



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Escuela de Biología del Medio Ambiente**

**EVALUACIÓN DE LA IMPORTANCIA DE LOS  
PARCHES DE QUINUA (*Polylepis* spp) COMO REFUGIO  
PARA ESPECIES DE MICROMAMÍFEROS NO  
VOLADORES EN EL PARQUE NACIONAL CAJAS  
(PNC)**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de  
Biólogo**

**Autores:**

**Javier Fernández de Córdova Torres  
Vinicio Santillán Rodríguez**

**Director:**

**Blgo. Juan P. Martínez M.**

**Cuenca, Ecuador  
2006**

**Dedicatoria**

... a nuestros padres y a Camila.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a nuestros padres y hermanos por el apoyo durante toda nuestra vida. A ETAPA y la Corporación Parque Nacional Cajas por financiar esta investigación como parte integral del plan de manejo. A la Universidad del Azuay y la Escuela de Biología por el apoyo logístico y académico. Al Dr. Gustavo Chacón por hacer posible el financiamiento de esta tesis. Al Dr. Adrian Barnett por sus consejos y ayuda en la taxonomía. A la Dra. Teresa Tarifa por sus recomendaciones y correcciones a este texto. Al Dr. Paúl Turcotte porque gracias a él nuestra escuela existe. A nuestros profesores Biólogos Pancho Neira, Felipe Serrano, Fabián Rodas, Danilo Minga, Edwin Zárate por sus enseñanzas y motivaciones. A Raffaella Ansaloni y Boris Tinoco por sus consejos y su ayuda en la interpretación de los datos y la estadística. A Ximenita Orellana y Diego Vidal por facilitarnos el equipo y por su solidaridad en momentos delicados. A nuestros amigos Xavier Armijos, Xavier Clavijo, Omar Landázuri, Cristian Flores, Francisco Sánchez, Paúl Sarmiento, Lorena Torres y Javier Zamora por su ayuda en el campo. Y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron para poder culminar esta importante etapa de nuestras vidas.

### Resumen

Con trampas Sherman y un diseño aleatorio estratificado, se capturó un total de 121 individuos de 11 morfoespecies de Sigmodontidae en ocho parches. Simultáneamente, se tomaron datos del área, cobertura del dosel, distancia a la carretera y otras por parche. Los datos fueron analizados mediante el coeficiente de Morrisita, el índice de Simpson y un PCA. El grado de intervención humana fue la variable más importante que determina la composición de ratones. Mientras mayor intervenido es un parche, la diversidad disminuye y aumenta la abundancia de especies oportunistas. Este estudio demuestra la importancia del uso de estas especies como indicadores de impacto en el Parque.

**Abstract**

Using Sherman traps and a stratified random design we captured a total of 121 individuals from 11 Sigmodontidae morph-species, in eight forest fragments. Additionally, we measured surface area, canopy cover, distance to the main road and others in each of the fragments. Data were analyzed with Morrisita coefficient, Simpson Index and a PCA. The degree of human intervention was the most important variable that determines mice community composition. While forest fragment intervention increases, diversity diminishes, and the abundance of opportunistic species increases. This study shows the importance of using these species as indicators of impacts in the Park.

## **OBJETIVO**

Evaluar la importancia de los parches de quinua como refugio para micromamíferos no voladores dentro del Parque Nacional Cajas.

## Índice de Contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>7</b>
1. METODOLOGÍA.....	7
1.1 Materiales y métodos.....	7
1.2 Descripción del sitio de estudio.....	7
1.3 Descripción de los fragmentos.....	9
1.3.1 Fragmentos con Alta Presión Antropogénica (3).....	10
1.3.2 Fragmentos de Mediana Presión Antropogénica (2).....	13
1.3.3 Fragmentos de Baja Presión Antropogénica (1).....	16
1.4 Trabajo de campo.....	18
1.5 Trabajo de laboratorio.....	21
1.6 Análisis de datos.....	21
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>22</b>
2. RESULTADOS.....	22
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>30</b>
3. DISCUSIÓN.....	30
3.1 Diversidad de Cricétidos.....	30
3.2 Variables de los parches.....	31
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>34</b>
4. CONCLUSIONES.....	34
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>42</b>

## Índice de Figuras

<b>FIGURA 1:</b> MAPA DEL ECUADOR CONTINENTAL Y UBICACIÓN DEL PARQUE DENTRO DEL PAÍS.....	8
<b>FIGURA 2:</b> UBICACIÓN DE LOS FRAGMENTOS DENTRO DEL PNC.....	9
<b>FIGURA 3:</b> FORMA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN COORDENADAS UTM DEL PARCHE HUAGRAHUMA.....	10
<b>FIGURA 4:</b> FORMA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN COORDENADAS UTM DEL PARCHE LUSPA.....	11
<b>FIGURA 5:</b> FORMA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN COORDENADAS UTM DEL PARCHE ESTRELLASCOCHA.....	12
<b>FIGURA 6:</b> FORMA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN COORDENADAS UTM DEL PARCHE TOREADORA.....	13
<b>FIGURA 7:</b> FORMA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN COORDENADAS UTM DEL PARCHE UNIDAS.....	14
<b>FIGURA 8:</b> FORMA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN COORDENADAS UTM DEL PARCHE ILLINCOCHA.....	15
<b>FIGURA 9:</b> FORMA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN COORDENADAS UTM DEL PARCHE CUCHEROS.....	16
<b>FIGURA 10:</b> FORMA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN COORDENADAS UTM DEL PARCHE LARGA.....	17

### Índice de Fotografías

<b>FOTOGRAFÍA 1:</b> TRAMPA ABIERTA, CEBADA Y LISTA PARA LA CAPTURA.....	19
<b>FOTOGRAFÍA 2:</b> MEDIDA DE LA COBERTURA DE MUSGO.....	20
<b>FOTOGRAFÍA 3:</b> MEDIDA DE LA COBERTURA FOLIAR.....	20

**Índice de Tablas**

**TABLA 1:** DIVERSIDAD DE ESPECIES, CON SU DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA EN CADA PARCHE Y EL PORCENTAJE DE PRESENCIA. .... 22

**TABLA 2:** ÍNDICE INVERSO DE SIMPSON DE CADA PARCHE, COMPARADO CON UN T-STUDENT CON VALORES DE P Y UN NIVEL DE SIGNIFICACIÓN DE 0.001..... 24

**TABLA 3:** COEFICIENTE DE SIMILARIDAD DE MORRISITA, NOS MUESTRA LOS PARCHE MAS PARECIDOS ENTRE SI DE ACUERDO A LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES EN CADA UNO, CON UN RANGO ENTRE 0 Y 1. .... 25

**TABLA 4:** VARIABLES MEDIDAS EN CADA PARCHE Y UBICACIÓN DENTRO DEL PNC. .... 28

### Índice de Gráficos

<b>GRÁFICO 1:</b> PORCENTAJE DE ABUNDANCIAS DE ESPECIES REGISTRADAS. ....	23
<b>GRÁFICO 2:</b> ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES POR PARCHE. ....	23
<b>GRÁFICO 3:</b> RIQUEZA DE LAS ESPECIES POR PARCHE. ....	24
<b>GRÁFICO 4:</b> CULSTER DE LOS VALORES DEL COEFICIENTE DE SIMILARIDAD DE MORRISITA. ....	25
<b>GRÁFICO 5:</b> ABUNDANCIAS RELATIVAS (DOMINANCIA – DIVERSIDAD, RANGO-ABUNDANCIA). LAS ESPECIES DE CADA MUESTRA ESTÁN GRAFICADAS DE MAYOR A MENOR ABUNDANCIA (DEL PI MÁS ALTO AL MÁS BAJO), DENTRO DE ESA MUESTRA. ....	26
<b>GRÁFICO 6:</b> AGRUPACIÓN DE LOS PARCHES POR LAS VARIABLES DE LA TABLA 4....	28
<b>GRÁFICO 7:</b> PCA DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES TOMADAS EN CADA PARCHE. ....	29

### Índice de Anexos

<b>ANEXO 1:</b> MATRIZ DE CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES DE CADA PARCHE. ....	42
<b>ANEXO 2:</b> CRÁNEO DE PHYLLOTIS CF. PYRRHONOTUS, ESPÉCIMEN COLECTADO EN PARCHE TOREADORA. ....	43

**Fernández de Córdova Carlos Javier**  
**Santillán Rodríguez Vinicio Estuardo**  
**Trabajo de Graduación**  
**Director: Blgo. Msc. Juan Pablo Martínez**  
**Fecha: Octubre de 2006**

**EVALUACIÓN DE LA IMPORTANCIA DE LOS PARCHES DE QUINUA  
(*Polylepis* spp) COMO REFUGIO PARA ESPECIES DE  
MICROMAMÍFEROS NO VOLADORES EN EL PARQUE NACIONAL  
CAJAS (PNC)**

**INTRODUCCIÓN**

Los Bosques de *Polylepis* spp. (Rosaceae) crecen formando pequeños fragmentos caracterizados por su alta especificidad y diversidad biológica concentrada en áreas muy reducidas, resultado de sus características eco-climáticas únicas (Kessler, 1995), son típicos de grandes elevaciones por encima del nivel de niebla (3.500 – 4.500 m s. n. m.) en los Andes. A menudo se presentan como vegetación boscosa aislada y rodeada por pastizales de páramo o puna y comunidades arbustivas. Están usualmente restringidos a pendientes escarpadas y rocosas en valles resguardados, pero también en planos expuestos y de vientos fuertes del altiplano de la cordillera andina. Estos *Polylepis* spp son tolerantes a la sequedad y probablemente resistentes al fuego (Stotz et al. 1996).

El género *Polylepis* incluye alrededor de 20 especies restringidas a los bosques montanos y alto andinos de la cordillera de los Andes, distribuidas desde norte de Venezuela hasta norte de Chile y Argentina, con una población extratropical en el noroeste y centro de Argentina (Simpson, 1979; Romoleroux, 1996).

Una de las áreas más importantes para la diversificación del género *Polylepis* en el Ecuador es el Parque Nacional Cajas (PNC), considerado como tal, por mantener 4 de las 7 especies registradas en el Ecuador, constituyéndose en el único sitio en el mundo donde coexisten *Polylepis weberbaueri*, *Polylepis reticulata* y *Polylepis lanuginosa*, en un mismo fragmento y, *Polylepis incana* en fragmentos cercanos en el sector de Río Blanco (Minga et al. 2002).

En el PNC, se encuentran sobre la cota de los 3 300 m s.n.m., se localizan generalmente en sitios protegidos y cerca de las lagunas; en sitios rocosos, encañonados y, a las orillas de quebradas y riachuelos. El estrato arbóreo es bajo, entre 8 y 10 m de altura, con árboles retorcidos y muy ramificados cuyos troncos y ramas están cubiertos de musgos. Los taxones leñosos no son muy diversos, debido a que no muchas especies pueden adaptarse a estas alturas (Hosftede, 1998).

Infortunadamente, éstos bosques también representan uno de los hábitats más vulnerables de los altos Andes por la fuerte presión antropogénica existente (tala para leña y materiales de construcción además de sobrepastoreo), ya que constituyen el único recurso maderable en esas alturas (Venero y De Macedo 1983; Fjeldsa & Kessler, 1996; Serat et al. 2002).

### **Los Bosques de *Polylepis* y sus Implicaciones con la Fragmentación del Hábitat**

La fragmentación es entendida como un proceso dinámico por el cual un determinado hábitat va quedando reducido a fragmentos o islas de menor tamaño, más o menos conectadas entre por en una matriz de diferentes características (Forman, 1995); no sólo implica una pérdida del entorno y la reducción del tamaño de los fragmentos e incremento de la distancia entre ellos; sino también un aumento de nuevos hábitats (Soule, 1986).

El tamaño y la forma de los fragmentos condicionan en gran medida las posibilidades de mantener ciertas poblaciones. Así, cuanto menor sea la superficie del fragmento, más vulnerable será a los agentes externos y más acusado será el efecto borde. En fragmentos de mayores superficies se espera que las poblaciones sean más numerosas y con mayores posibilidades para superar las posibles alteraciones o extinciones locales. Mientras que los que son alargados y/o delgados tienen proporcionalmente mayor longitud de borde (perímetro) que aquellos que tienen formas cuadradas o redondeadas (Diamond, 1975).

Los efectos biológicos de la fragmentación de bosques derivan sobre las condiciones microclimáticas de los remanentes, en la abundancia de algunas especies y en las interacciones biológicas, lo que afectará en última instancia la biodiversidad existente en los bosques (Bustamante y Grez, 1995). Uno de los problemas en la biología de la

conservación, es la magnitud en la cual la pérdida de la variabilidad genética en poblaciones aisladas reduce su oportunidad de sobrevivencia (Forman, 1995).

El aislamiento de los fragmentos, y por tanto el aumento de la distancia entre ellos, dificulta el intercambio de individuos, que se asocia en muchas ocasiones a la progresiva desaparición de las especies acantonadas en estos relictos; de igual manera el tamaño y la forma de los mismos condicionan en gran medida las posibilidades de mantener ciertas poblaciones (Santos, et al., 2003).

Según Darren *et al.* (1998), en un meta – análisis sobre el efecto del tamaño del parche en la pérdida de hábitat y la declinación poblacional, sobre paisajes que están sufriendo la fragmentación sus resultados predijeron lo siguiente: 1) entre especies generalistas que utilizan tanto el borde como el interior de un parche de hábitat, la declinación en el tamaño de la población asociada con la destrucción del hábitat, debería ser cuantificada solo por la pérdida de hábitat; 2) para especies de interior, la declinación en el tamaño de la población asociada con la fragmentación del hábitat *per se*, será mayor que lo precedido por la sola pérdida de hábitat; 3) para especies de borde, la declinación en el tamaño de la población será menor que lo precedido por la sola pérdida de hábitat; 4) estos efectos relativos no serán influenciados por la cantidad de hábitat perdido, pero serán afectados por los patrones del hábitat cuando parches pequeños o grandes son preferiblemente removidos; y 5) así como la pérdida de hábitat y la fragmentación se incrementan en un paisaje, las especies migratorias , generalmente sufrirán menos que las especies residentes en la declinación en el tamaño poblacional.

A partir de su estado inicial al final del Pleistoceno, la degradación de los bosques de *Polylepis* ha avanzado notablemente en años recientes. Las consecuencias de esta gran fragmentación no son comprendidas aún, y tampoco lo ocurrido a las especies de mamíferos. Si una especie es eliminada, varios efectos que no se pueden predecir ahora podrían ocurrir a las otras especies que permanezcan (Tarifa y Yensen, 2001).

La distribución fragmentada de los bosques de *Polylepis* corresponde a una antigua distribución extensa, (Cuatrecasas, 1958 en Ulloa y Jorgensen 2004). La fragmentación comenzó probablemente con el manejo de las pasturas después de la

domesticación de los camélidos -que se inició hace 7 500 años (Wing, 1986). Después de la Conquista se incrementó debido al aumento de las quemadas provocadas para la renovación de pastos para el ganado ovino y vacuno, y la habilitación de campos agrícolas; además de la producción comercial de carbón, extracción de madera, obtención de leña, y más recientemente por la reforestación con especies exóticas de Eucaliptos y Pinos entre otras causas (Fjeldsa 1993; Kessler Y Driesch, 1993; Vargas, 2001).

Estudios realizados en el Ecuador proponen que los fragmentos son residuos de una distribución amplia y alta del bosque, que correspondería al verdadero límite superior -4100 metros en la Cordillera Oriental y 4350 metros en la Cordillera Occidental-, y que, dichos bosques han sido parcialmente destruidos por el hombre. La controversia sobre el verdadero límite superior del bosque sigue en discusión, varias hipótesis han tratado de explicar la presencia de estos fragmentos de acuerdo a características del suelo, humedad o topografía pero que aún no son evidentes en el Ecuador (Ulloa, y Jorgensen, 2004).

### **Mamíferos Asociados a los Bosques de Polylepis.**

Muchas especies de mamíferos ecológicamente dependientes de áreas boscosas 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).

Ciertos fragmentos son utilizados de forma permanente por individuos llamados residentes, típicamente adultos reproductores e individuos emparentados dependientes. Otros sólo permiten que los individuos denominados transeúntes (típicamente juveniles en fase de dispersión) sobrevivan temporalmente, aunque no encuentren en ellos suficientes recursos para establecerse. Cuando estos hábitats subóptimos son lineales y conectan dos áreas ocupadas por residentes se denominan corredores (Forman 1983). Estos corredores pueden facilitar el flujo génico entre las poblaciones de los fragmentos conectados, así como la colonización, recolonización o

refuerzo de una de las poblaciones desde la establecida en el otro fragmento (Dendy 1987, Merriam 1993, Gustafsson y Hansson 1997).

La diversidad de especies de pequeños mamíferos del Parque Nacional Cajas es una de las más altas registradas para los Andes de acuerdo a una comparación con otras áreas (Barnett, 1999). Los estudios de mamíferos en general en el Parque han sido generales y dispersos existiendo una identificación representativa, que obliga a que los siguientes estudios bióticos, determinen el arreglo y función que las especies tienen en el área, de tal manera que se tenga un conocimiento de lo que producen (Ruiz, A. 2002); conjuntamente los fragmentos de bosque de quinua son elementos claves como recurso hábitat, y es de significativa importancia estudiar las relaciones existentes con la fauna que se localiza dentro de estos parches que convierten a este tipo de ecosistema en un corredor importante para la fauna en general localizada dentro del parque.

La cobertura de estos bosques brindan refugio a varias especies de micromamíferos, ya que la estructura de los pastos y pajonales que actúan como matriz son de muy baja altura y no les ofrecen protección contra sus depredadores, principalmente aves que perchean en los bordes del bosque. Se ha comprobado que las aves consumen con preferencia los insectos y roedores cuyo color contrasta más con el fondo (Margalef, 1974). Además los roedores son fácilmente detectables por zorros (*Pseudalopex culpaeus*) y pumas (*Puma concolor*), los cuales son potenciales depredadores de micromamíferos en la zona (Emmons & Feer, 1999). La preferencia de hábitat que presentan los pequeños mamíferos se encuentra en estrecha relación con la disponibilidad de recursos y la dependencia ante las características geológicas.

En el Ecuador los estudios con roedores y la fauna en general en estos ecosistemas son altamente reducidos y escasos, se obtienen muy pocos registros de especies que utilizan estos bosques.

En otros países andinos este tipo de bosques presentan una gran variedad de roedores de los cuales solo se tienen pocos estudios de la familia Cricetidae más abundante y ampliamente distribuido en la Faja Andina. A pesar de ello, no se tiene datos

detallados sobre el hábitat, comportamiento, alimentación, reproducción o ecología de estas especies. (Anderson, 1997).

Los estudios demográficos pueden proveer información sobre la estructura de edades de una población (Primack, 1998). Una serie de cuestionamientos ecológicos que proveen información importante para la implementación de esfuerzos efectivos de conservación a nivel poblacional, tratan sobre el tamaño poblacional, la estabilidad del número de individuos, ¿si aumenta o disminuye? y sobre la mezcla de adultos y juveniles.

La falta de información sobre fauna y flora de muchas regiones es una de las mayores dificultades en la elaboración de estrategias de conservación. Los bosques de *Polylepis* son de origen reciente, sin embargo contienen una fauna y flora distinta que se caracteriza por muchos especialistas de hábitat y altos niveles de endemismo, las cuales cual merece protección.

Este estudio tuvo como finalidad determinar la importancia de los parches de *Polylepis* spp como refugio de las especies de cricétidos dentro del PNC. Tomando en cuenta si las variables independientes analizadas influyen o no en la diversidad.

## CAPITULO I

### 1. METODOLOGÍA

#### 1.1 Materiales y métodos.

Para este estudio se utilizaron 20 trampas tipo “Sherman” de captura viva, cebadas con plátano, mantequilla de maní, atún y avena; un GPS Garmin eTrex Legend; 2 marcos de madera de 0,5 m<sup>2</sup> divididos cada 10 cm; y un tubo de PVC con un diámetro de 10,5 mm, dividido en 4 partes iguales.

En el lapso de ocho meses se muestrearon un total ocho fragmentos de *Polylepis*: cinco ubicados en la vertiente oriental (Toreadora, Cucheros, Unidas, Illincocha y Estrellascocha) y tres en la vertiente occidental (Luspa, Larga y Huagrahuma) del Parque Nacional Cajas; cada uno de estos remanentes fue considerado como una parcela individual experimental, a la cual se le midió el área, el porcentaje de cobertura de musgo y la cobertura foliar del dosel, distancia a la carretera, y la densidad de borde. Además se categorizó a cada parche según la presión antropogénica: 1= Presión antropogénica baja (Turismo y pescadores espontáneos, o raros), 2= Presión antropogénica media (Turismo y pesca intensiva) y 3= Presión antropogénica intensa (Ganado, Leña, Turismo intensivo, Pescadores); también se calculó la densidad de borde dividiendo el perímetro para el área  $P/A$  (Forman, 1986), para comparar cada uno de estos parámetros con la diversidad de cricétidos.

#### 1.2 Descripción del sitio de estudio.

El Parque Nacional Cajas ocupa parte del territorio de la Cordillera Occidental del Sur de los Andes ecuatorianos, con un área de 28 544 ha, altitudinalmente está enmarcado entre los 3 100 y los 4 545 m s. n. m. El área incluye las cuencas altas de los ríos

Llaviuco, Mazán y Soldados, que drenan hacia el Atlántico y de los ríos Luspa, Sumincocha, Atugyacu, Yantaguhayco, Jerez y Angas, hacia el Pacífico (Figura 1).



**Figura 1: Mapa del Ecuador Continental y ubicación del parque dentro del país.**

El 90.6% del área corresponde al ecosistema de páramo herbáceo, exceptuando pequeñas áreas, localizada al sur este (Mazán y Llaviucu) y oeste (Canoas), caracterizadas por presentar alturas absolutas inferiores a los 3 600 m s. n. m. y espacios geográficos intervenidos como los sectores norte (Patul), y sur (Soldados). También incluye 235 lagunas de origen glacial, además de una gran cantidad de parches de Quinoa que en el PNC, se encuentran sobre la cota de los 3 300 m s.n.m., se localizan generalmente en sitios protegidos y cerca de las lagunas; en sitios rocosos, encañonados y, a las orillas de quebradas y riachuelos. El estrato arbóreo es bajo, entre 8 y 10 m de altura, con árboles retorcidos y muy ramificados cuyos troncos y ramas están cubiertos de musgos.

### 1.3 Descripción de los fragmentos.

En total se muestrearon ocho fragmentos con diferente presión antropogénica: tres con alto grado de intervención (Huagrahuma, Luspa y Estrellascocha), tres con mediana intervención (Toreadora, Unidas e Illincocha), y dos con un bajo nivel de intervención (Cucheros y Larga) (Figura 2).

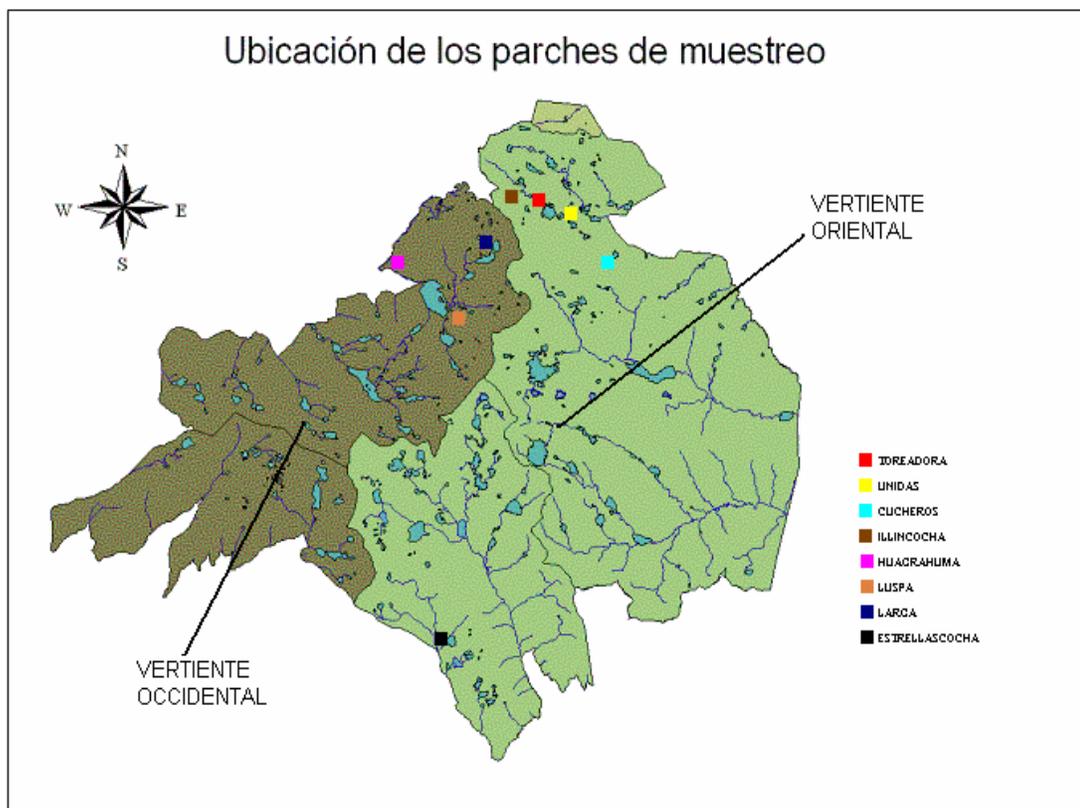


Figura 2: Ubicación de los fragmentos dentro del PNC.

### 1.3.1 Fragmentos con Alta Presión Antropogénica (3).

**Huagrahuma (TCH):** Se ubica en la vertiente Occidental del PNC (UTM 691782-9691536) a 3 777 msn.m, en la cuenca del río Migüir, bordeado al sur por la carretera Cuenca-Molleturo-Naranjal, que aísla a este parche de otro tres veces mayor aproximadamente, y del cual debió ser parte antes de la construcción de esta obra de ingeniería (Figura 3). Tiene un área de 4,76 ha. en forma de 8 con una alta densidad de borde por la presión al que esta sujeto. Este parche se encuentra fuera de los límites del PNC y es de propiedad privada, por lo cual presenta una mayor amenaza antropogénica. En su extremo occidental se localiza una casa que se encuentra habitada por poca gente que utiliza esporádicamente el fragmento para extracción de leña y pastoreo de reses; existe además un camino abierto hace algunos años con estas finalidades. Se puede observar claramente una gran compactación del suelo como también huesos y otros vestigios de animales introducidos. Se observa mucha basura, que viene de la carretera y de las personas que habitan en una la casa aledaña. También se encuentra un canal que cruza la carretera que posiblemente sirve como vía de conexión entre los fragmentos continuos. Además existe una gran contaminación acústica y de gases debido a los vehículos motorizados que transitan por la vía. Por otra parte este bosque tiene una topografía bastante plana y poco rocosa, a pesar de estar junto a la montaña.

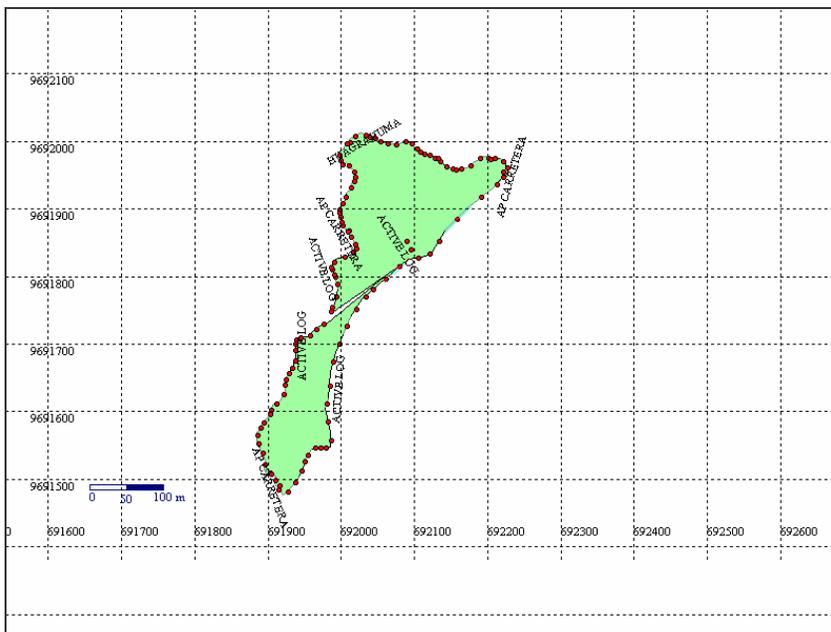


Figura 3: Forma y ubicación geográfica en coordenadas UTM del parche Huagrahuma.

**Luspa (TCL):** Ubicado en la vertiente Occidental (UTM 694054-9689962) a 3 817 m s n m en la cuenca hidrográfica del Migüir, a una distancia de 2,6 Km. de la carretera Cuenca-Molleturo-Naranjal. Posee un área de 1,29 ha de forma redondeada, con dos invaginaciones laterales que le da una densidad de borde media. Esta ubicado en medio de un valle más alto y al este de la laguna Luspa, siendo el único que no se encuentra junto a una loma; teniendo una topografía más plana y menos rocosa que los otros bosquetes. Limitado al oeste por una quebrada de unos dos metros de ancho aproximadamente que nace en una peña al norte de este pequeño valle (Figura 4). Se puede observar una gran cantidad de residuos sólidos dejados por turistas, pescadores y colonos del sector de Migüir. La cobertura de musgo es casi nula en la mitad sur del parche, el suelo es completamente compactado y siendo utilizado para refugio y campamentos; además se puede encontrar huesos y excrementos de ganado vacuno principalmente en el interior del fragmento, siendo este un lugar de pastoreo continuo donde se puede observar vacas que están alrededor del parche, completamente sueltas. La cobertura foliar de dosel es mínima ya que esta parte presenta baja densidad de *Polylepis* y otras especies de plantas, por lo que se han formado unos claros debido a la gran extracción de leña que es utilizada para realizar fogatas, lo que hace que esta zona sea de fácil acceso. Sin embargo, la mitad norte del parche, tiene una cobertura de musgo y dosel mucho mayor, con un suelo muy húmedo y blando, mientras que el acceso es muy complicado por la cantidad de vegetación en regeneración.

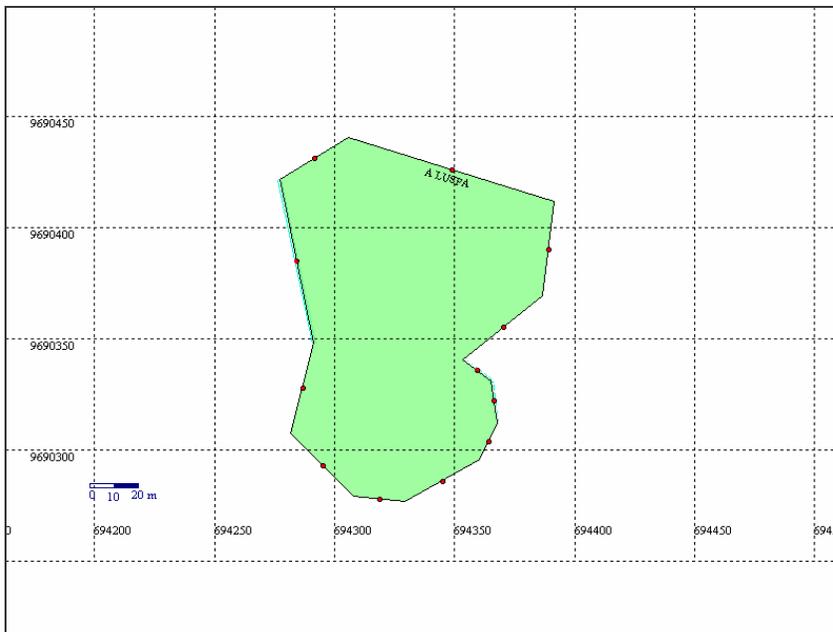
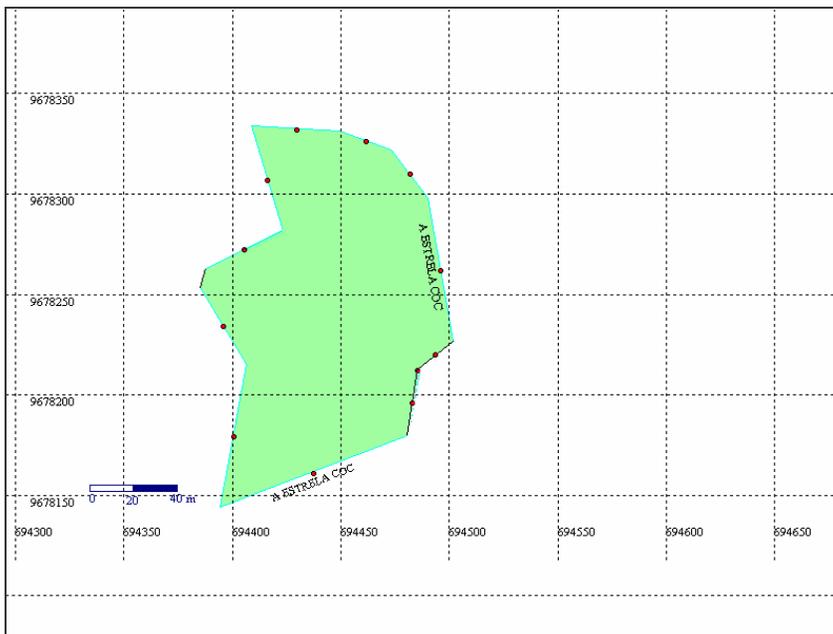


Figura 4: Forma y ubicación geográfica en coordenadas UTM del parche Luspa.

**Estrellascocha (TCE):** Este fragmento se localiza en la vertiente Oriental del parque (UTM 695993-9692012) en la cuenca del río Yanuncay a 608 m de la vía Cuenca-Soldados-Angas, que es una vía de tierra y poco transitada. Conserva un área de 1,42 ha con una forma redondeada con tres invaginaciones laterales grandes que le dan una densidad de borde alta (Figura 5). El parche se encuentra a un lado de la laguna del mismo nombre, aproximadamente un 40% del fragmento ha sido quemado y se encuentra en proceso de regeneración; la cobertura de musgo y de dosel en la zona quemada es prácticamente nula o cero. En el 60% restante existe una gran cantidad de senderos consecuencia de la gran afluencia de pescadores y turistas, por lo cual también es habitual encontrarse con desperdicios humanos en el sector; además se ve una fuerte extracción de leña por colonos del sector, posiblemente porque este bosque se encuentra en una zona del PNC que no tiene mucho control y que se encuentra muy cerca del poblado de Soldados. Su rango altitudinal esta entre 3817,5 y 3861,5 m s. n. m. Este parche es el más distante de los muestreados en esta investigación, teniendo una topografía más irregular y con más rocas que los dos parches anteriores analizados debido a que se encuentra muy pegado a la peña.



**Figura 5: Forma y ubicación geográfica en coordenadas UTM del parche Estrellascocha.**

### 1.3.2 Fragmentos de Mediana Presión Antropogénica (2).

**Toreadora (TCT):** Este parche pertenece a la cordillera oriental del PNC (UTM 697058-9692872) en la cuenca Hidrográfica del Tomebamba, a 359 m de la vía Cuenca-Molleturo-Naranjal. Tiene un área de 1,69 ha y un rango altitudinal de entre 3926,6 y 3951,5 m s. n. m., con una forma rectangular y una alta densidad de borde (Figura 6). Este fragmento posiblemente es el que presenta mayor afluencia de turistas de todo el parque, por lo que se puede observar basura y las huellas de pisadas que dejan los turistas formando varios senderos dentro del parche, ya que sirve de refugio para los mismos cuando existe malas condiciones ambientales y observación de fauna (principalmente aves). A pesar de esto la cobertura de musgo y foliar de dosel son muy altas en este parche. Otra característica importante es que se encuentra junto a una gran pared rocosa que le sirve como barrera de los vientos que corren de sur a norte de la zona, por lo que la topografía es bastante escarpada, con una gran presencia de rocas que forman refugios naturales; asimismo presenta lugares en que la vegetación y las rocas hacen casi imposible el paso. La pesca deportiva en este sector es muy baja por lo cual también ha permitido una menor degradación en su estructura.

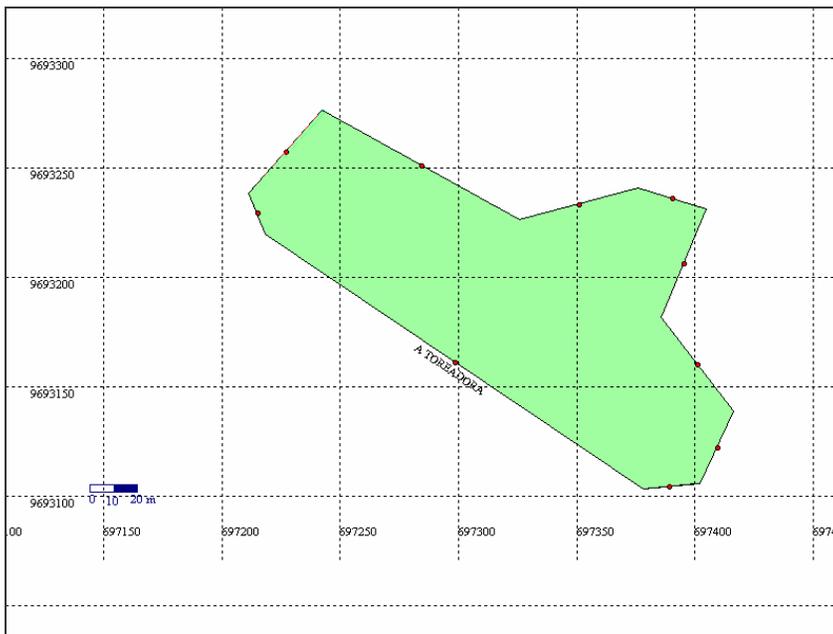
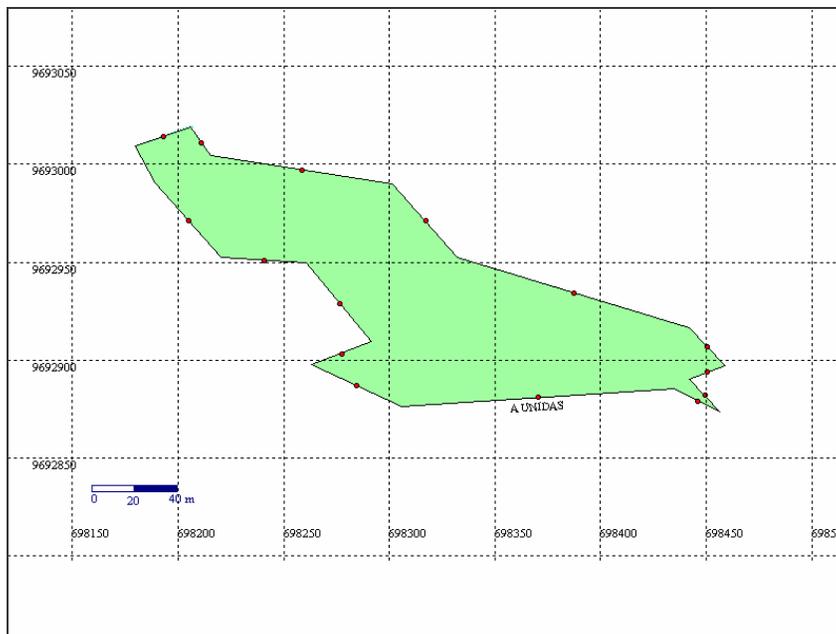


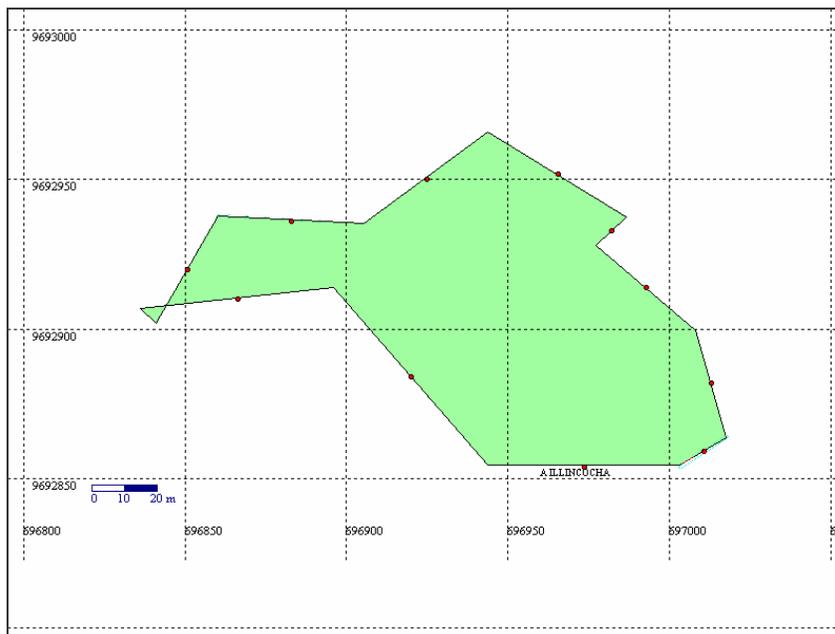
Figura 6: Forma y ubicación geográfica en coordenadas UTM del parche Toreadora.

**Unidas (TCU):** Se encuentra en la cordillera Oriental del parque (UTM 697941-9692650) en la cuenca del río Tomebamba a 614 m de la vía Cuenca-Molleturo-Naranjal. Tiene un área de 1,58 ha y un rango altitudinal entre 3882,5 y 3934,7; su forma es alargada con un alta densidad de borde (Figura 7). Posee similares características de presión antropogénica que el parche de Toreadora debido a que se encuentra cerca de éste, pero con mayor afluencia de pescadores ya que dentro del mismo se pueden encontrar estructuras de campamentos creados como refugios provisionales construidos con ramas de los árboles del fragmento, también con mayor cantidad de desperdicios humanos; la cobertura de musgo y foliar de dosel es muy baja posiblemente por lo anteriormente anotado. Además está ubicado en una pequeña ladera con ciertas partes en depresión entre la montaña y un riachuelo de 1,5 m aproximadamente, lo que probablemente ocasiona inundaciones en los meses más lluviosos, pudiendo ser otro factor que influye en la flora del parche al causar un nivel alto de estrés hídrico. Su topografía es bastante irregular con gran cantidad de rocas y algunos lugares de difícil acceso.



**Figura 7:** Forma y ubicación geográfica en coordenadas UTM del parche Unidas.

**Illincocha (TCI):** Este fragmento está ubicado en la misma cordillera y cuenca hidrográfica que los dos anteriores (UTM 696910-9692942) a 10 m de la carretera Cuenca-Molleturo-Naranjal, con un área de 0,96 ha, tiene un perfil amorfo semi redondeado con una zona alargada como un brazo del mismo, y con una altísima densidad de borde. Su rango altitudinal esta entre 3985,3 y 4023,2 m s. n. m. (Figura 8). La principal amenaza que sufre consiste en la contaminación por ruido y gases producidos por los motores de los autos que circulan por la vía adyacente, y de igual manera junto a este parche se encuentra una edificación que temporalmente ha funcionado como oficinas y refugio del personal que labora en el parque. Por tratarse de un fragmento pequeño no es visitado por turistas salvo ocasionalmente, sin embargo, en su interior se puede observar basura y vestigios de fogatas. La cobertura foliar de dosel y musgo es media y equiparada entre ellas. Posee gran cantidad de formaciones rocosas aptas para el refugio de fauna, sobre todo de mediano tamaño por lo que es muy común observar conejos (*Sylvilagos brasiliensis*) en el lugar. Su topografía es irregular y se encuentra ubicado entre la carretera y una peña, el acceso para caminar es relativamente fácil. Además existe otro parche de menor tamaño a unos 10 m de distancia que posiblemente fue parte del fragmento muestreado.



**Figura 8:** Forma y ubicación geográfica en coordenadas UTM del parche Illincocha.

### 1.3.3 Fragmentos de Baja Presión Antropogénica (1).

**Cucheros (TCC):** Se localiza en la vertiente oriental del PNC (UTM 700259-9690492) pegado a la peña sur del valle donde se encuentra la laguna Cucheros, en la cuenca del río Tomebamba a 1,3 Km de la vía Cuenca-Molleturo-Naranjal a una altura media de 4000 m s. n. m., mantiene un área aproximada de 1 ha, tiene forma rectangular y alta densidad de borde (Figura 9). Es un parche que se encuentra en un sector de acceso complejo, por lo que se ha mantenido con una mínima presión por parte del hombre, facilitando así a la regeneración de las plántulas de *Polylepis* spp. y de algunas briofitas. La cobertura foliar de dosel y de musgo especialmente son las mas altas de todos los parche muestreados. Igualmente existe una pared de roca que además de protegerlo del viento hace imposible el paso alrededor en algunos sectores, por lo que en este parche no se pudo circundar con el GPS y se tuvo que calcular el perímetro, área y georeferenciar en programa GPS TrackMarker con puntos tomados en las esquinas. Por todo esto la topografía es muy irregular, con gran cantidad de rocas y acceso complejo debido a la densidad de la vegetación.

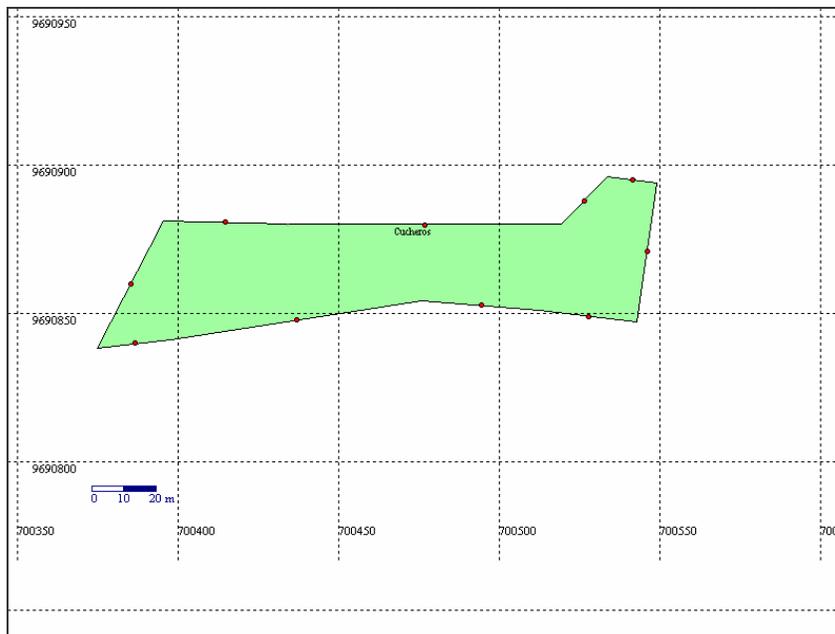
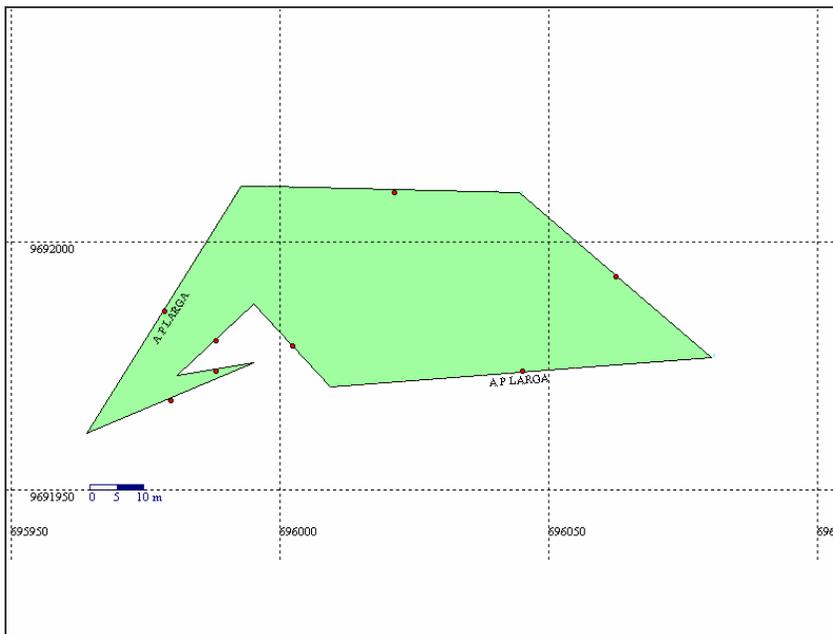


Figura 9: Forma y ubicación geográfica en coordenadas UTM del parche Cucheros.

**Larga (TCLA):** Ubicado en la vertiente Occidental del parque (694427-9692942) al norte y a unos 50 m de la laguna Larga, pegada a una ladera, dentro de la cuenca hidrográfica del Migüir a 946 m de la vía Cuenca-Molleturo-Naranjal y un rango altitudinal de 3985,7 a 4037,6 m s. n. m., tiene un área de 0.29 ha siendo el parche más pequeño de esta investigación, de figura disforme y gran perímetro (a causa de una invaginación muy pronunciada en la parte sur occidental del fragmento) para su área (la más alta densidad de borde de todos los parches muestreados). Esta situado de igual manera en una ladera de difícil acceso que ha frenado las amenazas antropogénicas. La topografía es irregular con una pendiente muy pronunciada, mayor al 30% (Figura 10). El suelo está constituido por una gran cantidad de rocas medianas apiladas, las cuales permiten un fácil movimiento para los cricétidos ya que se forman verdaderos canales que son utilizados como vías de traslado por estas especies, por lo que la cobertura de musgo es la más baja de todos los fragmentos; mientras que la cobertura foliar de dosel es la más alta de todos los bosquetes.



**Figura 10:** Forma y ubicación geográfica en coordenadas UTM del parche Larga.

#### 1.4 Trabajo de campo.

En el campo, los animales seleccionan ciertos hábitats más adecuados para su subsistencia, ignorando otros en los que sus densidades son pequeñas o nulas. Mediante el muestreo aleatorio estratificado se diferenciaron los sectores ocupados de aquellos que no lo están, concentrando nuestro esfuerzo en los primeros. Se combate así buena parte de la variabilidad asociada a la distribución de los animales según hábitats (*estratos*) que dispara el error estándar de la media. Este diseño ahorra esfuerzo y aumenta la precisión (Telleria, 1986).

Para la captura de los micromamíferos, en cada parche se colocaron 20 trampas, las cuales fueron cebadas una vez cada día (08h00) durante los tres días de muestreo (fotografía 1). De los individuos capturados se tomaron, medidas morfométricas, peso, edad, sexo y estado reproductivo. Se colectaron algunos individuos de difícil identificación para su sacrificio y posterior identificación en el laboratorio de vertebrados de la Escuela de Biología de la Universidad del Azuay. En general se utilizaron 30 días de captura en el campo, 20 trampas, 3 días por cada parcela, con un total de 600 trampas/día.



**Fotografía 1: Trampa abierta, cebada y lista para la captura.**

Se calculó el área de los fragmentos rodeando todo el perímetro de cada parche con un GPS. Para cobertura de musgo tomamos 25 muestras en cada parche y se midió mediante cuadrantes de 1m<sup>2</sup>. Cada microcuadrante fue revisado y caracterizado según la cobertura ( $1 > 50\%$ ,  $0 < 50\%$ ) (Fotografía 2).



**Fotografía 2: Medida de la Cobertura de Musgo.**

La cobertura foliar del dosel fue medida mediante un tubo dividido en 4 partes iguales, y así observar el porcentaje de cobertura en 25 estaciones, en cada fragmento (Fotografía 3).



**Fotografía 3: Medida de la Cobertura Foliar.**

### **1.5 Trabajo de laboratorio.**

Los individuos colectados se prepararon usando normas estándar para pieles secas y especimen completo en alcohol al 70%. Todos estos especímenes fueron catalogados y clasificados mediante claves de identificación (Tirira, 1999, Anderson, 1993, Huina Pukios, 2002 y Barnett comunicación personal, 2005), los especímenes de referencia se encuentran depositados en el laboratorio de vertebrados de la Universidad del Azuay (Anexo 2).

### **1.6 Análisis de datos.**

Para el análisis de los resultados se calculó el índice de diversidad 1/Simpson se lo realizó con el programa BIO-DAP (Magurran, 1988), un análisis paramétrico t-student y coeficiente de similitud de Morrista en el PAST-PROGRAM 1.42 (Hammer y Harper, 2006), obteniendo un Análisis Cluster para ver la relación entre los 8 sitios y un Análisis de Componentes Principales (PCA), autoescalando todas las variables del bosque con el programa Excel STAT.

## CAPITULO II

## 2. RESULTADOS

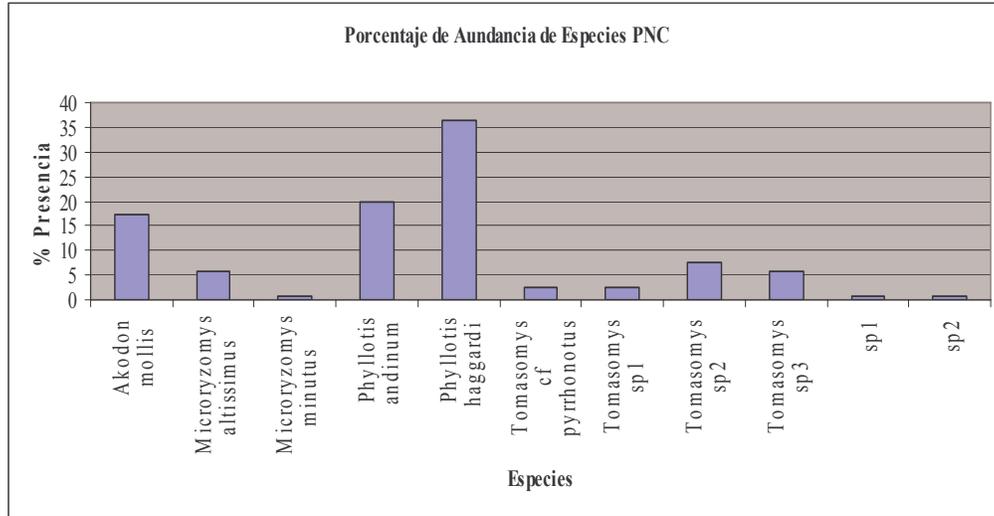
En este estudio se han registrado 121 individuos, de 11 especies de cricétidos, de las cuales seis están identificadas hasta especie, tres hasta género, y dos morfoespecies (Tabla 1). El género más abundante fue *Thomasomys* con cuatro especies, seguido por *Microrhizomys* y *Phyllotis* con 2 cada una. La especie más abundante a nivel general fue *Phyllotis haggardi* con 44 individuos (endémico para el Ecuador), correspondiente al 36% del total de especímenes capturados; mientras que las especies menos abundantes o raras fueron *Microrhizomys minutus* y dos morfoespecies (sp1, sp2) con un individuo, siendo el 0,8% cada uno del total de la muestra (Gráfico 1).

**Tabla 1: Diversidad de especies, con su distribución, abundancia en cada parche y el porcentaje de presencia.**

	ESPECIES	TCT	TCC	TCU	TCH	TCL	TCE	TCLA	TCI	T ind/Sp	% spp
1	<i>Akodon mollis</i>	7	1	2	6	3	0	0	2	21	17,36
2	<i>Microrhizomys altissimus</i>	1	5	0	0	0	1	0	0	7	5,785
3	<i>Microrhizomys minutus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,826
4	<i>Phyllotis andium</i>	4	1	14	1	0	0	0	4	24	19,83
5	<i>Phyllotis haggardi</i>	1	4	2	6	19	8	4	0	44	36,36
6	<i>Thomasomys cf pyrhoneotus</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	3	2,479
7	<i>Thomasomys</i> sp1	1	0	0	0	0	0	2	0	3	2,479
8	<i>Thomasomys</i> sp2	0	0	0	1	1	2	5	0	9	7,438
9	<i>Thomasomys</i> sp3	0	0	0	0	4	3	0	0	7	5,785
10	sp1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,826
11	sp2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,826
	<b>Total individuos/parche</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>121</b>	<b>100%</b>
	<b>Total especies/parche (S)</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	

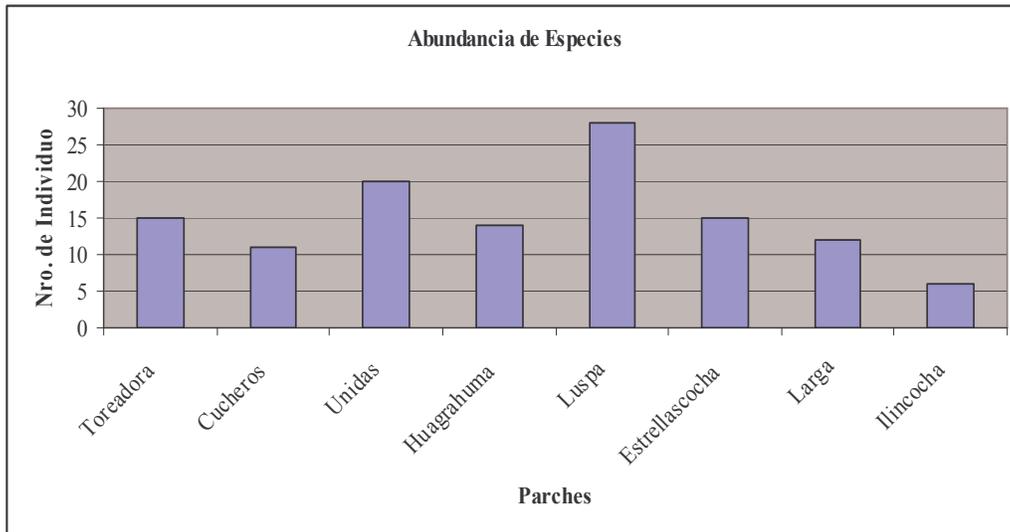
\***Siglas de Parches:** TCT: Toreadora, TCC: Cucheros, TCU: Unidas, TCH: Huagrahuma, TCL: Luspá, TCE: Estrellascocha, TCLA: Larga, TCI: Illincocha.

Gráfico 1: Porcentaje de abundancias de especies registradas.



El Parche con mayor abundancia fue Luspa con 28 individuos, seguido de Unidas con 20, el que presento menor abundancia fue Illincocha con seis individuos (Gráfico2).

Gráfico 2: Abundancia de las Especies por Parche.



El fragmento con mayor riqueza fue Toreadora con seis especies; Unidas y Estrellascocha le siguen con cinco cada uno; Cucheros, Huagrahuma y larga con cuatro cada uno y el parche con menor riqueza fue Illincocha con dos especies (Gráfico 3).

Gráfico 3: Riqueza de las Especies por Parche.



El estimador imparcial del índice inverso de Simpson nos dio como resultado que TCT y TCLA fueron los parches más diversos (3,889) y (3,882) respectivamente, sin una diferencia significativa; mientras que el menos diverso fue TCU con (2,043). La diferencia mínima entre las diversidades entre todos los fragmentos no es significativa como se observa al comparar las diversidades entre cada fragmento de quinua mediante un análisis t-student (Tabla 2).

Tabla 2: Índice inverso de Simpson de cada parche, comparado con un t-student con valores de p y un nivel de significación de 0.001.

	TCT	TCC	TCU	TCH	TCL	TCE	TCLA	TCI
<b>1/ Simpson</b>	<b>3,889</b>	<b>3,438</b>	<b>2,043</b>	<b>3,033</b>	<b>2,1</b>	<b>3,281</b>	<b>3,882</b>	<b>2,143</b>
<b>TCT</b>		0,675	0,750	0,927	0,524	1,000	0,755	0,301
<b>TCC</b>	0,675		0,552	0,764	0,396	0,693	0,907	0,502
<b>TCU</b>	0,750	0,552		0,707	0,733	0,756	0,598	0,340
<b>TCH</b>	0,927	0,764	0,707		0,497	0,930	0,842	0,382
<b>TCL</b>	0,524	0,396	0,733	0,497		0,529	0,424	0,264
<b>TCE</b>	1,000	0,693	0,756	0,930	0,529		0,768	0,334
<b>TCLA</b>	0,755	0,907	0,598	0,842	0,424	0,768		0,426
<b>TCI</b>	0,301	0,502	0,340	0,382	0,264	0,334	0,426	

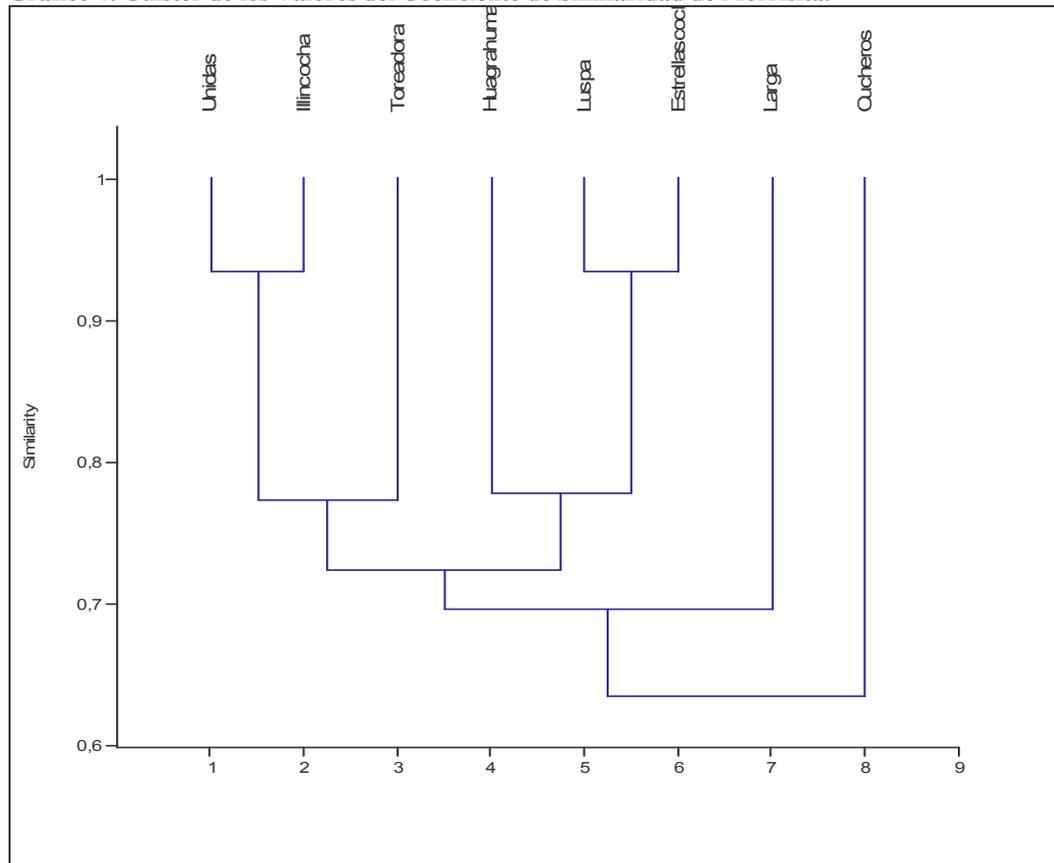
Al analizar los datos de acuerdo a la composición y rareza de las especies mediante el coeficiente de similitud de Morrisita (Tabla 3), encontramos cuatro grupos claramente diferenciados sobre los 0,6 grados de similitud. La primera agrupación que se puede observar fue entre los parches TCU, TCI y TCT; pero existiendo mayor similitud entre TCU y TCI (0.93409). La segunda agrupación fue entre TCH, TCL y TCE; con mayor similitud entre TCL y TCE (0,93436). Luego se pudo observar dos fragmentos

de bosque que son completamente disímiles entre si y con el resto de parches de esta investigación TCL y TCC. Estos datos pueden ser observados con mas claridad en el cluster de vinculo único (Gráfico 4).

**Tabla 3: Coeficiente de similitud de Morrisita, nos muestra los parche mas parecidos entre si de acuerdo a la composición de especies en cada uno, con un rango entre 0 y 1.**

NOMBRE	TCT	TCC	TCU	TCH	TCL	TCE	TCLA	TCI
Toreadora	1	0,36618	0,58418	0,7238	0,24357	0,12162	0,12422	0,7732
Cucheros	0,36618	1	0,25068	0,5493	0,60332	0,63481	0,35924	0,1996
Unidas	0,58418	0,25068	1	0,3041	0,1556	0,12316	0,079893	0,93409
Huagrahuma	0,7238	0,5493	0,3041	1	0,77778	0,65351	0,49532	0,40826
Luspa	0,24357	0,60332	0,1556	0,77778	1	0,93436	0,59937	0,067998
Estrellascocha	0,12162	0,63481	0,12316	0,65351	0,93436	1	0,69594	0
Larga	0,12422	0,35924	0,079893	0,49532	0,59937	0,69594	1	0
Illincocha	0,7732	0,1996	0,93409	0,40826	0,067998	0	0	1

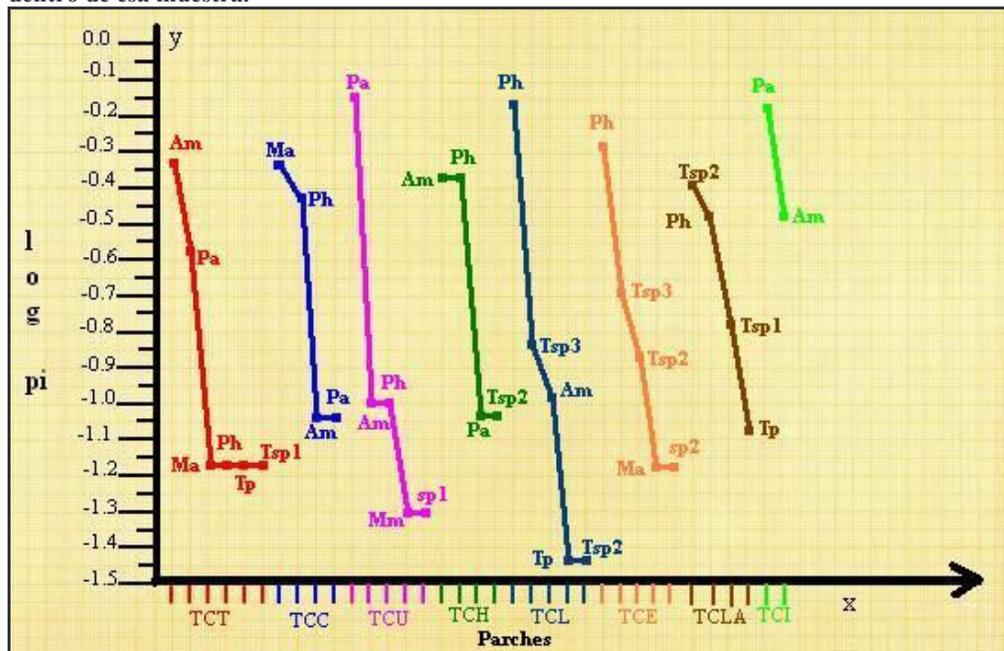
**Gráfico 4: Culster de los Valores del Coeficiente de Similitud de Morrisita.**



Para un mejor entendimiento de la distribución de las especies en los ocho parches, se realizó gráficos de abundancias relativas para comparar entre las muestras todos los aspectos biológicamente importantes de la diversidad de las especies (Feinsinger,

2003). Graficamos las abundancias relativas de las especies de roedores para cada sitio de estudio. La curva que simboliza (TCT) abarca un ancho mayor y por lo tanto tiene un S mayor que la que representa el resto de los sitios, sin embargo también se nota que es causada por la diferencia en la longitud de las “colas”, o la parte horizontal de la curva que representa especies con n= 1, cuya presencia o ausencia puede ser un azar del muestreo. Por otra parte si analizamos y comparamos las curvas sin las colas, se puede evidenciar que TCU y TCI tienen una dominancia numérica similar y una misma secuencia de especies, mientras que TCT tiene una misma dominancia numérica que las anteriores pero la secuencia de especies es diferente; así mismo TCL y TCE tienen la misma secuencia y dominancia numérica pero la de Pi es mucho mayor en la primera. En el resto de las curvas no se puede observar similitud entre la dominancia numérica ni la secuencia de especies, lo que nos indica que cada uno de los parches tiene una composición de especies diferentes; pero la pendiente mas larga en los sitios TCH, TCLA y TCI indica mayor igualdad entre las especies que poseen una abundancia intermedia y ninguna dominancia numérica tan pronunciada como TCU, TCL y TCE (Gráfico 5).

Gráfico 5: Abundancias relativas (dominancia – diversidad, rango-abundancia). Las especies de cada muestra están graficadas de mayor a menor abundancia (del Pi más alto al más bajo), dentro de esa muestra.



\* especies; Am: *Akodon mollis*, Ma: *Microryzomys altissimus*, Mm: *Microryzomys minutus*, Pa: *Phyllotis andium*, Ph: *Phyllotis haggardi*, Tp: *Thomasomys cf pyrhnnotus*, Tsp1: *Thomasomys sp1*, Tsp2: *Thomasomys sp2*, Tsp3: *Thomasomys sp3*, sp1: Morfoespecie 1, sp2: Morfoespecie 2

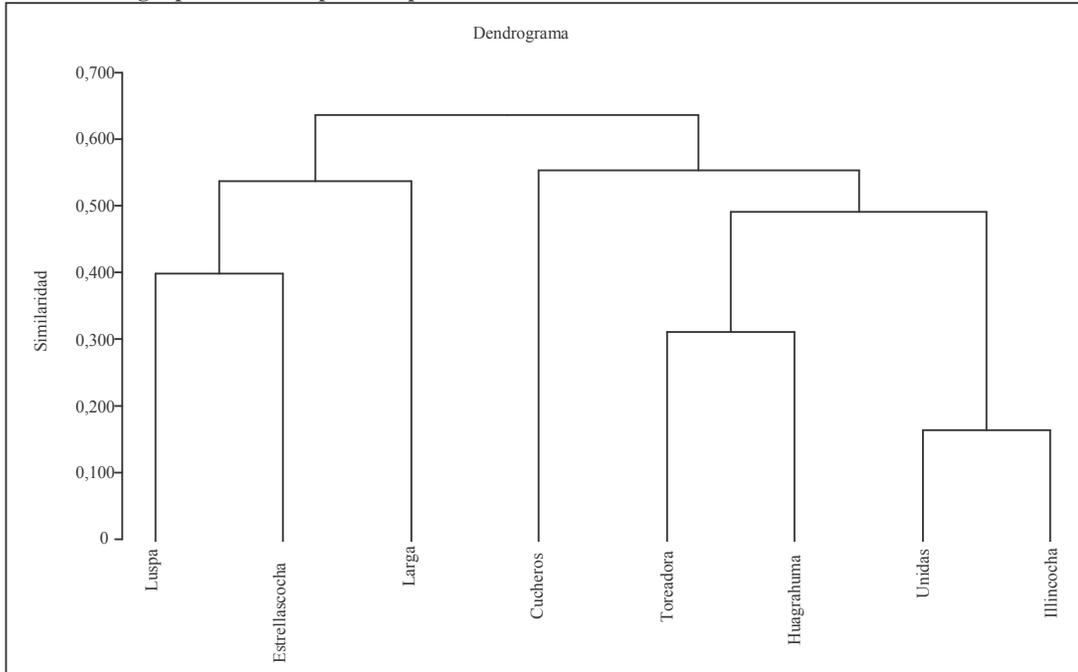
Al comparar los gráficos (4 y 5) podemos observar cuatro grupos bien diferenciados en el cluster del coeficiente de similitud de Morrisita, los cuales están dados por la composición de las especies de cada parche como podemos ver en la curva de Whittaker de abundancias relativas. Es así que en el primer grupo TCU y TCI las especies que tienen una dominancia numérica superior fueron *Phyllotis andium* (Pa) y *Akodon mollis* (Am), respectivamente; siendo la más disímil TCT por tener una diferente secuencia de especies. En el segundo grupo TCL y TCE, las especies con mayor dominancia numérica fueron *Phyllotis haggardi* (Ph) y *Thomasomys* sp3 (Tsp3), respectivamente; mientras que TCH solo comparte a *P. haggardi* (Ph), con un alta dominancia numérica. En TCL y TCC la composición de especies es completamente diferente, por lo que cada una forma un grupo singular.

Entre los parches estudiados se encontraron diferencias significativas entre las variables que se midieron para cada uno de ellos (perímetro, área, % cobertura foliar, % porcentaje de cobertura de musgo, grado de intervención, distancia a la carretera, densidad de borde) (Tabla 4). Mediante una análisis cluster se pudo agrupar a los parches mas similares entre si, utilizando los datos de la tabla 4, mas la abundancia y riqueza de las especies en cada parche (Gráfico 6).

**Tabla 4: Variables medidas en cada parche y ubicación dentro del PNC.**

Parches	Perim	Área ha	% Foliar	% Musgo	GI	D. carr	Altura	Cuenca	Vertiente	m/ha
TCT	612,1	1,6923	56,6	71,12	2	359	3981	Tomebamba	Oriental	361,7
TCC	500	1	63,8	82,84	1	1300	4000	Tomebamba	Oriental	500
TCU	754,4	1,5866	33,67	43,067	2	614	3918	Tomebamba	Oriental	475,48
TCH	1500	4,7689	47	43,24	3	0	3777	Migüir	Occidental	314,54
TCL	459,7	1,2988	42	40,92	3	2600	3817	Migüir	Occidental	353,94
TCE	528,5	1,4249	33,12	50,08	3	608	3946	Yanuncay	Oriental	370,9
TCLA	312,6	0,2955	64,2	36,64	1	946	3818	Migüir	Occidental	1057,9
TCI	493	0,96483	52,6	52,36	2	10	3989	Tomebamba	Oriental	510,97

Gráfico 6: Agrupación de los parches por las variables de la tabla 4.



Usando el Análisis de Componentes Principales (PCA) de la tabla 2 (Anexo 1), se puede observar que existe correlación positiva de (0,717) entre el número de individuos y la distancia a la carretera; una correlación positiva poco significativa de (0,654) entre el número de especies y el número de individuos; del mismo modo entre el grado de intervención y el área (0,582); una correlación negativa entre área y la densidad de borde (-0,561); igualmente tenemos una correlación negativa significativa de (-0,765) entre grado de intervención y cobertura foliar, y, finalmente (-0,722) entre grado de intervención y densidad de borde (Gráfico 7).



## CAPITULO III

### 3. DISCUSIÓN

#### 3.1 Diversidad de Cricétidos.

En este estudio se ha encontrado una alta diversidad de cricétidos (121 individuos de 11 especies), presentes en los parches de *Polylepis* spp con un esfuerzo de muestreo de 600 trampas día, siendo esta la mas alta para los fragmentos del Parque Nacional Cajas en comparación con los estudios realizados por Barnett (1999), quien encontró en total 10 especies para el páramo del parque y solo 4 especies (*Akodon mollis*, *Microrhizomys altissimus*, *Thomasomys cinnameus*, *Thomasomys gracilis*) en los relictos de quinua, con 240 trampas/día; mientras que Ruiz en el 2002 registra 10 especies con 250 trampas/día incluyendo también información secundaria existente de estudios anteriores. Esta diversidad es también una de las más altas a nivel regional si comparamos con estudios realizados a alturas y hábitats similares: Durant y Díaz, 1995 en el noroeste de Venezuela con 3 especies de roedores; Patton, 1986 en los Andes de sur del Perú 13 roedores; Tarifa y Yensen, 2001 con 11 especies en estudios realizados en el Parque Nacional Carrasco.

Hanski (1982), refiriéndose a una escala geográfica, caracteriza según su frecuencia y abundancia como especies núcleo o satélite. Las especies núcleo son aquellas que son muy frecuentes y abundantes como es el caso del género *Phyllotis* y *Akodon* para nuestro estudio, mientras que los demás géneros y morfoespecies se definirían como especies satélites, que son aquellas raras y con densidades bajas. Así mismo no debería ser sorprendente que existan micromamíferos generalistas en el uso de hábitat o no dependientes de un tipo de hábitat específico (Tarifa y Yensen, 2001). Asimismo Pearson (1982) afirma que en los Andes los mamíferos responden de modo diferente a las condiciones ambientales, encontrándose pocas especies con muchos individuos.

Usando el índice inverso de Simpson la diferencia de la diversidad entre todos los parches no fue significativa demostrando que un factor más concluyente es la rareza que puede estar dada por las diferentes condiciones de los fragmentos, pudiendo ser beneficiosas o perjudiciales para unas u otras especies registradas en esta investigación. Es bien conocido que se requieren estudios de varios años para coleccionar todas las especies de una comunidad, debido a que las poblaciones de roedores presentan fluctuaciones anuales en respuesta a condiciones ambientales particulares (Voss y Emmons, 1996; Tarifa y Yensen 2001). Tomando en cuenta el hecho de que algunas especies no se encontraron en algunos parches, no necesariamente indica que no existan en ellos, ya que posiblemente son raras debido a las diferentes características que presentan los fragmentos o puede deberse simplemente a una falla en el muestreo (Feinsinger, 2001). Sin embargo la mayor diversidad registrada en este trabajo comparado con estudios anteriores puede deberse a un mayor esfuerzo de muestreo, pero aún así es insuficiente para conocer la totalidad de las especies que comparten estos bosques.

### **3.2 Variables de los parches.**

Según Mujica de la Guerra *et al.* (2002), el tamaño y la forma de los fragmentos condicionan en gran medida las posibilidades de mantener ciertas poblaciones. Así, cuanto menor sea la superficie del fragmento más vulnerables serán a los agentes externos y más acusado será el efecto borde. Diamond (1975) afirma que en fragmentos de mayores superficies de hábitat se espera que las poblaciones sean más numerosas y con mayores posibilidades para superar las posibles alteraciones o extinciones locales. La forma y el tamaño del parche no tienen una influencia directa con la diversidad total de cricétidos en este estudio, ya que posiblemente los roedores usan los fragmentos como refugios pero también gran parte de su actividad diaria es realizada en el pajonal adyacente a cada parche de quinua, debiéndose realizar estudios mediante métodos de captura-recaptura simultáneamente entre los fragmentos, el econotono y el pajonal para determinar si existen especies que son exclusivas de uno o varios hábitats; sin embargo, si analizamos a TCH que es el parche con mayor área (4,7689 ha) pero con una densidad de borde similar al resto de fragmentos que no sobrepasan las 2 ha, podemos encontrar que la presión antropogénica a la que está sujeto este parche ( $P=3$ ) puede ser un factor determinante

en la salud de este fragmento, ya que a pesar de ser muy grande y por lo tanto ofrecer mayor cantidad de refugio no tiene una mayor diversidad o al menos una mayor abundancia. Esto nos indica que la densidad de borde siempre será un factor primordial en la estructura y composición de un bosque.

Tarifa y Yensen (2001), aseveran que el valor de los bosques de *Polylepis* como hábitat para los pequeños mamíferos depende del tipo de cobertura del suelo. La degradación de los bosques ha estado acompañada de la pérdida de las hierbas asociadas, por ello es posible que se haya interrumpido cualquier relación que existía entre las hierbas y la comunidad de pequeños mamíferos o simplemente que se les haya privado de cobertura. Sin embargo en nuestros parches la vegetación dominante en el estrato bajo es el musgo, y la cobertura porcentual medida de musgo y foliar en este estudio no muestra una ingerencia directa representativa sobre la diversidad de micromamíferos terrestres ya que todos los parches tienen diferentes coberturas pero la abundancia y rareza no tienen una relación real de a mayor cobertura mayor diversidad, posiblemente por que los roedores utilizan los troncos huecos y las rocas como refugios y madrigueras; adicionalmente una gran cantidad de musgo que siempre esta húmedo es un estrato que los cricétidos parecen evitar, en cambio la cobertura foliar que tiene una relación mas significativa con el numero de individuos (-0,563) no es primordial para la subsistencia de estos micromamíferos.

Connell (1978), asegura que la perturbación de los hábitats tienen influencia directa sobre la riqueza y abundancia de especies de acuerdo a la magnitud de su deterioro. En nuestros resultados el grado de intervención no tuvo una relación directa con el número de especies de cada parche pero si con el número de individuos según el PCA. Sin embargo al analizar el Cluster de vínculo único que se obtuvo del coeficiente de similitud de Morrisita entre los datos de diversidad de las especies para cada parche se observa que existen cuatro grupos bien diferenciados si tomamos como estándar una similitud de 0,6. El primer grupo esta conformado por Unidas, Illincocha y Toreadora que son los fragmentos a los que se les ubicó en mediano grado de intervención; el segundo grupo esta conformado por Huagrahuma, Luspa y Estrellascocha parches que están catalogados como de alta intervención; mientras que Larga y Cucheros que son de bajo grado de intervención presentan una composición diferente entre ellos y todos los demás parches. Esto nos indica que el grado de intervención podría ser la variable

más importante en este estudio, ya que la composición de las especies tienden a ser similares entre los parches que están agrupados en los grados de intervención uno, dos y tres de acuerdo a la presión antropogénica a la que están sujetos cada uno de ellos.

Delibes de Castro (2002), alega que con frecuencia la calidad del hábitat se ve modificada incluso si es de una forma indirecta y poco evidente en las inmediaciones de la infraestructura. Se puede argüir que en este caso el efecto es con toda probabilidad indirecto pues cerca de la carretera hay más restos de comida de origen humano, lo que pudo contribuir al aumento de individuos de algunas especies. En nuestros análisis la distancia a la carretera tuvo una relación directa con la abundancia de los roedores, a pesar de que los parches tienen diferentes presiones antropogénicas independientemente de cuan distante se encuentren a la misma.

Hilty y Merenlender (2000), afirman que los vertebrados raramente constituyen buenos indicadores ecológicos; Feinsinger (2003), señala que los micromamíferos tienden a cumplir con más criterios para éste propósito pero que aun así no indican nada sobre la integridad ecológica que no sería más fácil de descubrir por otros medios. Sin embargo ninguna de las especies catalogadas en esta investigación pueden ser definidas como indicadoras del tipo y calidad de hábitat, ya que no se encontró ningún patrón entre la diversidad de roedores y las variables analizadas en todos y cada uno de los sitios.

## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES

Los parches de *Polylepis* son un ecosistema clave como refugio para la fauna en general, pudiéndose encontrar especies exclusivas de cricétidos dentro de estos fragmentos.

En general la diversidad de especies de roedores para este tipo de hábitats dentro del PNC, fue incrementada a once especies, siete más que las cuatro registradas en estudios anteriores.

Este estudio podría generar nuevos registros altitudinales, latitudinales de especies o nuevas para la ciencia, lo que debería ser confirmado con los especímenes colectados que presentan dificultades en su clasificación y con investigaciones adicionales futuras.

El género más importante fue *Phyllotis* ya que se encuentra distribuido en todos los fragmentos de este estudio, mientras que la especie mas frecuente dentro de los parches es *P. haggardi* que se encuentra distribuida en la mayoría de los sitios de muestreo y además es la más abundante, dato que es muy importante ya que esta especie es endémica para el Ecuador; por otra parte *M. minutus* y sp1 (Unidas), sp2 (Estrellascocha) fueron encontradas en un solo sitio de muestreo, y con un solo individuo.

La variable más preponderante para esta investigación fue el grado de intervención, ya que la composición de las especies muestra que existe mas similitud entre los parches que se agruparon según su grado de presión antropogénica, sin embargo, la suma de todas las variables de este estudio y otras posibles adicionales (clima, temperatura, estacionalidad, etc.) actúan en diferentes proporciones sobre cada uno de

los parches y pueden ser determinantes en la composición de la comunidad de ratones de cada uno de éstos.

Se debería realizar estudios específicos sobre las poblaciones de las especies más representativas (*P. haggardi*, *P. andium*, *A. mollis*) y sus interacciones para conocer su importancia ecológica dentro de estos ecosistemas y el estado de sus poblaciones. Así mismo, monitorear la presencia o ausencia de las especies con menor abundancia, para conocer que rol cumplen en la composición de las comunidades. Además, trampear simultáneamente el interior de los parches, el borde y el pajonal, para determinar como están usando los parches las poblaciones y si existen especies que son exclusivas de los mismos o simplemente son un refugio de un hábitat más extenso.

## BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, S. 1993. **Los Mamíferos Bolivianos: Notas de Distribución y Claves de Identificación.** Departamento f Mammalogy, American Museum of Natural History, New York City. Publicación Especial del Instituto de Ecología (Colección Boliviana de Fauna). La Paz-Bolivia.

ANDERSON, S. 1997. **Mammals of Bolivia, Taxonomy and Distribution.** Ed. American Museum of Natural History. Number 231. 652 p.

BARNETT, 1999. **Small mammals of the cajas plateau, southern Ecuador: ecology and natural history.** University of Florida Gainesville. Volume 42 No. 4, pp 161-127.

BRIGHT, P. W.; P. MITCHELL y P. A. MORRIS. 1994. **Dormouse distribution: survey techniques, insular ecology and selection of sites for conservation.** Journal of Applied Ecology 31, 329-339.

BUSTAMANTE, R. Y A. GREZ, 1995. **Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos.** Ciencia y Ambiente. Fac. Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

CONNELL, J. H. 1978. **Diversity in tropical rain forests and coral reefs.** *Science* 199:1302-1310.

DARREN, J. B., A. THOMAS, CONTRERAS & L. FAHRIG. 1998. **Habitat loss and population decline: a meta – analysis of the patch size effect.** *Ecology*, 79 (2), 517-533.

DELIBES de CASTRO, M. 2002. **Infraestructuras, hábitats y biodiversidad.** Estación Biológica de Doñaña. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente.

DENDY, T. 1987. **The value of corridors (and design features of same) and small patches of habitat.** En D. A. Saunders, G.W. Arnold, A.A. Burbidge y A.J.M. Hopkins, eds. *Nature Conservation: the role of remnants of native vegetation.* Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, NSW, Australia, 357-359.

DIAMOND, J. D. 1975. **The island dilemma. Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves.** *Biological Conservation.*

DURANT, P., A. DÍAZ, ET AL. 1995. **"Informaciones ecológicas de una población de ratas casiraguas (Proechimys sp) en áreas adyacentes a la presa "Las Cuevas". Complejo hidroeléctrico de los Andes "Leonardo Ruíz Pineda". Estado Táchira. Venezuela."** *Rev. Ecol. Lat. Am.* 3(1-3): 39-50.

EMMONS, L.H. y F. FEER. 1999. **Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical.** Editorial FAN. Santa Cruz-Bolivia. Pp. 231-232.

FEINSINGER, P. 2001. **Designing Field Studies for Biodiversity Conservation.** Island Press. Washington, USA. 212 pp.

FEINSINGER, P. 2003. **Diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad.** Ed. FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

FJELDSA, J. 1993. **The avifauna of the Polylepis woodlands of the Andean highlands: the efficiency of basing conservation priorities on patterns of endemism.** *Bird Conservation International* 3:37-55.

FJELDSA, J., KESSLER, M., 1996. **Conserving the Biological Diversity of Polylepis woodlands of the highland of Peru and Bolivia.** A Contribution to Sustainable Natural Resource Management in the Andes. NORDECO, Copenhagen, Denmark.

FORMAN, R.T.T. 1995. **Land mosaics. The ecology of landscapes and regions.** Cambridge University Press.

GUSTAFSSON, L. Y L. HANSSON. 1997. **Corridors as a conservation tool.** Ecological Bulletins 46, 182-190.

HAMMER, O.; D. A. T. HARPER and RYAN, P. D. 2001. **PAST - Palaeontological STatistics, software package for education and data analisis.** Palaeontologia Electronica.

HANSKI, I. 1991. **Single-species metapopulation dynamics: concepts, models and observations.** Biological Journal of the Linnean Society 42, 17-38.

HILTY, J. y A. MERENLENDER, 2000. **Faunal Indicador Taxa Selection for Monitoring Ecosystem Health.** Biological Conservation. 92: 185-197.

HOFSTEDE, R.; J. LIPS ; W. JONGSMA & J. SEVINK. 1998. **Geografía, ecología y forestación de la sierra ecuatoriana.** Proyecto EcoPar. Quito, Ecuador.

HUIÑA-PUKIOS Limitada. 2002. **Difusión y Conservación de la Biodiversidad.** Chile. <http://www.geocities.com/biodiversidadchile/index.htm>

KESSLER M. 1995. **The genus Polylepis (Rosaceae) in Bolivia.** Candollea, 50: 131-171. Macbride JF 1938. Flora of Perú. Volumen XIII, Parte II: 1036-1119.

KESSLER, M. y P. DRIESCH. 1993. **Causas e historia de la destrucción de bosques altoandinos en Bolivia.** Ecología en Bolivia 21:1-18.

MAGURRAN, A. 1988. **Ecological Diversity and its Measurements.** BIO-DAP PROGRAM Gordon Thomas. Resorce Conservation Fundy nacional Park Alma New Brunswick, Canada.

MARGALEF, R. 1974. **Ecología.Ed.** Omega SA, Barcelona. 953 p.

MERRIAM, G. Y D.A. SAUNDERS. 1993. **Corridors in restoration of fragmented landscapes.** En D. A. Saunders, R.J. Hobbs, y P.R. Ehrlich, eds. Nature Conservation

3: the reconstruction of fragmented ecosystems. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, NSW, Australia, 71-87.

MINGA, D.; F. RODAS; F. SERRANO; A. VERDUGO; F. ZÁRATE, 2002. **Diversidad Forestal de la cuenca del río Paute. (P-BID 478 UDA-FUNDACYT).** Escuela de Biología del Medio Ambiente de la Universidad del Azuay. Herbario Azuay. Cuenca Ecuador.

MUJICA DE LA GUERRAL., M.; J. DE LUCIO FERNÁNDEZ.; C. MARTÍNEZ; P. SASTRE OLMOS; J. ATAURI-MEZQUIDA; C. MONTES DEL OLMO; H. CASTRO NOGUEIRA; F. MOLINA y M. GARCÍA. 2002. **Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos.** Dirección General de la RENP y S.A. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. EUROPARC-España. Departamento Interuniversitario de Ecología, Sección Alcalá, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid. Departamento Interuniversitario de Ecología, Sección Autónoma, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

PATTON, J. I. 1986. **Patrones de Distribución y Especiación de la Fauna de Mamíferos de los Bosque Nublados Andinos del Perú.** An. Mus. Nat. Ist. Valparaíso 17: 87-94.

PEARSON. O. y C. P. RALPH. 1978. **The Diversity and Abundance o Vertebrates along and Altitudinal Gradient in Perú.** Mem. mus.Ist.Nat. 18: 1-97.

PEARSON, O. 1982. **Distribución de Pequeños Mamíferos en el Altiplano y los Desiertos del Perú.** Pp. 263-284 in Zoología Neotropical, ed. P. Salinas. Merida, Venezuela: Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología.

PRIMACK, B. R. 1998. **Essentials of conservation Biology Ed.** Sinauer Associates 2da Edition Massachusetts U.S.A. 660 pp.

RODRÍGUEZ, A. & M. DELIBES, 2000. **Riqueza de mesomamíferos en la cuenca del Guadiamar: resultados Preliminares.** Departamento de Biología Aplicada, Estación Biológica de Doñana.

ROMOLEROUX, K. 1996. Rosaceae. En: G. Harling & L. Andersson (eds.). **Flora of Ecuador.**

RUIZ, A 2002. **Plan Integral de Manejo del Parque Nacional Cajas.** Informe de Consultoría. CEMAPRIMES Ltda.. Consultores.

SANTOS, T., DÍAZ, J., TELLERÍA, J., PÉREZ, J., PÉREZ-TRIS & CARBONELL, R. 2003. **Efectos de la fragmentación y la calidad del hábitat sobre la distribución y reproducción de la Lagartija Colilarga (*Psammotrocheus algirus*).** Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), J. Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid, Spain.

SIMPSON, B. 1979. **A revision of the genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbeae).** Smithsonian Contributions to Botany 43.

SOULÉ, M. E. 1986. **Conservation biology, the science of scarcity and diversity.** Sinauer, Sunderland, Mass.

STOTZ, D. F.; J. W. FITZPATRICK, T. A. PARKER & D. K. MOSKOVITS. 1996. **Neotropical Birds: Ecology and Conservation.** University of Chicago Press. Chicago.

TARIFA, T. y YENSEN, E. 2001. **Mamíferos de los bosques de *Polylepis* de Bolivia.** Rev. Bol. Ecol. 9: 29- 44.

TELLERÍA, J. L. 1986. **Manual para el censo de los vertebrados terrestres.** Editorial Raíces, Madrid, 278 pp.

TIRIRA D. (Ed.). 1999. **Mamíferos del Ecuador**. Museo de Zoología. Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Publicación Especial 2. Quito.

ULLOA, C. y P. M. JORGENSEN, 2004. **Arboles y Arbustos de los Andes del Ecuador**. [http://www.efloras.org/flora\\_page.aspx?flora\\_id=201](http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=201).

VARGAS, R. 2001 **Abundancia Y Estructura Poblacional De *Oxymycterus Paramensis* En Dos Fragmentos De Bosque De *Polylepis Besseri* En La Localidad De Sacha Loma, Provincia Mizque, Departamento Cochabamba**. Tesis De Grado Para Obtener El Diploma Academico De Licenciatura En Biología. Universidad Mayor De San Simon Facultad De Ciencias Y Tecnología Carrera De Biología.

VENERO J.L. Y DE MACEDO H. 1983. **Relictos de bosque en la Puna del Perú**. Boletín de Lima. 30: 19-26.

VOSS, R. S. y L. H. EMMONS. 1996. **Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment**. Bulletin of the American Museum of Natural History 230:1115.

WING, E. S. 1986. **Domestication of Andean mammals**. En: F. Vuilleumier y M. Monasterio (eds.), **High altitude tropical biogeography**. Oxford University Press, New York and Oxford. Pp. 246-264.

X-STAT-Pro versión 7.5, 2004. **Macro de Microsoft Excel**. Addinsoft.

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Correlación de las Variables de cada Parche.

	N° Ind	N° sp	Área ha	% C. Foliar	% C. Musgo	Grado inter	D. carr m	m/ha
N° Ind	1	0,654	0,079	-0,536	-0,351	0,493	<b>0,717</b>	-0,327
N° sp	0,654	1	0,079	-0,299	0,104	0,234	0,299	-0,290
Área ha	0,079	0,079	1	-0,273	-0,138	0,582	-0,385	-0,561
% C. Foliar	-0,536	-0,299	-0,273	1	0,453	<b>-0,765</b>	-0,023	0,546
% C. Musgo	-0,351	0,104	-0,138	0,453	1	-0,400	-0,067	-0,275
Grado inter	0,493	0,234	0,582	<b>-0,765</b>	-0,400	1	0,032	<b>-0,722</b>
D. carr m	<b>0,717</b>	0,299	-0,385	-0,023	-0,067	0,032	1	0,034
m/ha	-0,327	-0,290	-0,561	0,546	-0,275	<b>-0,722</b>	0,034	1
<i>En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)</i>								

Anexo 2: Cráneo de *Phyllotis cf pyrrhonotus*, espécimen colectado en parche Toreadora.

A: Cráneo completo.



B: Vista dorsal.



**C: Vista ventral.**



**D: Vista lateral.**



**E: Vista latero-mandibular.**



**F: Vista ventro-mandibular.**

