores reservorios de hantavirus en Chile, Revista chilena Infect.Chile.

BOHER FRANCISCA, 2005, Ámbito de hogar y territorialidad del Chungungo (Lontra felina) en el litoral central de Chile. Instituto de ecología y evolución, facultad de ciencias. Universidad austral de Chile.

CARR, L. W. AND FAHRIG, L. 2001. Effects of road traffic on two amphibian species of differing vagility. En: *Conservation Biology* 15.

FEINSINGER, P. 2003. Diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad. Ed. FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Forman, R. T. and Alexander. L. E. 1998. Roads and their major ecological effects. En: *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207-231.

GOOSEM, M. 2002. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: fragmentation, edge effects and traffic disturbance. En: *Wildlife Research* 29: 277-289.

JOSE ADRTIAN CIME POOL et al. 2002. Area de actividad de Heteromys gaumery en una selva mediana subcaducifolia de Yucatan. Departamento de Zoología de la universidad autónoma de Yucatan, Mexico.

MARÍA DEL PILAR ARROYAVE1, et al. Junio 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo, Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 5 Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).

MENA V., P., G.MEDINA Y R.HOFSTEDE (Eds.). 2001. Los páramos del Ecuador. Particularidades, problemas y prespectivas. Abya Yala/Proyecto Paramo. Quito.

MICHAEL KESSLER. 2006. Bosques de *Polylepis*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

MORENO, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

NAVARRO, G., J. MOLINA & DE LA BARRA. N 2005. Classification of the high-Andean *Polylepis* forests in Bolivia. *Plant Ecology*.

POZO R. W. E., I. OLMEDO & S. ESPINOZA 2006. Diversidad rodentológica en remanentes de bosque nativo y cercas vivas de la hacienda El Prado, serranía ecuatoriana. *Bol. Téc. 6, Ser. Zool. 2*: 33-44.

SANTILLÁN, FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA 2006, Evaluación de la importancia de los parches de quinua como refugio para especies de micromamíferos no voladores en el PNC, Cuenca Ecuador.

TERESA TARIFA Y ERIC YENSEN, 2001. Mamíferos de los bosques de polylepis de Bolivia, *Rev. Bol. Ecol.*

TIRIRA, D. 2007. Mamíferos del Ecuador: Guía de Campo. Ediciones Murciélago Blanco, Publicación Especial 6. Quito.

TRUJILLO, F. & W. E. POZO R. 2007. Mamíferos no voladores de áreas alteradas de la Reserva Ecológica Maquipucuna, Ecuador. *Bol. Téc. 7, Ser. Zool. 3*: 23-31.

REFERENCIAS ELECTRONICAS

TIRIRA, D. G. 2010 Mamíferos del Ecuador: diversidad. Página en internet. Versión 3.1. Ediciones Murciélago Blanco. Quito. <www.mamiferosdeecuador.com> Consulta: septiembre 2011.

TROPICOS.org. Missouri Botanical Garden. 09 Jul 2012 <http://www.tropicos.org>. Consulta: Agosto 2012.

ANEXOS

ANEXO 1. Vegetación de las zonas de estudio (microhábitat), (e) para especies endémicas.

ILLINCOCHA

Herbáceas	arbustos
Musgo	<i>Gynoxis sp.</i> (Cass)
<i>Urtica urens</i> (Linnaeus, Carl von)	<i>Gynoxys laurifolia</i> (Kunth, Cass.)
<i>Buddleja sp.</i>	<i>Buddleja sp.</i>
<i>Pteridium sp.</i> (Gled. ex Scop.)	<i>Ribes lehmannii</i> (Jancz.) (e)
<i>Bomarea sp.</i> (Mirb.)	<i>Polylepis reticulata</i> (Hieron) (e)
<i>Hymenophyllum sp.</i> (Sm.)	<i>Rumex acetosella</i> (L.)
<i>Pilea sp.</i> (Lindl.)	<i>Diplostephium sp.</i> (Kunth)
<i>Valeriana cernua</i> (B. Eriksen) (e)	<i>Gynoxys cuicochensis</i> (Cuatrec.) (e)
Arboles	<i>Miconia salicifolia</i> (Bonpl. ex Naudin)
<i>Polylepis reticulata</i> (Hieron)	<i>Diplostephium ericoides</i> (Lam. Cabrera)
<i>Gynoxys laurifolia</i> (Kunth, Cass.)	<i>Vaccinium floribundum</i> (Kunth)
<i>Gynoxys cuicochensis</i> (Cuatrec.) (e)	<i>Baccharis cf teindalensis</i> (Kunth)

TOREADORA

Herbáceas	arbustos
Musgo	<i>Gynoxis sp.</i> (Cass)
<i>Urtica urens</i> (Linnaeus, Carl von)	<i>Gynoxys laurifolia</i> (Kunth, Cass.)
<i>Pteridium sp.</i> (Gled. ex Scop.)	<i>Buddleja sp.</i>
<i>Bomarea sp.</i> (Mirb.)	<i>Ribes lehmannii</i> (Jancz.) (e)
<i>Valeriana cernua</i> (B. Eriksen) (e)	<i>Miconia salicifolia</i> (Bonpl. ex Naudin)
Arboles	<i>Monnina sp.</i> (Ruiz & Pav.)
<i>Polylepis reticulata</i> (Hieron)	<i>Vaccinium floribundum</i> (Kunth)
<i>Gynoxys laurifolia</i> (Kunth, Cass.)	<i>Diplostephium glandulosum</i> (Hieron.)
<i>Gynoxys cuicochensis</i> (Cuatrec.) (e)	<i>Diplostephium ericoides</i> (Lam.) Cabrera
	<i>Valeriana cernua</i> (B.) Eriksen (e)
	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.
	<i>Geranium sibaldioides</i> (Benth.)
	<i>Puya sp.</i>
	<i>Disterigma sp.</i> (Klotzsch) Nied.

T4

Herbáceas

Musgo
Urtica urens (Linnaeus, Carl von)
Buddleja sp
Pteridium sp. (Gled. ex Scop.)

arbustos

Gynoxis sp. (Cass)
Buddleja sp.
Miconia salicifolia (Bonpl. ex Naudin)
Berberis lutea (Ruiz & Pav.)
Ribes sp. (L.)
Gynoxys miniphylla (Cuatrec.)
Diplostephium glandulosum (Hieron.)
Monnina sp. (Ruiz & Pav.)
Valeriana cernua (B.) Eriksen (e)
Vaccinium floribundum (Kunth)
Bomarea glaucescens (Kunth) Baker
Monnina sp. (Ruiz & Pav.)
Hesperomeles obtusifolia (Pers.) Lindl.

ANEXO 2. *Akodon mollis*



ANEXO 3. *Microryzomys altissimus*



ANEXO 4. *Microryzomys minutus*



ANEXO 5. *Thomasomys paramorum*



ANEXO 6. *Thomasomys baeops*



ANEXO 7. Individuo de *Microryzomys altissimus* marcado con arete numerado.

