



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA DIVERSIDAD DE
MICROMAMÍFEROS TERRESTRES EN DOS BOSQUES
MONTANOS EN EL SUR DEL ECUADOR**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIOLOGA/O**

AUTORES:

**CARLOS H. NIVEL VILLAVICENCIO
KARLA PATRICIA RIVERA MERCHÁN**

DIRECTOR:

VINICIO ESTUARDO SANTILLÁN RODRÍGUEZ

**CUENCA - ECUADOR
2013**

A mis Padres, mi hermana Ximena, mis sobrinos y a mi novia Majo Sarmiento por confiar en mí.

Carlos H. Nivelo Villavicencio

A Dios, a mi padre, madre y a mi hermano que siempre me han brindado su apoyo incondicional y confianza para todo lo que he emprendido en mi vida como en el inicio de mi formación académica.

Karla Rivera Merchán

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad del Azuay y a su Escuela de Biología, Ecología y Gestión, a la Corporación Parque Nacional Cajas por el apoyo brindado a nuestro trabajo. Al Blgo. y amigo Javier Fernández de Córdova por la confianza y oportunidad que nos otorgó para realizar el proyecto al igual que su apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo de tesis. A nuestro director de tesis Vinicio Santillán. Agradecemos también a David Siddons, Edwin Zárate, Adolfo Verdugo, Danilo Minga, Xavier Clavijo, Rafaella Ansaloni, por su asesoría en este trabajo, Verónica Urgilés, Darío Ordóñez, Fernanda Abril, Jessica Espinoza por su colaboración en la fase de campo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1: MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de estudio.....	4
1.1.1. Descripción de las parcelas.....	6
1.2. Fase de campo	8
1.2.1. Manipulación, marcaje e identificación de los especímenes	9
1.3. Fase de laboratorio	10
1.4. Análisis de datos.....	10
1.4.1. Escalamiento multidimensional	11
1.4.2. Índices de diversidad.....	11
1.4.3. Variación estacional.....	13
1.4.4. Correlaciones	13

CAPÍTULO 2: RESULTADOS

2.1. Éxito de captura y tasa de mortalidad	15
2.2. Curvas de acumulación	16
2.3. Escalamiento multidimensional	17

2.3. Diversidad de micromamíferos	19
2.4. Variación estacional	20
2.4. Correlaciones.....	21
 CAPÍTULO 3: DISCUSIONES	
CONCLUSIONES.....	27
RECOMENDACIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de especies de micromamíferos registradas en los bosques de Llaviucu y Mazán en la provincia del Azuay, Ecuador. Mayo-diciembre de 2012.....	15
Tabla 2. Índice de diversidad de micromamíferos capturados en Llaviucu y Mazán provincia del Azuay, Ecuador. Mayo a diciembre de 2012.....	20
Tabla 3. Coeficientes de correlación de las especies más abundantes en las bosques de Llaviucu y Mazán, provincia del Azuay, Ecuador.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista general de la ubicación de los sitios de estudios en los bosques de Llaviucu y Mazán, provincia del Azuay, Ecuador. (Fuente: Parque Nacional Cajas S.A.)	5
Figura 2. Área de estudio y ubicación de las parcelas en el bosque de Llaviucu provincia del Azuay, Ecuador. (Fuente: Parque Nacional Cajas, S.A.).....	7
Figura 3. Área de estudio y ubicación de las parcelas en la reserva Mazán provincia del Azuay, Ecuador. (Fuente: Parque Nacional Cajas S.A.).....	8
Figura 4. Número de especies registradas en Llaviucu y su estimador Chao2.....	16
Figura 5. Número de especies registradas en Mazán y su estimador Chao2.	17
Figura 6. Diagrama de escalamiento multidimensional (MDS) de las comunidades de micromamíferos de Llaviucu y Mazán, provincia del Azuay, Ecuador.....	18
Figura 7. Abundancia de <i>A. Mollis</i> y <i>A. orophilus</i> con relación a la precipitación en la reserva de Llaviucu provincia del Azuay, Ecuador.	22
Figura 8. Abundancia de micromamíferos con relación a la precipitación en la reserva de Mazán provincia del Azuay, Ecuador.	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Vista de las parcelas de estudio en las reservas de Llaviucu y Mazán, provincia del Azuay, Ecuador.	33
Anexo 2. Trampas Sherman cubiertas por musgo y hojarasca.	34
Anexo 3. Colección en el Museo de Zoología de la Universidad del Azuay	35
Anexo 4. Resultados de las pruebas de normalidad.....	39
Anexo 5. Variación mensual de la precipitación 2001-2011 de la estación Sayausí (matadero) Fuente: INAMHI.	40

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA DIVERSIDAD DE MICROMAMÍFEROS TERRESTRES EN DOS BOSQUES MONTANOS EN EL SUR DEL ECUADOR

RESUMEN

Los factores climáticos influyen en la distribución de las especies en general. Esta influencia en las poblaciones puede generar comportamientos locales, por lo que se tomó en cuenta a la precipitación como un factor que interviene en la variación estacional de las comunidades de micromamíferos terrestres. Así se planteó estudiar los cambios en las comunidades de micromamíferos en dos bosques montanos. Durante ocho meses se capturó individuos para determinar la composición de las comunidades de micromamíferos en las áreas de estudio. Los resultados mostraron diferencias entre las comunidades de cada bosque montano, además de variaciones temporales relacionadas con la precipitación.

Palabras Clave: *Akodon*, variación estacional y temporal, bosques montanos, *Thomasomys*.



Edwin Zárate

Director de Escuela



Vinicio Santillán

Director de tesis



Karla Rivera

Carlos Nivelo, Karla Rivera

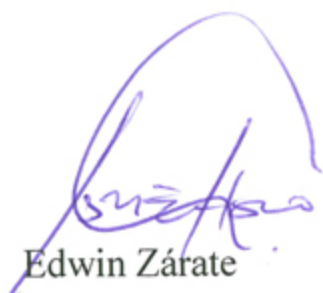
Autores

SEASONAL VARIATION IN THE DIVERSITY OF TERRESTRIAL SMALL MAMMALS IN TWO MONTANE FORESTS IN THE SOUTH OF ECUADOR

ABSTRACT

Climatic factors influence the distribution of species in general. This influence in populations can generate local behavior, for which precipitation is taken into account as a factor that affects the seasonal variation in communities of terrestrial small mammals. Thus, this investigation was proposed to study changes in the communities of small mammals in two montane forests. Individuals were captured to determine the composition of the communities of small mammals in the study area over eight months. The results show differences between the communities of the two forests, as well as seasonal variations related to precipitation.

Palabras Clave: *Akodon*, seasonal and temporal variation, montane forests, *Thomasomys*.



Edwin Zárate

Director de Escuela



Vinicio Santillán

Director de tesis



Diana Lee Rodas

Traductor



Carlos Nivelo y Karla Rivera

Autores

Nivelo Villavicencio Carlos Hernán

Rivera Merchán Karla Patricia

Trabajo de graduación

Vinicio Estuardo Santillán Rodríguez

Julio del 2013

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA DIVERSIDAD DE MICROMAMÍFEROS TERRESTRES EN DOS BOSQUES MONTANOS EN EL SUR DEL ECUADOR

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, los mamíferos después de las aves son el grupo de vertebrados mejor conocidos taxonómicamente (Arcos et al., 2007). Se registra la presencia de 14 órdenes, 48 familias, 194 géneros y 403 especies (Albuja, 2011). En el piso zoogeográfico Altoandino se encuentran 64 especies de mamíferos (Albuja, 2011).

Los mamíferos en la parte oriental y occidental del Ecuador han sido objeto de varios estudios, no sucede lo mismo con las partes altas de los Andes ecuatorianos que carecen de investigaciones, generando el desconocimiento de la mastofauna en esa zona y creando un vacío en el conocimiento de la ecología de este taxón supraespecífico (Vázquez et al., 2000). Los bosques montanos de los Andes húmedos tropicales, albergan la mayor concentración de especies de mamíferos con área de distribución restringida de América del Sur (Kier et al., 2009).

Dentro de la mastofauna ecuatoriana el segundo grupo más diverso son los micromamíferos no voladores, el orden Rodentia con 10 familias es el más importante, de las cuales la familia Cricetidae (ratas y ratones del nuevo mundo) posee 32 géneros y 72 especies actualmente registradas (Tirira, 2007). Además, tenemos el orden Paucituberculata (ratones marsupiales) con una única familia Caenolestidae y cuatro

especies correspondientes a un mismo género, y el orden Soricomorpha al igual con una sola familia (Soricidae) con un género con tres especies (Tirira, 2007).

En los bosques montanos del Parque Nacional Cajas se han reportado 16 especies de pequeños mamíferos, dos son ratones marsupiales, una musaraña de la familia Soricidae y 13 cricétidos (Barnett, 1999).

En ecosistemas boscosos los micromamíferos cumplen funciones importantes debido a sus hábitos alimenticios. Los pequeños mamíferos son valiosos miembros de muchos ecosistemas dentro de los cuales cumplen roles como predadores y presas, influyen en la estructura, la composición y dinámica de los ecosistemas a través de procesos naturales como la polinización, la dispersión y depredación de semillas (Solari et al., 2001; Manson et al., 2001). Además, muchas de las especies de pequeños mamíferos presentes en los neotrópicos consumen y dispersan micorrizas, como consecuencia, estos roedores son importantes para la composición de la comunidad de los bosques neotropicales (Mangan et al, 2002).

Los estudios sobre pequeños mamíferos han generado información para entender los factores que determinan la distribución y abundancia de las especies animales en el tiempo y el espacio (Kelt, 2011). Las variaciones temporales y espaciales tienen importantes implicaciones en la estructura de las comunidades y sus procesos ecológicos (Kareiva et al., 1995).

Algunos factores que determinan esta abundancia son extrínsecos, como la precipitación y temperatura, siendo así que la diversidad se ve influenciada por los cambios de estos factores (Morlans, 2004). Por lo tanto, es importante conocer las relaciones ecológicas y la diversidad en los bosques montanos, pues muchas de las especies de roedores que habitan estas formaciones vegetales tienen adaptaciones limitadas a las variaciones climáticas (Keenan et al., 2011).

De esta manera el presente estudio tiene como objetivo analizar los cambios en la diversidad de micromamíferos relacionados con la precipitación y determinar si existe

una variación estacional de las comunidades de micromamíferos en dos bosques montanos en el sur del Ecuador.

CAPÍTULO 1

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de estudio

Los bosques montanos tropicales son ecosistemas frágiles que contienen una diversidad biológica caracterizada por su alto grado de singularidad y rareza, albergan gran variedad de especies de fauna, muchas ellas de distribución restringida (Cuesta, 2009). Estos bosques presentan patrones excepcionales en el recambio de especies y comunidades debido, en parte, a la enorme heterogeneidad de hábitats producto de los fuertes gradientes ambientales (Kessler et al., 2001).

Los bosques donde se efectuó este estudio se ubican en la reserva de Mazán y Llaviucu que forma parte del Parque Nacional Cajas (Figura 1), la formación vegetal corresponde a Bosque siempre verde montano alto (Sierra, 1999). En relación a la zoogeografía los sitios a estudiar se encuentran ocupando el piso altoandino que está entre los 2800 y 4500 m s.n.m. (Albuja et al., 1980). El bosque secundario es similar en Llaviucu y Mazán, aunque hay variaciones en la dominancia de ciertas especies entre uno y otro. En Mazán, el dosel del bosque puede llegar a alcanzar los 15 a 20 m de altura. En el bosque secundario no se pueden distinguir estratos, la vegetación es tupida y alcanza una altura entre 5 y 8 metros.

El bosque de Llaviucu se encuentra a 17 km de la ciudad de Cuenca. Este tiene una superficie de 1550 ha y presenta distintos hábitats que son característicos de la zona andina como: bosques maduros, páramo y sistemas lacustres (Sierra, 1999). No muy distante la reserva de Mazán está localizada a unos 10 km de la ciudad de Cuenca en la provincia del Azuay, se encuentra en la microcuenca Mazán y abarca una superficie de 2

640 ha. La mayor parte de la superficie está cubierta por páramo en zonas sobre los 3 300 m ocupando un área de 1522 ha, el bosque primario comprende 268 ha, alrededor de 65 ha están ocupadas por bosque secundario, 67 ha por pasto y 58 ha de chaparro (Minga, 2000). Además esta reserva presenta plantaciones de pino y eucalipto (Serrano, 1996).

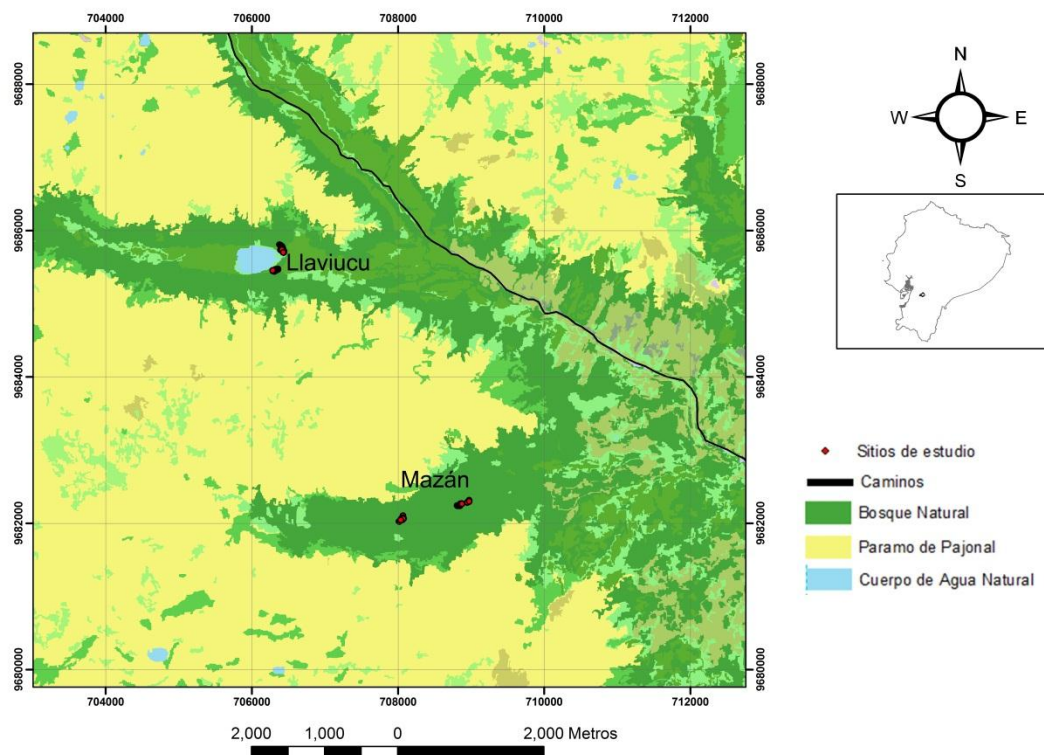


Figura 1. Vista general de la ubicación de los sitios de estudios en los bosques de Llaviucu y Mazán, provincia del Azuay, Ecuador. (Fuente: Parque Nacional Cajas S.A.)

El bosque primario se conforma de la vegetación original que no ha sufrido alteraciones en su composición y en su estructura por la actividad humana, con vegetación que en algunos casos llega a sobrepasar los 20 m de altura. Entre las especies que forman el estrato superior se puede citar a: *Prumnopitys montana*, *Weinmannia fagaroides*, *Hedyosmum cumbalense*, *Hedyosmum luteynii*, *Piper andreanum*, *Ternstroemia*, *Ocotea heterochroma*, entre otros. El estrato herbáceo se compone de una gran cantidad de musgos y helechos que mantienen una humedad elevada constante (Serrano, 1996).

En el bosque secundario la composición vegetal está comprendida por especies como: *Tournefortia scabrida* (Boraginaceae), *Palicourea aragmatophylla* (Rubiaceae), *Weinmannia fagaroides* (Cunoneaceae), *Prumnopitys montana* (Podocarpaceae), *Hedyosmum cumbalense* (Chlorantaceae), *Piper adreanum* (Piperaceae), *Ocotea heterochroma* (Lauraceae) (Serrano, 1996). Además podemos encontrar en el matorral: *Viburnum triphyllum* (Caprifoliaceae), *Brugmansia sanguinea* (Solanaceae), *Oreocallis grandiflora* (Proteaceae) (Minga, 1998).

1.1.1. Descripción de las parcelas

En Llaviucu se encuentran dos parcelas. La primera está ubicada a un lado del sendero Uku con Coordenadas UTM 706 423 E y 9 685 730 N, a unos cinco minutos de la nominada casa de los tucanes (Figura 2). Aquí se puede encontrar árboles con más de 20 m de altura, sin embargo el promedio de altura del dosel es de 10 metros (Anexo1). Dentro de las especies vegetales predominan: *Hedyosmum cumbalense* (Chloranthaceae), y *Palicourea heterochroma* (Rubiaceae), además podemos encontrar algunos árboles muertos.

La parcela dos está detrás del parqueadero junto al camino empedrado que lleva a la casa de los tucanes a 706423 E y 9685455 N UTM (Figura1), este sitio se encuentra junto a terrenos donde se ha sembrado pasto y a unos 300 metros de eucaliptos de gran tamaño. La vegetación comprende especies herbáceas al borde del camino y en la parte central hay árboles que tienen en promedio una altura de 12 m, (Anexo 1) la especie más común el área es *Hedyosmum cumbalense* (Chloranthaceae).

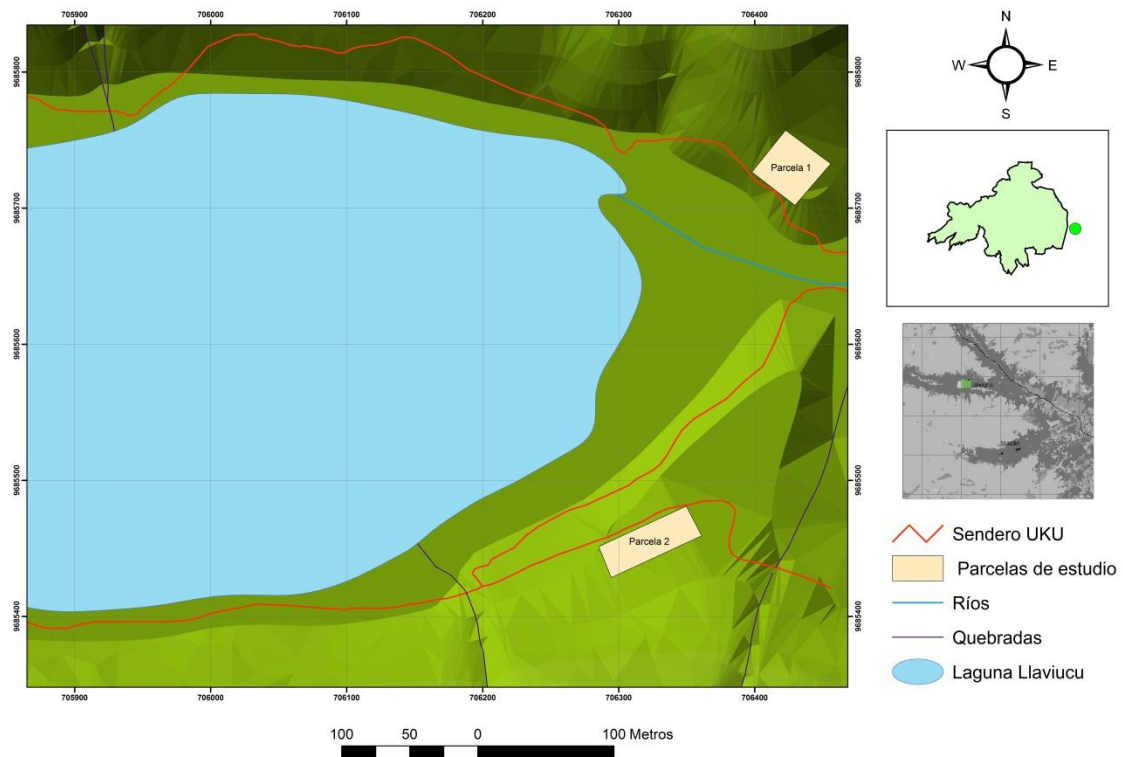


Figura 2. Área de estudio y ubicación de las parcelas en el bosque de Llaviucu provincia del Azuay, Ecuador. (Fuente: Parque Nacional Cajas, S.A.)

Las parcelas en la reserva de Mazán están localizadas en el antiguo camino de los madereros. La parcela uno se encuentra a 810 m partiendo desde la casa a 708943 E y 9682287 N UTM (Figura 2), aquí la vegetación arbórea alcanza 6 m de altura en promedio, también se pueden encontrar helechos y plantas epífitas (Anexo1). Entre las especies más comunes están: *Hedyosmum cumbalense* (Chloranthaceae), *Geissanthus vanderwerffii* (Myrsinaceae), y *Myrcianthes rhopaloides* (Myrthaceae).

La segunda parcela se instaló a 1300 m de la parcela uno siguiendo el camino de los madereros a 708043 E y 9682056 N UTM (Figura 3.) La vegetación en esta parcela es densa y en promedio la vegetación alcanza los 15 m de altura, aunque hay árboles que sobrepasan los 20 m. Hay zonas rocosas que están cubiertas en su gran mayoría con musgo y hojarasca. El dosel del bosque es muy denso por lo que el paso de luz se ve reducido, convirtiéndola en una zona sombría (Anexo1).

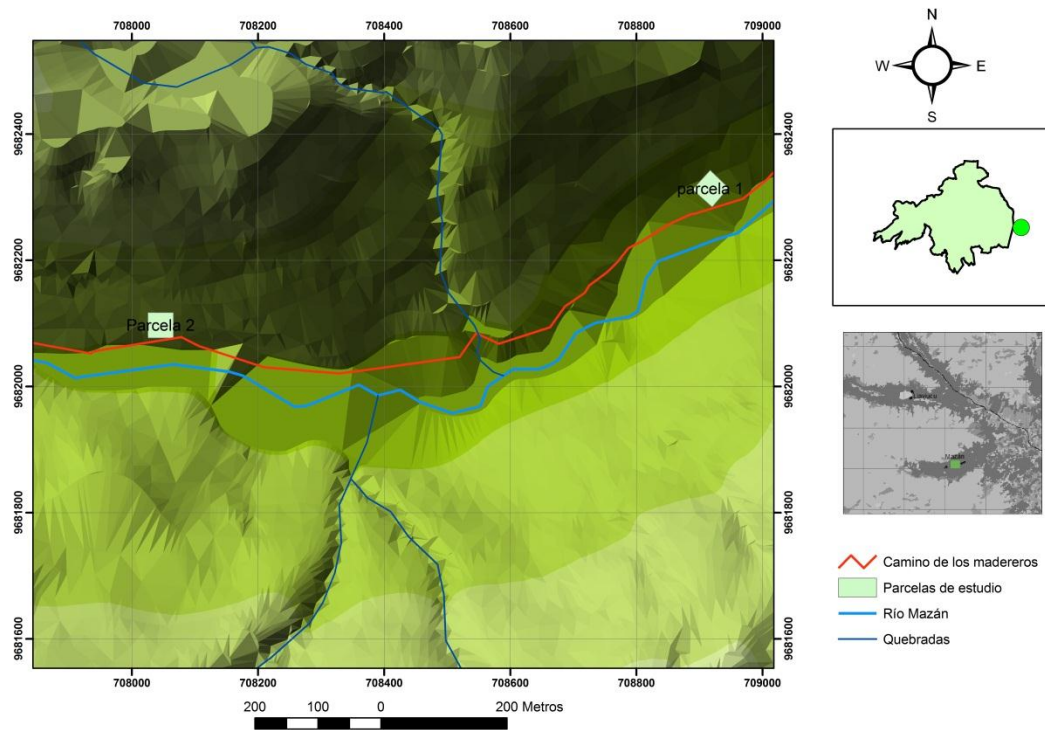


Figura 3. Área de estudio y ubicación de las parcelas en la reserva Mazán provincia del Azuay, Ecuador.
(Fuente: Parque Nacional Cajas S.A.)

1.2. Fase de campo

La metodología empleada para el desarrollo de este estudio es una adaptación de la presentada por Ruiz et al. (2004) en el “Protocolo de Investigación para la Fauna Altoandina en el Parque Nacional Tunari”.

Esta fase fue ejecutada desde el mes de mayo a diciembre de 2012, donde se establecieron las parcelas de monitoreo tanto para los dos bosques. Cada una de estas con una superficie de 1600 m². El monitoreo se efectuó mensualmente en los dos lugares, los muestreos se llevaron a cabo con el uso de trampas tipo Sherman modelo LFG Folding Trap de dimensiones 3” x 3,5” x 9”. En cada parcela se distribuyeron 25 trampas a una distancia de 10 metros formando una grilla (Ruiz et al., 2004). Las trampas contaron con su respectivo código alfanumérico, la ubicación fue georeferenciada y marcada con cinta flagging de manera que la posición de las mismas

se mantuvo constante durante el periodo de muestreo. En cada bosque se instalaron los equipos tres noches seguidas lo que significó un esfuerzo de muestreo de 1 200 trampas/noche para los ocho meses de monitoreo. Las trampas se cubrieron en su totalidad con el sustrato encontrado alrededor (hojarasca y musgos), de esta forma se las camufló para que no parezcan objetos extraños y los micromamíferos se acerquen a ellas sin miedo (Anexo 2). La revisión de las trampas se realizó cada mañana, se limpió y recibió el equipo revisando su correcto funcionamiento. Los restos de cebo fueron colocados en bolsas y retirados de las parcelas lo que evitó un posible sesgo causado por desperdicios en las inmediaciones de las trampas (Ruiz, 2004).

La preparación del cebo se realizó en fundas ziploc y con el uso de guantes quirúrgicos para evitar impregnar la mezcla con olores de los investigadores, este cebo fue una combinación de 0,5 kg de avena en hojuela, 25 ml de esencia de vainilla, un paquete de mantequilla de maní de 150 gr, 10 cucharas de pasas y un atún en aceite de 175 gr, estos ingredientes se revolvieron hasta obtener una mezcla disgregada pero posible de compactarse (Ruiz, 2004).

1.2.1. Manipulación, marcaje e identificación de los especímenes

Las trampas fueron revisadas todos los días a primeras horas de la mañana evitando que los especímenes capturados se sometieran largos periodos a las bajas temperaturas características en el área de estudio, cada individuo fue colocado en una bolsa de tela previamente etiquetada con el código respectivo al número de trampa, lo que facilitó su liberación en las cercanías donde fueron capturados. Todos los roedores colectados en la revisión de las trampas fueron llevados a una estación de identificación ensamblada en las cercanías de las parcelas donde se procedió a tomar datos morfométricos, peso, estado reproductivo y sexo de cada animal. Toda esta información fue almacenada en una base de datos donde además consta: la taxonomía, ubicación geográfica y características propias de cada individuo.

Para la manipulación y marcaje de los individuos se empleó éter etílico ($C_2H_5OC_2H_5$), químico que actúa como un potente anestésico general al ser inhalado, y además puede ser absorbido por la piel (PISSA, 2002). Para anestesiarse a los individuos se usó una torunda de algodón con 0,5 ml de éter etílico que se colocaron en una caja hermética de 25cm de largo y 10 cm de alto donde se introdujo al espécimen (el tiempo de acción del éter varió de especie a especie y de individuo a individuo pero en general en el transcurso de dos a cuatro minutos el animal quedó totalmente anestesiado según las pruebas pre monitoreo realizadas).

Cuando el roedor estuvo adormecido se colocó el arete con un código numérico único en la base de la oreja derecha, sin provocar estrés ni dolor, de manera seguida se tomaron los datos pertinentes. Cada animal marcado y datado fue puesto en su respectiva bolsa para revisar su recuperación y proceder con la liberación (Ruiz, 2004).

1.3. Fase de laboratorio

Se colectaron alrededor de 15 individuos, los cuales se encontraron muertos en las trampas. Los especímenes colectados fueron trasladados al Laboratorio de Vertebrados con patente FAUS-UDA-MUSEO DE ZOOLOGÍA-003-2013 de la Universidad del Azuay. En el laboratorio se les practicó la taxidermia con los métodos estandarizados según Montes (1987). Se obtuvo muestras de los tejidos para posteriores análisis genéticos (hígado y riñones), también se prepararon y limpiaron los cráneos con la ayuda de hidróxido de sodio. Finalmente, se colocaron etiquetas en las pieles y cráneos siguiendo el protocolo establecido por el (ZOOA). Museo de Zoología de la Universidad del Azuay (Anexo 3).

1.4. Análisis de datos

El esfuerzo de captura se calculó de la siguiente manera: el número total de trampas colocadas por el total de días muestreados. El éxito de captura se tomó como un porcentaje: el número total de registros / esfuerzo de muestreo * 100 (Cruz, 2004).

Para estimar riqueza específica de muestras y las fluctuaciones entre cada sesión de muestreo en cada localidad se elaboraron curvas de acumulación con el estimado Chao $2_{(1)}$ con el programa EstimateS versión 7.5. La ecuación que aplica este método es:

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}^{(1)}$$

donde:

S = número de especies observado en una muestra

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

M = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

1.4.1. Escalamiento multidimensional

Por medio del programa XLSTAT-Pro 7.5 (Addinisoft, 2004) se aplicó el método de escalamiento multidimensional (NMDS) para conocer y determinar si existe una variación entre los meses de muestreo. El NMDS es una técnica multivariante que crea un gráfico aproximado a partir de las similitudes o preferencias de un conjunto de objetos, esto permite comprender si existen tendencias de algún tipo (Arce, 1993).

1.4.2. Índices de diversidad

Para determinar la diversidad alfa se utilizaron índices de abundancia proporcional tanto de dominancia como de equidad, estos parámetros se obtuvieron por medio del programa estadístico PAST versión 2.11 (Paleontological Statistics).

Para el análisis de dominancia se utilizó el índice de Simpson $_{(2)}$ cuyos datos son parámetros inversos a la equidad de la comunidad, y que toma en cuenta la representatividad de especies, manifestando la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en la muestra sean de la misma especie, esto se encuentra influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001).

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad (2)$$

donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Además, se evaluó la diversidad usando el índice de equidad de Shannon-Wiener ⁽³⁾. Este índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1988).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (3)$$

donde:

p_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N

Para probar si las diversidades provenientes de las dos muestras son iguales, analizó las varianzas de las muestras mediante el procedimiento propuesto por Hutcheson en 1970⁽⁴⁾. Donde para cada muestra se calcula el índice de diversidad en función de la frecuencia de cada especie y la varianza del índice de diversidad:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{SH_1 - SH_2} \quad (4)$$

donde:

H_i = valor del índice de diversidad del sitio

SH_i = varianza en la diversidad del sitio

1.4.3. Variación estacional

Para establecer las estaciones climáticas durante el periodo de muestreo se realizó un análisis de variación de la precipitación en los últimos 11 años, presentados en los anuarios meteorológicos por el INAMHI. Se usó la información de la estación Sayausí (Matadero) código M427. Con los promedios mensuales, anuales y la desviación estándar se sacó el coeficiente de variación respectivo.

1.4.4. Correlaciones

El coeficiente de correlación de Pearson se utilizó para establecer si existe una relación entre la diversidad de especies de pequeños mamíferos que conforman las comunidades de Llaviucu y Mazán y la precipitación, este coeficiente se escogió luego de aplicar un análisis de normalidad a los datos obtenidos durante los muestreos, lo cual expresa que el p calculado es mayor que el nivel de significación, con un $\alpha = 0.05$, indicando que los datos siguen una distribución normal (Anexo 4). El coeficiente de correlación de Pearson mide el grado de asociación lineal entre dos variables y toma valores entre 1 y -1. Valores próximos a uno indicarán una fuerte asociación positiva, el valor cero que no existe una relación y valores próximos a uno negativo indican asociaciones lineales negativas (Ferran, 1996).

CAPÍTULO 2

RESULTADOS

Durante el período de muestreo se contabilizaron 702 capturas en total para las dos reservas, 253 individuos se registraron en Llaviucu y 449 en Mazán. Los especímenes capturados en las reservas pertenecen al orden Rodentia familia Cricetidae, Siricomopha familia Soricidae y Paucituberculata familia Caenolestidae. La familia Cricetidae presenta cinco géneros, mientras que Soricidae y Caenolestidae un solo género (Tabla 1). La riqueza de especies en Llaviucu y Mazán fue de 11 y 12 respectivamente. Los sitios de muestreo comparten nueve especies, sin embargo hay registros únicos en Llaviucu entre los cuales tenemos a *Phyllotis haggardi* y *Thomasomys auricularis*, este último con un solo registro datado en el mes de julio; mientras que en la reserva de Mazán *Caenolestes caniventer*, *Caenolestes fuliginosus* y *Cryptotis montivaga* son singulares. Se debe mencionar que un individuo de *C. montivaga* se encontró muerto en el sendero Uku del bosque Llaviucu cerca de la primera parcela, pero al no ser capturado con los métodos de trampeo no fue tomado en cuenta para el análisis.

Tabla 1. Lista de especies de micromamíferos registradas en los bosques de Llaviucu y Mazán en la provincia del Azuay, Ecuador. Mayo-diciembre de 2012.

Orden	Familia	Especies	Lugar de registro	
			Llaviucu	Mazán
PAUCITUBERCULATA	Caenolestidae	<i>Caenolestes caniventer</i>		X
		<i>Caenolestes fuliginosus</i>		X
RODENTIA	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	X	X
		<i>Akodon orophilus</i>	X	X
		<i>Microryzomys minutus</i>	X	X
		<i>Nephelomys albigularis</i>	X	X
		<i>Phyllotis andium</i>	X	X
		<i>Phyllotis haggardi</i>	X	
		<i>Thomasomys aureus</i>	X	X
		<i>Thomasomys auricularis</i>	X	
		<i>Thomasomys baeops</i>	X	X
		<i>Thomasomys caudivarius</i>	X	X
		<i>Thomasomys paramorum</i>	X	X
SORICOMORPHA	Soricidae	<i>Cryptotis montivaga</i>		X

Además, se registraron especies con un solo evento de captura o con presencia en ciertos periodos, siendo de esta manera *C. fuliginosus* y *P. haggardi* registrados únicamente en mayo en Mazán y Llaviucu respectivamente. *C. caniventer* se pudo observar en el trimestre julio-septiembre en Mazán. Mientras que *T. auricularis* fue capturado en julio en Llaviucu.

2.1. Éxito de captura y tasa de mortalidad

Con un esfuerzo de captura de 1200 trampas/noche se tuvo un éxito de captura del 21,08% en Llaviucu, mientras en que en el bosque de Mazán el valor porcentual alcanzó el 37,21%. En cuanto a la tasa de mortalidad no sobrepasó el 1% en ninguno de los sitios de muestreo, siendo en Llaviucu 0,99% y Mazán 0,71%.

2.2. Curvas de acumulación

La riqueza específica en el bosque de Llaviucu alcanzó 11 especies de micromamíferos, todas estas pertenecientes a la familia Cricetidae. Al contrastar esta riqueza como una curva de acumulación y el estimador Chao2 se observó que existe una tendencia de estabilización hacia los últimos meses de muestreo, revelando así que el esfuerzo de captura realizado tuvo una significancia (Figura 6).

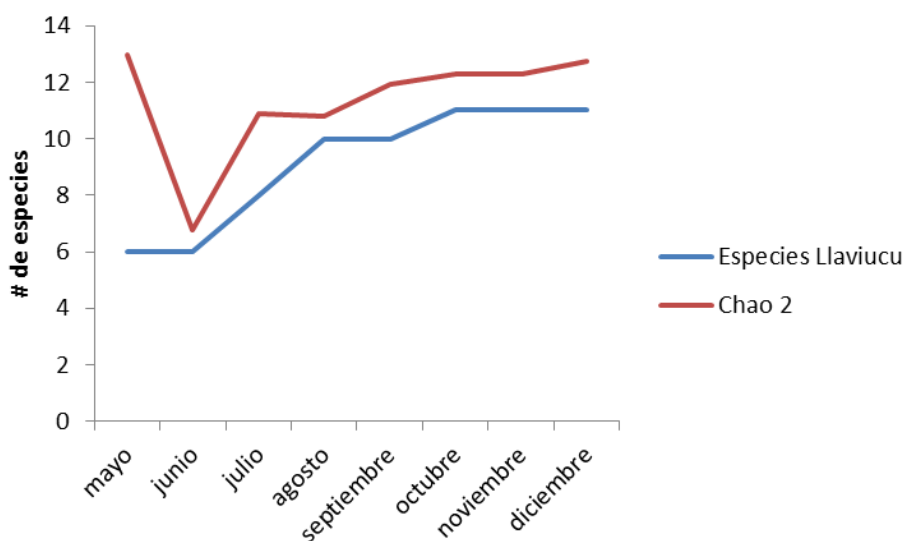


Figura 4. Número de especies registradas en Llaviucu y su estimador Chao2.

En el bosque de Mazán la riqueza de pequeños mamíferos fue de 12 especies. Al comparar la curva de acumulación con el estimador se notó que las curvas siguen un patrón similar y aunque al final del muestreo el estimador mostró un leve ascenso que no dista en gran proporción de la riqueza específica obtenida en este sitio (Figura 7). Por lo que se consideró que el esfuerzo de muestreo tiene una significancia importante, lo que a su vez permitió realizar los análisis de diversidad.

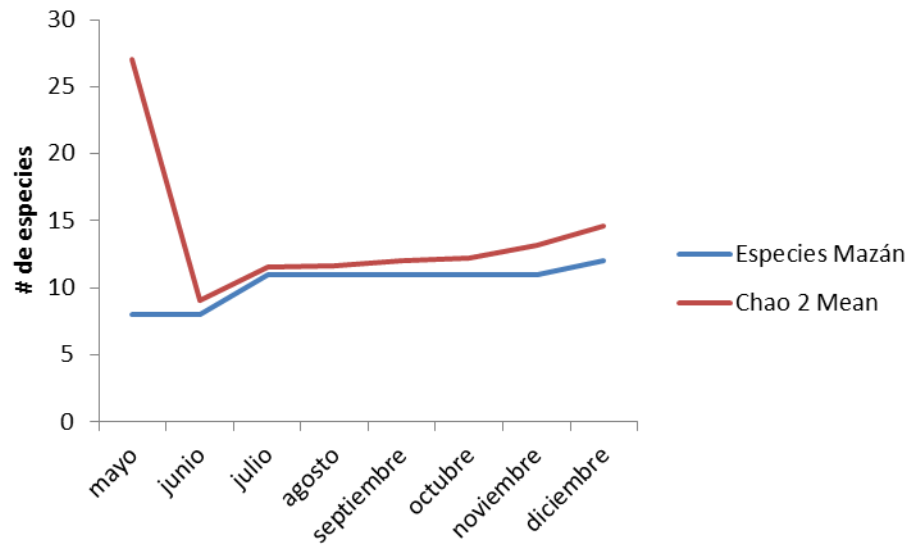


Figura 5. Número de especies registradas en Mazán y su estimador Chao2.

2.3. Escalamiento multidimensional

Según el diagrama obtenido con el MDS se observó una clara tendencia de agrupación. Así tenemos que las comunidades de Mazán y Llaviucu están congregadas como asociaciones distintas, siendo la diferencia entre estos grupos muy marcada (Figura 6).

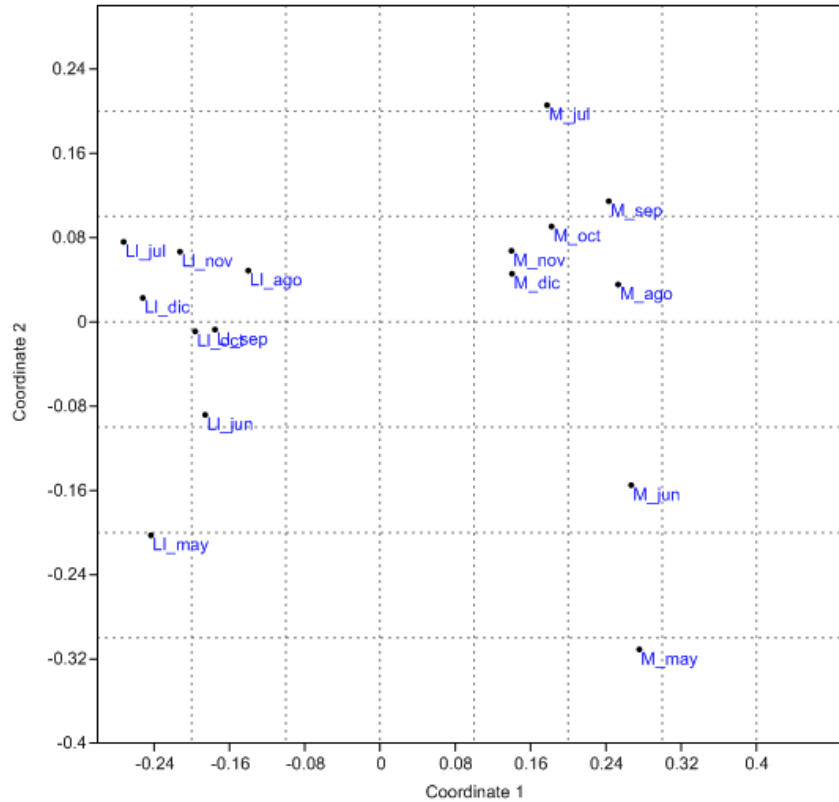


Figura 6. Diagrama de escalamiento multidimensional (MDS) de las comunidades de micromamíferos de Llaviucu y Mazán, provincia del Azuay, Ecuador.
Mazán (M_), Llaviucu (LL_).

En el bosque de Llaviucu los meses de septiembre y octubre presentaron una similitud en cuanto a la composición de la comunidad de micromamíferos. En los meses de julio, agosto, noviembre y diciembre la riqueza y abundancia mostró una similitud. Por otro lado, en la reserva de Mazán la composición se mantuvo sin variación entre los meses de agosto a diciembre; pero en el mes de julio se pudo notar un cambio en la distribución temporal de las especies.

La mayor variación en la composición de las comunidades de micromamíferos en ambas localidades, ocurrió entre los meses de mayo y junio, donde se observó una diferencia significativa, pudiéndose notar así que estos meses distan mucho de la tendencia general. Esta particularidad puede deberse al reclutamiento de especies en la fase inicial de

muestreo, debido a que normalmente se capturan las especies comunes, mientras que, las especies raras o menos abundantes se capturan a lo largo del muestreo y de manera ocasional.

En los bosques de Llaviucu y Mazán se capturaron las especies menos abundantes o poco comunes en los dos primeros meses obteniendo además capturas esporádicas en el mes de agosto, lo que se pudo notar con claridad en el diagrama de escalamiento multidimensional (Figura 6).

2.3. Diversidad de micromamíferos

El índice de Simpson en el bosque de Llaviucu expresó un valor de dominancia de 0,80, mientras que en la reserva de Mazán el valor es de 0,64. Los resultados de Shannon-Wiener muestran mayor equidad en Mazán 1,803 que para Llaviucu 1,328.

Para probar la hipótesis nula de que las diversidades provenientes de las dos muestras son iguales, se aplicó el procedimiento propuesto por Hutcheson en 1970, este test mostró los siguientes resultados: $t = 6,3293_{0,05}$ el valor en la tabla t es 2,2010 lo que reveló una diferencia entre la diversidad de las especies. Por lo cual se rechazó la hipótesis nula concluyendo que la diversidad de micromamíferos no voladores de la reserva bosque de Llaviucu es distinta a la encontrada en la reserva de Mazán (Tabla 2).

Tabla 2. Índice de diversidad de micromamíferos capturados en Llaviucu y Mazán provincia del Azuay, Ecuador. Mayo a diciembre de 2012.

Especies	Llaviucu		Mazán	
	# individuos	Pi	# individuos	Pi
<i>Akodon orophilus</i>	108	0.427	139	0.310
<i>Akodon mollis</i>	15	0.059	8	0,291
<i>Caenolestes caniventer</i>	0	0	6	0,208
<i>Caenolestes fuliginosus</i>	0	0	1	0,041
<i>Cryptotis montivaga</i>	0	0	3	0,125
<i>Microryzomys minutus</i>	3	0.012	1	0,041
<i>Nephelomys albigularis</i>	102	0.403	76	0,916
<i>Phyllotis andium</i>	1	0.004	10	0,333
<i>Phyllotis haggardi</i>	5	0.020	0	0
<i>Thomasomys aureus</i>	3	0.012	1	0,041
<i>Thomasomys auricularis</i>	1	0.004	0	0
<i>Thomasomys baeops</i>	1	0.004	62	0,958
<i>Thomasomys caudivarius</i>	2	0.008	58	0,916
<i>Thomasomys paramorum</i>	12	0.047	84	0,958

Localidad	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Índice de Shannon-Wiener
Llaviucu	11	253	1,328
Mazán	12	449	1,803

2.4. Variación estacional

Se determinó que no existe una marcada estacionalidad, de acuerdo a los valores obtenidos de precipitación, siendo que los coeficientes de variación sobrepasan el 50%, demostrando una heterogeneidad mensual y anual (Anexo 5). Sin embargo al escalar dichos promedios se observó una leve disminución de la precipitación en el mes de agosto. Siendo así que los cambios en este factor climático no son representativos en el tiempo para marcar una estacionalidad definida.

En base a lo anteriormente expuesto, se realizó un análisis de variación temporal de las comunidades de micromamíferos, por medio de una correlación entre la diversidad y la precipitación.

2.4. Correlaciones

Durante la fase de campo se registraron 10 especies de manera ocasional, o con un número de capturas muy bajo, por lo cual fueron excluidas del análisis de correlación de abundancia versus precipitación.

Los registros ocasionales corresponden a *M. minutus*; *P. andium* y *P. haggardi* para el bosque de Llaviucu y *Akodon mollis*, *C. caniventer*, *C. fuliginosus*, *C. montivaga*, *M. minutus*; *P. andium* para la reserva Mazán.

Las especies que presentaron bajo número de capturas son *T. aureus*, *T. auricularis*, *T. baeops* y *T. caudivarius* en Llaviucu y *T. aureus* en Mazán.

Los resultados del coeficiente de Pearson revelaron una correlación poco significativa en la mayoría de las especies analizadas en ambos sitios de estudio, sin embargo *A. mollis* tiene un valor de correlación positivo medio en Llaviucu. Por otro lado, *N. albigularis* estuvo presente en ambos sitios de estudio y su correlación fue negativa para Llaviucu y positiva para Mazán, con baja significancia en ambos casos. Para el caso de *T. baeops* se revela una correlación negativa significativa, lo que indica que la abundancia disminuyó conforme la precipitación incrementó (tabla 3).

Tabla 3. Coeficientes de correlación de las especies más abundantes en los bosques de Llaviucu y Mazán, provincia del Azuay, Ecuador.

Especies	Correlación de Pearson	
	Llaviucu	Mazán
<i>A. orophilus</i>	0.090	-0.119
<i>A. mollis</i>	0.566	
<i>N. albigularis</i>	-0.168	0.067
<i>T. baeops</i>		-0.874
<i>T. caudivarius</i>		-0.401
<i>T. paramorum</i>	-0.072	-0.147

El análisis de las especies de Llaviucu mostró que *A. mollis* a pesar de tener una baja abundancia es la especie con mayor índice de correlación respecto a la precipitación, sin embargo, la abundancia de *A. orophilus* no se ve influenciada aunque se puede notar un descenso en agosto que es el mes con menor precipitación (Figura 7).

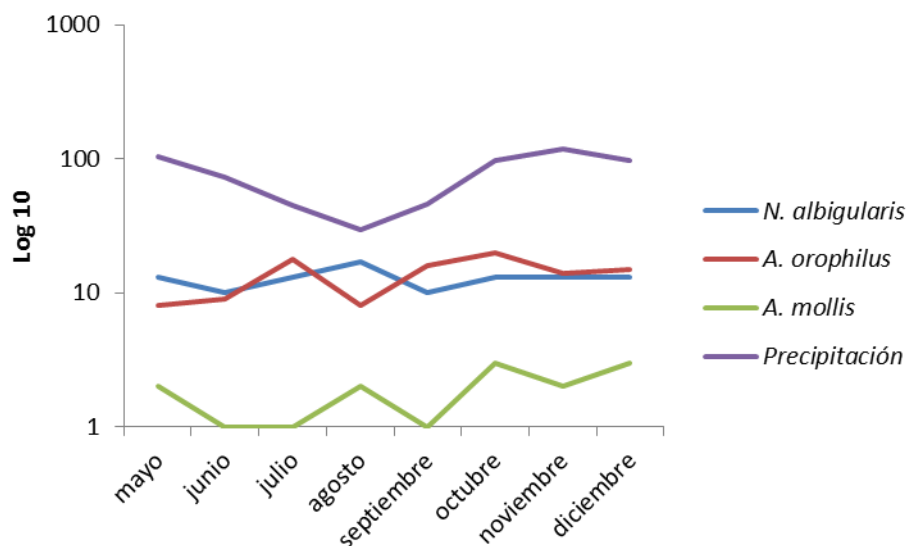


Figura 7. Abundancia de *A. Mollis*, *A. orophilus* y *N. albigularis* con relación a la precipitación en la reserva de Llaviucu provincia del Azuay, Ecuador.

En la reserva de Mazán el género *Thomasomys* mostró tener una relación inversa con la precipitación, debido a que la abundancia de *T. paramorum* disminuye hacia el mes de julio pero incrementa para agosto que es el mes con menor precipitación. *T. baeops* fue la especie con mayor correlación negativa con una fluctuación inversa de la abundancia en relación a la precipitación. *T. caudivarius* mostró ser sensible al cambio de la precipitación, el coeficiente para esta especie marcó una relación media, sin embargo se pudo notar un descenso en la abundancia en el mes de agosto (Figura 8).

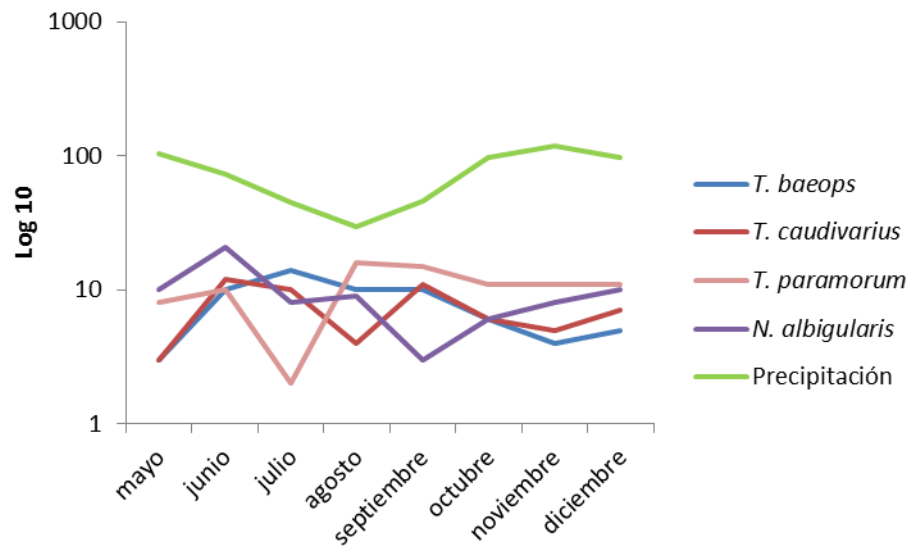


Figura 8. Abundancia de micromamíferos con relación a la precipitación en la reserva de Mazán provincia del Azuay, Ecuador.

Otro cricétido abundante en la reserva de Mazán es *N. albigularis* cuya correlación con la precipitación no es marcada, por lo que asumimos es una especie de gran resistencia o adaptación al cambio de temporal. Sin embargo en el mes de septiembre hay una disminución de su abundancia la que puede deberse a otros factores como la reproducción o periodos de lactancia.

CAPÍTULO 3

DISCUSIONES

El éxito de captura alcanzado con 1200 trampas/noche para cada sitio fue mayor al 20% en Llaviucu y en la reserva de Mazán del 35%. Esta tasa de captura fue mayor que la encontrada en estudios anteriores efectuados en la región andina, Diaz de Pascual (1984) en la comunidad sub-montana andina del sur de Perú de pequeños mamíferos, que logró una tasa de captura de 6,63%. Una posible explicación de este alto éxito de captura podría ser por el prolongado periodo de muestreo debido a que muchos individuos se acostumbraron a la presencia de trampas y fueron recapturados varias veces.

Se capturaron 14 especies de micromamíferos, que representan el 21,87% de las especies reportadas por Albuja (2011) para el piso altoandino del Ecuador. El estimador Chao 2, sugiere que capturamos más de 80% de las especies esperadas. Se registraron dos Caenolestidae: *Caenolestes caniventer* y *Caenolestes fuliginosus*, que fueron anteriormente registradas en el Parque Nacional Cajas por Barnett (1999) y citados por Tirira (2007). En este estudio se registró por primera, para el bosque de Llaviucu, a *Cryptotis montivaga*; esta especie había solamente sido registrada en el bosque de Mazán por Ortiz (1997).

Akodon orophilus y *Nephelomys albigularis* fueron las especies más abundantes en las comunidades de los bosques montanos estudiados. Este resultado concuerda con estudios previos por Ortiz (1997) y Barnett (1999), sin embargo, el género más diverso y abundante fue *Thomasomys* con cinco especies. Esto difiere de los resultados de Ortiz (1997), que encontró este género como el tercero en abundancia en el bosque de Mazán.

En nuestra área de estudio la estacionalidad está determinada por la variación de la precipitación. Los promedios por mes entre los años 2001 a 2011 fueron fluctuantes, lo que dificultó establecer estaciones; sin embargo, los meses de julio y agosto mostraron una menor precipitación, mientras que marzo y abril la mayor (Anexo 5). Tomando en cuenta esto se realizaron análisis de variación temporal.

El escalamiento multidimensional mostró una tendencia marcada a separar y agrupar las comunidades de micromamíferos de Llaviucu y Mazán. Las diferencias en los meses de mayo y junio en las dos áreas de estudio pueden ser explicadas por la captura de especies raras en los primeros meses del muestreo.

Los índices de diversidad Simpson y Shannon-Wiener ayudaron a explicar las diferencias mostradas por el MDS. Mazán tuvo una abundancia de individuos mucho más alta que Llaviucu y una mayor equidad (Shannon-Wiener 1.803) aunque la riqueza de especies fue similar. Vargas (2007) menciona que existen diferencias en la diversidad de especies de pequeños mamíferos asociados a los diferentes tipos de hábitats. Sin embargo, la abundancia de las especies fue diferente entre hábitats.

Usando Pearson para comparar la variación de las comunidades en los sitios de muestreo se encontraron diferencias temporales relacionadas con la precipitación; *Akodon mollis* y *Akodon orophilus* mostraron menor abundancia en los meses con baja precipitación en el bosque de Llaviucu, mientras *Thomasomys baeops* mostró mayor sensibilidad a la precipitación en Mazán. Pozo *et al.* (2006) observó el mismo patrón con *Akodon mollis* en el norte de Ecuador, mientras Emmons (2009) no encontró una fuerte influencia de precipitación en la dinámica poblacional de micromamíferos, en los bosques y sabanas de Bolivia. Meserve *et al.* (2011) encontró que la precipitación influye en algunas especies de los bosques del norte central de Chile.

En este estudio las diferencias en la estructura de las comunidades de Llaviucu y Mazán fueron marcadas y podemos concluir que la dinámica de las comunidades fueron influenciadas por la precipitación. Sin embargo, conclusiones o proyecciones de estas comunidades para los siguientes años serían prematuras debido a que Emmons (2009)

menciona que las diferencias anuales en la abundancia de pequeños mamíferos pueden variar en gran medida. El encontró que muestras temporales pueden variar más dentro de una parcela que entre las parcelas, y también que estas variaciones pueden ser sincrónicas o asincrónicas entre parcelas.

CONCLUSIONES

Está investigación nos indica que la diversidad de las comunidades estudiadas son diferentes. El bosque de Mazán presenta mayor equidad, debido a que la mayoría de las especies presentes tienen abundancias similares; mientras que en la comunidad de Llaviucu la equidad es menor porque *N. albigularis* y *A. orophilus* son dominantes, representando más del 83% de los individuos capturados en este bosque.

No se encontró una influencia significativa de la precipitación en las dos comunidades de micromamíferos. Solamente para *Thomasomys baeops* en Mazán se registró una correlación negativa significativa entre la abundancia y la temporalidad.

El análisis MDS y el CHAO2 separó claramente las dos comunidades estudiadas, y su distribución a lo largo del periodo de muestreo. Esto además sugiere que existen diferencias marcadas entre los bosques.

RECOMENDACIONES

Para comprender mejor la dinámica de las comunidades de micromamíferos es necesario incluir y combinar en los estudios variables físicas y biológicas, esto ayudará a explicar de mejor manera los cambios temporales en las poblaciones. Expandir los monitoreos e incluir las variables biogeográficas, así como determinar la estructura vegetal, podrían ayudar a reconocer patrones en la variación temporal de la diversidad de pequeños mamíferos terrestres. Monitorear las poblaciones de predadores puede también ayudar a comprender la variación de la abundancia en las comunidades de micromamíferos. Es crucial generar información sobre ecología de las especies, aportará en gran parte con los estudios futuros sobre micromamíferos.

BIBLIOGRAFÍA

2012. INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) En línea: <http://www.inamhi.gob.ec/index.php/agua/anuarios> Consulta 15 diciembre 2012.
2012. PAST. Paleontological Statistics, ver 2.17. Software package for education and data analysis.
2011. ALBUJA, L. Lista de mamíferos actuales del Ecuador. Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional. 27 Pp.
2011. KEENAN, T., J. Serra, F. Lloret, M. Ninyerola, & S. Sabate. Predicting the future of forests in the Mediterranean under climate change, with niche- and process-based models: CO2 matters! *Global Change Biology* 17:565-579.
2011. KELT, D. Comparative ecology of desert small mammals: a selective review of the past 30 years. *Journal of Mammalogy* 92, No. 6: 1158-1178.
2011. MESERVE, P., D. Kelt, M. Previtali, W. Milstead & J. Gutiérrez. Global climate change and small mammal populations in north-central Chile. *Journal of Mammalogy*, 92(6):1223–1235.
2009. EMMONS, L. Long-Term Variation in Small Mammal Abundance in Forest and Savanna of Bolivian Cerrado. *BIOTROPICA* 41(4): 493–502.
2009. KIER, G., H. Kreft, T. Lee, W. Jetz, , P. Ibisch, , C. Nowicki, J. Mutke, W. Barthlott, A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:9322-9327.

2009. TIRIRA, D. & C. Boada. Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta del nororiente de la provincia de Carchi, Ecuador. Boletín Técnico 8, Serie Zoológica 4-5: 1-24.
2007. ARCOS, R., L. Albuja y P. Moreno. Nuevos registros altitudinales y ampliación del rango de distribución de algunos mamíferos del Ecuador. Revista Politécnica 27(4), Biología 7, Pp. 126-132.
2007. TIRIRA, D. Mamíferos del Ecuador guía de campo. Ediciones Murciélago Blanco. Quito, Ecuador. 576Pp.
2006. POZO, W., I. Olmedo & S. Espinoza. Diversidad rodentológica en remanentes de bosque nativo y cercas vivas de la hacienda El Prado, serranía ecuatoriana. Boletín Técnico 6, Serie Zoológica 2: 33-44.
2004. ADDINSOFT. XLSTAT-Pro, ver. 7.5. Addinsoft SARL.
2004. MORLANS, M. Introducción a la ecología de poblaciones. Editorial Científica Universitaria. Universidad Nacional de Catamarca. 16Pp.
2004. Ruiz, O., L. Aguirre, R. Vargas, R. Aguayo, F. Alfaro y K. Moya. Protocolo de investigación para la fauna altoandina del parque nacional Tunari. Cochabamba, Bolivia. 31Pp.
2002. MANGAN, S., & G. Adler. Seasonal dispersal of arbuscular mycorrhizal fungi by spiny rats in a neotropical forest. Oecologia 131, No. 4: 587-597.
2002. PISSA-UNISON. Éter etílico N ° CAS: 60-29-7: resumen de datos de seguridad y factores de riesgo en el manejo de sustancias químicas. Universidad de Sonora. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Pp: 29-30.
2001. KESSLER, M., S. Herzog, & J. Fjeldså. "Species Richness and Endemism of Plant and Bird Communities along Two Gradients of Elevation, Humidity and Land Use in the Bolivian Andes". Diversity and Distribution 7: 61-67.

2001. MANSON, R., R. Ostfeld & C. Canham, Long-term effects of rodent herbivores on tree invasion dynamics along forest-field edges. *Ecology*, 82 (12): 3320-3329.
2001. MORENO, C. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 Pp.
2001. SOLARI, S., E. Vivar, P. Velazco & J. Rodríguez. The small mammals community of the lower Urubamba region, Peru. SI/MAB Series #7.
2000. MINGA, D. Árboles y Arbustos del Bosque de Mazan. ETAPA. Cuenca, Ecuador. 218 Pp.
2000. VÁZQUEZ, L., G. Cameron y R. Medellín. Hábitos alimentarios y biología poblacional de dos especies de roedores en el occidente de México. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* No 4. Pp. 5-21.
1999. BARNETT, A. Small mammals of the Cajas plateau, southern Ecuador: ecology and natural history. University of Florida, Gainesville. Pp. 161-217.
1999. SIERRA, R. (Ed.). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador. 174Pp.
1997. ORTIZ, A. Estudio preliminar de la abundancia relativa de los micromamíferos en el bosque secundario y bosque plantado: bosque protector Mazán Azuay-Ecuador. Tesis de Grado Escuela de Biología del Medio Ambiente. Universidad del Azuay. Cuenca.
1996. FERRAN, A. SPSS para Windows, programación y análisis estadístico. Editorial MacGraw Hill. D. F., Mexico. 580Pp.
1996. SERRANO, F. Árboles y arbustos del bosque de Mazán. ETAPA. Cuenca, Ecuador 160Pp.

1996. WILSON D. & A. Sandoval. Manu, la biodiversidad del sureste del Perú. Smithsonian Institution, National Museum of Natural History. Lima.
1995. KAREIVA, P., & U. Wennergren. Connecting landscape patterns to ecosystem and population processes. *Nature* 373, No.6512: 299-302.
1993. ARCE, C. Escalamiento multidimensional: Una técnica multivariante para el análisis de datos de proximidad y preferencia. PPU, Barcelona.
1988. MAGURRAN, A. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 Pp.
1987. MONTES, L. M, Manual de taxidermia. Editorial albatros. 121 pp.
1984. DÍAZ DE PASCUAL, A. Componentes y variaciones numéricas en una comunidad submontana andina de pequeños mamíferos venezolanos. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 19, No.2: 89-98
1980. ALBUJA, L., M. Ibarra, J. Urgilés y R. Barriga. Estudio preliminar de los vertebrados ecuatorianos. Departamento de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional. Quito.
1972. KREBS, C. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. New York: Harper & Row 2nd Edition. 694Pp.
1970. HUTCHESON, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29: 151-154.
1921. BARNET, A. Notes on ecology of *Cryptotis montivaga* Anthony, 1921 (Insectivora, Soricidae), a high altitudeshrew from Ecuador. *Mammalia* 56: 587-592.

ANEXOS

Anexo 1. Vista de las parcelas de estudio en las reservas de Llaviucu y Mazán, provincia del Azuay, Ecuador.



Parcela 1 Llaviucu (Superior Izq.), Parcela 2 Llaviucu (Superior Der.), Parcela 1 Mazán (Inferior Izq.) y Parcela 2 Mazán (Inferior Der.)

Anexo 2. Trampas Sherman cubiertas por musgo y hojarasca.



Anexo 3. Colección en el Museo de Zoología de la Universidad del Azuay



Etiqueta para cráneo (Superior Izq.), cráneos almacenados (Superior Der.), montaje de *A. orophilus* (Inferior Izq.) y vista superior del cráneo de *C. montivaga* (Inferior Der.)



Cryptotis montivaga



Akodon orophilus



Thomasomys paramorum



Nephelomys albigularis



Thomasomys caudivarius



Phyllotis andium

Anexo 4. Resultados de las pruebas de normalidad.

Parámetros	Mazán			Llaviucu		
	Shapiro-Wilk	Anderson-Darling	Lilliefors	Shapiro-Wilk	Anderson-Darling	Lilliefors
resultado	0.886	0.382	0.241	0.958	0.261	0.190
p-valor	0.255	0.290	0.249	0.801	0.580	0.622
alfa	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Anexo 5. Variación mensual de la precipitación 2001-2011 de la estación Sausi
(matadero) Fuente: INAMHI.

Meses	Promedio	Desvest	co var	% co var
Enero	74.645	50.300	0.674	67.386
Febrero	146.718	200.402	1.366	136.590
Marzo	118.091	51.271	0.434	43.417
Abril	175.909	49.556	0.282	28.171
Mayo	103.718	32.063	0.309	30.913
Junio	72.400	37.457	0.517	51.736
Julio	44.573	22.448	0.504	50.362
Agosto	29.800	19.529	0.655	65.535
Septiembre	46.309	36.209	0.782	78.190
Octubre	97.518	66.521	0.682	68.214
Noviembre	118.173	42.083	0.356	35.611
Diciembre	97.745	49.525	0.507	50.667