



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**Efecto de cambio de uso de suelo en las comunidades de
micromamíferos no voladores en el Macizo del Cajas.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

BIÓLOGO CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN

Autores:

IVÁN PATRICIO MORALES FLORES

CAROLINA VERENICE PESÁNTEZ ABAD

Director:

BLGO. BORIS ADRIÁN TINOCO MOLINA, PhD.

CUENCA - ECUADOR

2015

Dedico este trabajo a mi familia por su apoyo y a mi hija Victoria por ser mi inspiración.

Iván Morales Flores

Principalmente dedico este trabajo a Dios por su guía, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, a mi familia y amigos por siempre alentarme en el día a día, y de manera especial a mis cuatro ángeles en el cielo, que me han hecho ser quien soy.

Carolina Pesántez Abad

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de manera especial a nuestro amigo y compañero en este proyecto Zachary Hurst, por su ayuda en todos los ámbitos que le fueron posibles. A Boris Tinoco por guiarnos en la parte estadística y redacción del documento. A David Siddons, por su ayuda con el uso del programa R. A Carlos Niveló, Javier Fernández de Córdova y Nicolás Tinoco, por el apoyo en la identificación de especímenes. A nuestros amigos Andrea Calderón, Henry Garzón, José Moncayo, Santiago Bermeo, Andrés Bermeo, Sofía Pesántez y Diego Bravo por acompañarnos a las largas horas del trabajo en el campo. A los señores dueños de los terrenos en los que se realizó el proyecto, por confiar en nosotros y brindarnos con mucha hospitalidad, todas las facilidades para el estudio.

Finalmente queremos agradecer a nuestras familias: Janeth Abad, Freddy, Sofía, y Matías Pesántez; Mercedes Maldonado, José Moncayo, Cristina, Victoria, Cecilia, Hugo y Enrique Morales; Fabiola y Francisco Bermeo, por todo su apoyo, paciencia y cariño que nos dan día a día.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
 CAPÍTULO 1: MATERIALES Y MÉTODOS	 4
1.1. Área de Estudio	4
1.1.1. Estructura del hábitat	6
1.2. Diseño experimental	7
1.3. Censo de micromamíferos	8
1.4. Fase de Laboratorio	9
1.5. Análisis de datos	9
1.5.1. Curvas de Rango de Abundancia	10
1.5.2. Escalamiento Multidimensional no Métrico	10
1.5.3. Modelos lineales	11

CAPÍTULO 2: RESULTADOS	12
2.1. Curvas de rango de Abundancia.....	12
2.2. Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMDS)	14
2.3. Modelos lineales	15
CAPÍTULO 3: DISCUSIÓN	18
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de Estudio en las microcuencas del Tomebamba y Yanuncay en el Macizo del Cajas en la Provincia del Azuay, Ecuador.....	4
Figura 2. Gradiente de Disturbio determinado para el estudio en los terrenos ingresados en el Programa de Conservación AMA.	5
Figura 3. Ejemplificación de la distribución de los usos de suelo dentro de los terrenos ingresados al Programa de Conservación AMA (Google Earth, 2015).....	6
Figura 4. Curvas de Rango de Abundancia en base a la proporción de micromamíferos, en cada uso de suelo, registrado en la microcuenca del Yanuncay del Macizo del Cajas en el año 2014. Códigos de las especies: Akodon mollis (Ak_mo), Microryzomys altissimus (Mi_al), Thomasomys baeops (Th_ba), Microryzomys minutus (Mi_mi), Thomasomys caudivarius (Th_ca), Nephelomys albigularis (Ne_al), Caenolestes fuliginosus (Ca_fu), Thomasomys paramorum (Th_pa), Rattus norvegicus (Ra_no), y Thomasomys aureus (Th_au).....	13
Figura 5. Curvas de Rango de Abundancia en base a la proporción de micromamíferos, en cada uso de suelo, registrado en la microcuenca del Tomebamba del Macizo del Cajas en el año 2014. Códigos de las especies: Akodon mollis (Ak_mo), Microryzomys altissimus (Mi_al), Thomasomys baeops (Th_ba), Microryzomys minutus (Mi_mi), Thomasomys caudivarius (Th_ca), Nephelomys albigularis (Ne_al), Caenolestes fuliginosus (Ca_fu), Thomasomys paramorum (Th_pa), Rattus norvegicus (Ra_no), y Thomasomys aureus (Th_au).....	13
Figura 6. Curvas de Rango de Abundancia en base a la proporción de micromamíferos, en cada uso de suelo, registrado en las dos microcuencas Yanuncay y Tomebamba del Macizo del Cajas en el año 2014. Códigos de las especies: Akodon mollis (Ak_mo), Microryzomys altissimus (Mi_al), Thomasomys baeops (Th_ba), Microryzomys minutus (Mi_mi), Thomasomys caudivarius (Th_ca), Nephelomys	

albigularis (Ne_al), Caenolestes fuliginosus (Ca_fu), Thomasomys paramorum (Th_pa), Rattus norvegicus (Ra_no), y Thomasomys aureus (Th_au).....14

Figura 7. Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMDS) de las especies de micromamíferos encontradas en cinco usos de suelo en una gradiente de disturbio, en el Macizo del Cajas, Ecuador en el año 2014. Códigos de las especies: Akodon mollis (Ak_mo), Microryzomys altissimus (Mi_al), Thomasomys baeops (Th_ba), Microryzomys minutus (Mi_mi), Thomasomys caudivarius (Th_ca), Nephelomys albigularis (Ne_al), Caenolestes fuliginosus (Ca_fu), Thomasomys paramorum (Th_pa), Rattus norvegicus (Ra_no), y Thomasomys aureus (Th_au).....15

Figura 8. Variación de la abundancia total de especies de micromamíferos con respecto a los cinco tipos de uso de suelo analizados, en el año 2014, dentro de las microcuencas Yanuncay y Tomebamba en el Macizo del Cajas.....16

Figura 9. Variación de la riqueza total de especies de micromamíferos con respecto a los cinco tipos de uso de suelo analizados, en el año 2014, dentro de las microcuencas Yanuncay y Tomebamba en el Macizo del Cajas.....16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencia de riqueza según el Test a posteriori (Tukey), en cinco tipos de usos de suelo las microcuencas de Yanuncay y Tomebamba dentro del Macizo del Cajas, en la provincia de Azuay.....	27
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

**EFFECTO DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN LAS COMUNIDADES DE
MICROMAMÍFEROS NO VOLADORES EN EL MACIZO DEL CAJAS.**

RESUMEN

En este estudio se planteó estudiar la variación de la riqueza, abundancia y estructura de comunidades de micromamíferos no voladores en diferentes usos de suelo generados por la ganadería (matorral, recuperación de ribera, mezcla, pasto normal y pasto intensivo) en las microcuencas del Yanuncay y Tomebamba en el Macizo del Cajas, Ecuador. En total se registraron diez especies de micromamíferos en 389 capturas con trampas Sherman. La abundancia no varió, mientras que la riqueza se modificó de acuerdo al gradiente de disturbio. El análisis de ordenamiento índico que existe agrupaciones de especies disimiles asociadas a los estratos vegetales característicos de cada uso de suelo. La pérdida de hábitat restringe la distribución de varias especies, sobre todo en los géneros *Thomasomys* y *Nephelomys*.

Palabras clave: Tomebamba, Yanuncay, Micromamíferos, Conservación, Impacto Ganadero, Estratos Vegetales



Boris Adrián Tinoco Molina
Director de Tesis



Edwin Javier Zárate Hugo
Director de Escuela



Carolina Verence Pesántez Abad



Iván Patricio Morales Flores

Autores

**CHANGE EFFECT ON LAND USE IN FLIGHTLESS MICROMAMMALS
COMMUNITIES IN *EL CAJAS* MASSIF**

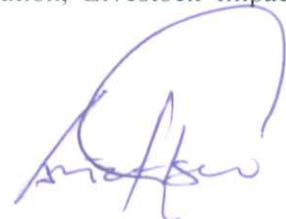
ABSTRACT

This research was aimed at studying the variation of wealth, abundance and community structure of flightless micromammals produced by livestock in different land-uses (scrub, river recovery, mixed, normal grass, and intensive grazing) at the *Yanuncay* and *Tomebamba* watersheds in *El Cajas* Massif, Ecuador. In total, ten species of micromammals were recorded in 389 Sherman trap captures. The abundance was unchanged, while wealth was modified according to the gradient of disturbance. Scale analysis indicated that there are groups of dissimilar species associated with the characteristic vegetable strata of each land use. Habitat loss restricts the distribution of several species, especially in the *Thomasomys* and *Nephelomys* genres.

Keywords: *Tomebamba*, *Yanuncay* Micromammals Conservation, Livestock Impact, Vegetable Strata



Boris Adrián Tinoco Molina
Thesis Director



Edwin Javier Zarate Hugo
School Director



Carolina Verence Pesantez Abad




Iván Patricio Morales Flores

Authors



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Iván Patricio Morales Flores
Carolina Verenice Pesántez Abad
Trabajo de Graduación
Blgo. Boris Adrián Tinoco Molina, PhD.
Octubre, 2015

EFFECTO DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN LAS COMUNIDADES DE MICROMAMÍFEROS NO VOLADORES EN EL MACIZO DEL CAJAS.

INTRODUCCIÓN

En la Provincia del Azuay los bosques de la región alto andina han sido alterados y fragmentados por el desarrollo de la actividad ganadera, lo cual afecta la biodiversidad de la fauna local (Vizcaíno et al., 2006). La pérdida de especies genera un gran impacto debido a su relación con procesos y servicios ecosistémicos. La alta concentración de ganado tiene un efecto negativo sobre la riqueza y diversidad de especies de micromamíferos (Chillo, 2013). También es posible que se introduzcan nuevos patógenos asociados al ganado en las poblaciones nativas (Pereira, 2009).

La mayoría de especies presentan distribuciones discontinuas que están sujetadas a la heterogeneidad natural de sus hábitats y a las modificaciones por las actividades humanas (Andren, 1994). La fragmentación y destrucción de bosques para expandir las áreas de pastizales han provocado la pérdida de diversidad (Duarte et al., 2006). La reducción de los hábitats y fragmentación puede provocar extinciones locales en áreas aisladas relacionadas con la pérdida de conectividad y el aumento del efecto de borde (Andren, 1994).

La relación entre los sistemas boscosos y los micromamíferos es de importancia debido a su rol ecológico. Los micromamíferos intervienen en procesos de dispersión de semillas, y control de poblaciones de plantas, insectos y vertebrados pequeños; además, son el orden mas diverso, abundante como presa de otros vertebrados (Merritt, 2010). Los mamíferos tienen aptitudes de bioindicadores-monitores por sus

preferencias alimenticias y de hábitat, tienen ciclos de vida largos, los cuales hacen fácil su monitoreo al estar expuestos a disturbios o contaminantes más tiempo que otros organismos. (Hernández, 1996; Hermoso de Mendoza , 2008).

Una de las principales problemáticas influenciadas por crecimiento poblacional humano en la provincia del Azuay ha sido su sustento alimenticio, que ha provocado que las actividades agrícolas y ganaderas se potencien y sean las causantes de los cambios en la configuración paisajística y de hábitats. La pérdida gradual de formaciones arbustivas debido a la fragmentación de los paisajes naturales, se han convertido en un verdadero impacto para la distribución, diversidad e interacciones de las poblaciones de micromamíferos (Siavosh et al., 1997). Este restringe el hábitat y recursos, además los aditivos químicos que pueden afectar los mismos. Las actividades ganaderas requieren del uso de maquinaria de labranza, fertilizantes y otros químicos que mejoran sus pastos (Segrelles, 1991), pero no se mide el impacto que puede provocar en ciertas comunidades silvestres.

En la provincia del Azuay el Programa de Manejo Integrado de Cuencas para la Protección de Fuentes de Aguas (MICPA) sujeto a la ordenanza de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA), han implementado desde el 2009 programas para conservar Bosque Andino y Páramo. Uno de estos es el Acuerdo Mutuo por el Agua (AMA), en el cual se brinda incentivos a los propietarios que se integren, siempre y cuando cumplan con los siguientes propósitos: Primero, recuperar y conservar vegetación de ribera, bosque montano y páramo; y segundo, mejorar la producción de pasto y reducir la contaminación con gallinaza. Los incentivos que se otorgan varía de acuerdo al programa que se integre el propietario, estos pueden ser: Entrega de fertilizantes, capacitación y asistencia técnica en buenas prácticas ganaderas; ingreso a Socio-Bosque, exoneración de impuestos prediales y de tierras rurales, entre otros. (ETAPA, 2013). Estos programas de conservación han originado que los propietarios cambien el uso de suelo de acuerdo a sus necesidades, generando un gradiente de disturbio. En esta investigación se evaluó el impacto que se genera en los diferentes usos de suelo dentro del programa de conservación AMA y utilizando las poblaciones de micromamíferos no voladores para evidenciar el cambio en la composición y estructura de sus comunidades.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar cambios en la composición y estructura de comunidades de micromamíferos en una gradiente de disturbio generada por la ganadería dentro del programa de conservación AMA-ETAPA, en las microcuencas de Yanuncay y Tomebamba.

Objetivos específicos

- Medir y comparar la estructura de micromamíferos no voladores en diferentes usos de suelo en las microcuencas Yanuncay y Tomebamba.
- Determinar la abundancia y riqueza de micromamíferos dentro de los usos de suelo analizados.
- Establecer las asociaciones de las comunidades de micromamíferos relacionados con el uso de suelo.

CAPÍTULO 1

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de Estudio

El estudio se centra en las propiedades privadas que están integradas al programa “Acuerdo mutuo por el agua (AMA)”, sitios de actividad ganadera, en las microcuencas del río Yanuncay y Tomebamba, en el cantón Cuenca, de la provincia del Azuay. Los puntos de muestreo (ver Anexo 1) están ubicados en el área de amortiguamiento del Parque Nacional el Cajas, al centro sur del Ecuador; entre 3000 y 3500 msnm.

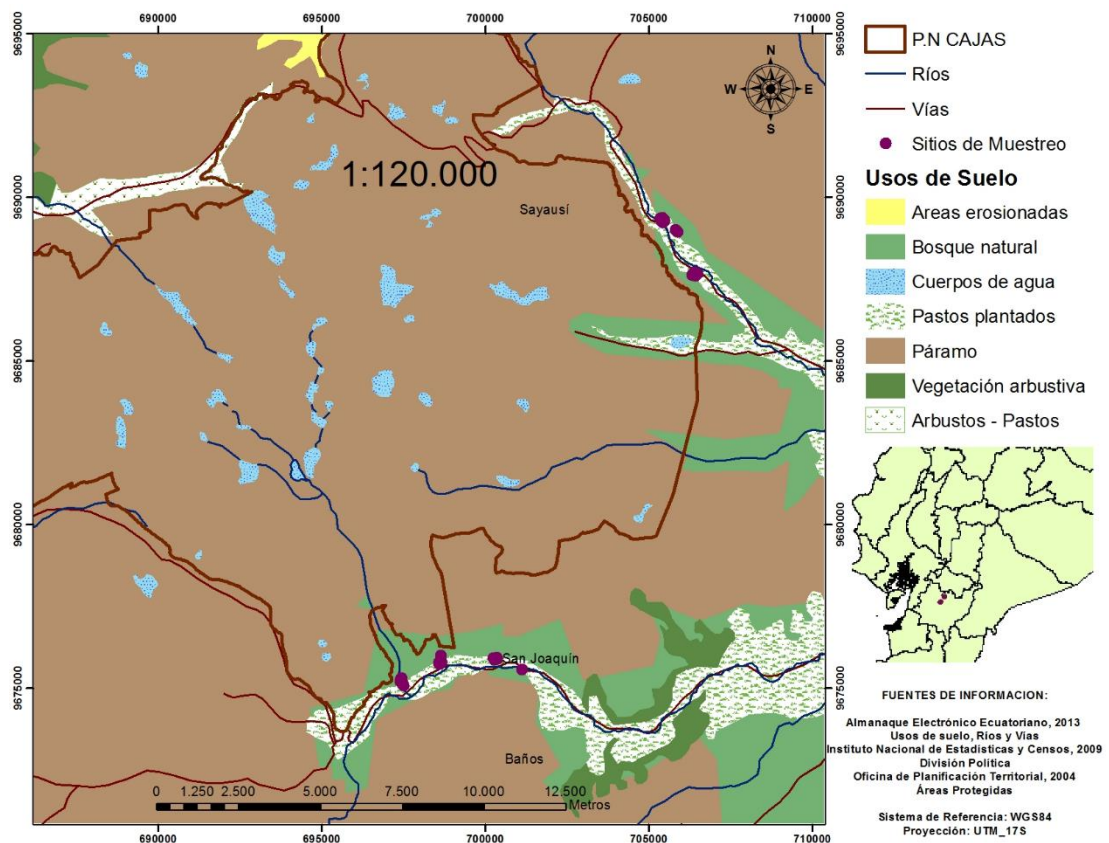


Figura 1. Área de Estudio en las microcuencas del Tomebamba y Yanuncay en el Macizo del Cajas en la Provincia del Azuay, Ecuador.

Según la información geográfica de estas áreas (Figura 1), los puntos se encuentran en zonas de pastos plantados y bosques naturales (AEE, 2013). Dentro del área de investigación se pudieron identificar los siguientes ecosistemas: Bosque siempre verde montano alto, Bosque siempre verde montano de la cordillera occidental de los Andes y Arbustal siempre verde montano (MAE, 2013).

El clima en el área de estudio, es característico de montaña, que oscila entre temperaturas máximas de 17 y mínimas de 7 grados centígrados, pudiendo alcanzar temperaturas bajas hasta 0 y altas de 21 grados. La humedad es alta, varía de 100 a 60%; estos datos fueron recolectados durante seis meses de muestreos. Los datos anuales pluviométricos van de 800 a 2000 mm y la mayoría de lluvias son de la larga duración pero de baja intensidad (Pourrut *et al.*, 1995).

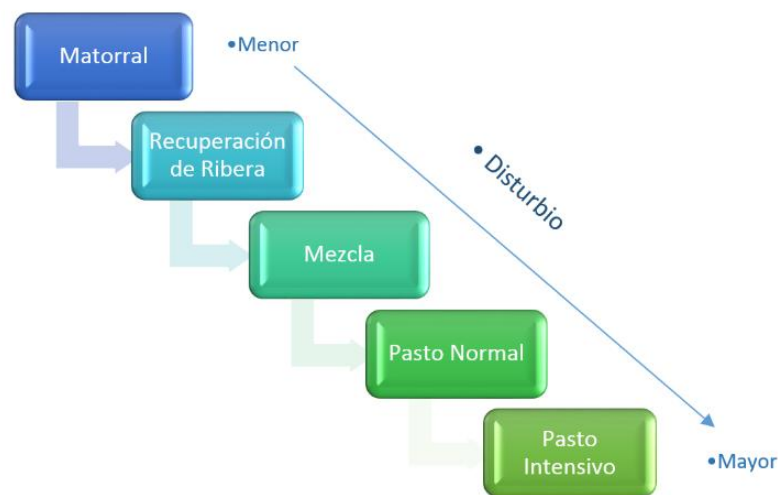


Figura 2. Gradiente de Disturbio determinado para el estudio en los terrenos ingresados en el Programa de Conservación AMA.

En los terrenos seleccionados presentan una gradiente de disturbio (Figura 2), causada por la producción de pastos para la actividad ganadera. De acuerdo a las necesidades de los propietarios se ha generado estos diferentes usos de suelo, en los cuales se realiza el estudio: Matorral, recuperación de ribera, mezcla, pasto normal y pasto intensivo. En la siguiente foto satelital (Figura 3) (Google Earth, 2015) se muestra un ejemplo de la distribución de los sitios:

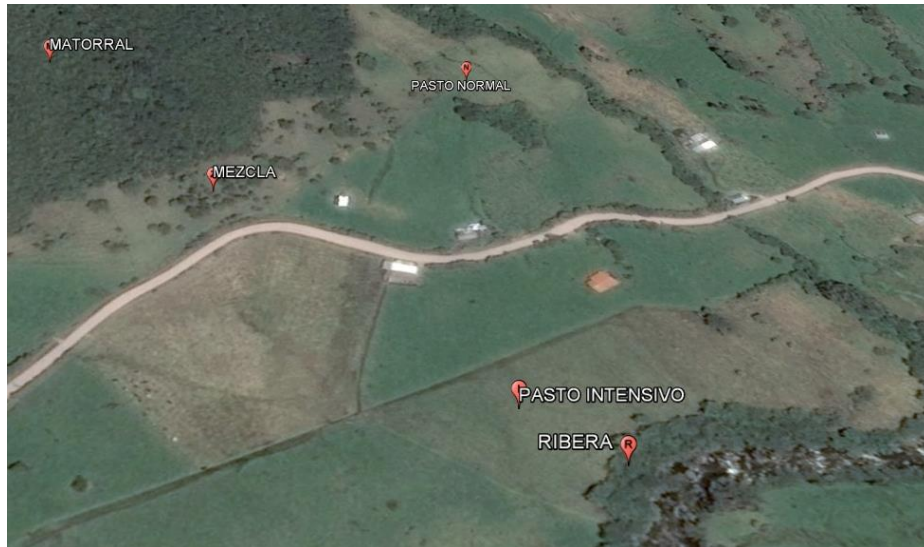


Figura 3. Ejemplificación de la distribución de los usos de suelo dentro de los terrenos ingresados al Programa de Conservación AMA (Google Earth, 2015).

1.1.1. Estructura del hábitat

Para determinar el componente florístico se realizó un inventario de la riqueza de especies presentes en cada estrato de los diferentes usos de suelo. El levantamiento de la información arbórea y arbustiva se realizó mediante transectos de 100 por 2 metros (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Mientras que, para la vegetación herbácea se utilizó tres cuadrantes de 1m², en cada grilla de muestreo (Mostacedo y Fredericksen, 2000) (ver Censo de mamíferos).

Matorral: Están ubicados en las zonas altas, de difícil acceso, tanto para el pastoreo o actividad agrícola, por sus pronunciadas pendientes que fluctúan alrededor de los 38 grados en promedio. La altura de vegetación arbórea es de 8 metros, además se encuentra dominada por: *Oreocallis grandiflora*, *Miconia bracteolata*, *Vaccinium sp.* En cuanto a los arbustos, con alturas de 5m aproximadamente, se identificó predominancia de: *Salvia corrugata*, *Baccharis latifolia* y *Saracha quitensis*. Con respecto a la formación herbácea se hallaron especies como: *Lophosoria quadripinnata*, *Puya sp.*, *Bromelia sp.*, *Dioscorea sp.*

Recuperación de Ribera: Se considera a las áreas de conservación dentro del programa MICPA – AMA, de las diferentes propiedades involucradas, esta formación vegetal se encuentra junto a los ríos Yanuncay y Tomebamba. En

promedio su pendiente es de 5°. La altura promedio de los árboles es de 6m, conformado por: *Alnus acuminata*, *Escallonia myrtilloides*, *Gynoxys sp.* y *Myrsine dependens*. En cuanto arbustos se ve representado por *Hesperomeles obtusifolia*, *Baccharis latifolia*, *Morella parvifolia* y *Salvia corrugata* con alturas de 3 metros. Finalmente las herbáceas más representativas son *Cortaderia jubata*, *Gentianella rapunculoides*, *Arracacia andina* y *Lepidium sp.*

Mezcla: Es el término del área de transición de pasto a matorral con pendientes alrededor de 11 grados. Son zonas que fueron taladas, con la intención de ampliar los pastizales, pero conservando algunas especies de árboles con alturas de 6 metros aproximadamente; se encontró varios ejemplares de *Alnus acuminata*, *Weinmannia fagaroides*, *Vallea stipularis*, *Gynoxys p.*, y *Ocotea heterochroma*; los arbustos tienen una altura de 3 metros aproximadamente, representados por: *Brachyotum jamesonii*, *Berberis conferta*, *Miconia salicifolia*, *Valeriana hirtella*; al ser zonas de pastoreo se identificaron herbáceas como: *Holcus lanatus*, *Pennisetum clandestinum*, *Lophosoria quadripinnata* y *Orthrosanthus chimboracensis*.

Pasto Normal: Se encuentran ubicados en su mayoría en terrenos con pendientes promedios de 10 grados, fueron representadas por especies dominantes como *Pennisetum clandestinum*, *Trifolium repens* y *Taraxacum officinale*.

Pasto Intensivo: Se caracteriza por el uso de fertilizantes otorgados por ETAPA como parte de su programa AMA y por la eliminación de malezas ya sea por herbicidas o deshierbe manual, por esto la riqueza disminuye significativamente, reduciéndose a *Pennisetum clandestinum*, *Trifolium repens* y en muy bajas proporciones *Taraxacum officinale*, ubicadas en pendientes de 3 grados en promedio.

1.2. Diseño experimental

Inicialmente se realizó un recorrido de todos los terrenos, para obtener los permisos respectivos de los propietarios, además se identificaron los usos de suelos en un gradiente de disturbio (ver Figura 2).

Para estandarizar el tiempo de trapeo se premuestreo diez noches consecutivas en matorral montano. El cual se tomó como referencia ya que al ser este un ecosistema no intervenido debe albergar una mayor diversidad de especies; por la disponibilidad de alimento y hábitat, alojan a especies sensibles a cambios, y otras más tolerantes (Kier et al., 2009). Esto asegura que las capturas abarcan la mayor cantidad de especies distribuidas en estas zonas. Se determinó que la curva de acumulación de especies se estabilizó a la cuarta noche. La revisión de las trampas se efectuó durante la primera hora de la mañana, en el transcurso de los meses de julio a diciembre del año 2014, durante cuatro noches consecutivas.

En total se muestrearon 29 grillas dentro de los cinco usos de suelo: es decir seis grillas en cada uso, tres por cada microcuenca, excepto el pasto normal que cuenta con cinco grillas, tres en la microcuenca del Tomebamba y dos en la microcuenca del Yanuncay, por falta de terrenos dentro del programa AMA.

1.3. Censo de micromamíferos.

Se utilizaron trampas Sherman, las cuales se ubicaron en grillas con 64 trampas en cada una, estas parcelas se colocaron de manera rectangular de 4x16 o cuadrangular de 8x8 con una separación de 10m entre cada punto; mientras que las riberas, debido a lo angosto del terreno, se dispusieron de 64 trampas, 32 en suelo y 32 en los arbustos en una sola hilera siguiendo la orilla del río, con la misma separación que las grillas anteriores. Para una mayor precisión se establecieron los puntos con la ayuda de una brújula.

En cada trampa se colocó un cebo que consiste de la mezcla de avena, mantequilla de maní, chicharrón, manteca de cerdo y pasas. Este se renovó diariamente, al momento de revisar las trampas, para mantener el olor fresco y evitar que los insectos dejen las trampas vacías. Para reducir las probables muertes por el frío en las trampas se ubicó en su interior un aislante de poliéster (plumón) en cada una.

Una vez capturado el animal se procedió a tomar su peso y colocar un arete con número de identificación en la oreja derecha, en la zona cartilaginosa interna para

evitar el desgarre y pérdida del mismo, el cual sirvió para no registrar el mismo individuo varias veces, y así tener un valor preciso en abundancia. Para la identificación de la especie se tomó medidas morfológicas de cabeza-cuerpo (CC), largo de la cola (LC), cráneo (Cr), largo del pie (LP) y largo de la oreja (LO). También se anotó el sexo, edad y estado reproductivo. En el caso de ser una recaptura solo se registró el número de arete y el peso del espécimen. En el caso de una recaptura que haya perdido el arete, se tomaron todas las medidas nuevamente para después, en base a las mismas, identificar el individuo del que se trataba.

En cada muestreo se tomaron en cuenta variables que pudieron afectar la captura, entre estas están las condiciones climáticas como la temperatura máxima y mínima, la húmeda, la presencia de precipitación y la cobertura de nubes.

1.4. Fase de Laboratorio

Los individuos muertos en las trampas o colectados para asegurar su identificación se depositaron en el Museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad del Azuay (FAUS-UDA- Museo de Zoología-003-2014). La identificación se llevó a cabo en base a taxidermias, en las cuales se extrajeron las pieles y cráneos de los micromamíferos, los mismos que sirvieron para comparar con los especímenes que ya posee el Museo.

Las especies que no se pudo identificar, se los llevo a la Sección de Mastozoología del Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCAZ-M) en la ciudad de Quito, en la que se pudo determinar todos los especímenes, sobre todo en el género *Thomasomys*, se comparó los cráneos y las pieles con los individuos del museo además de las claves y fotografías del artículo de Voss (2003).

1.5. Análisis de datos

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa R versión 3.1.2 (R Core Team, 2014).

Inicialmente se realizó la prueba de normalidad con riqueza y abundancia, utilizando Shapiro Test con el paquete stats (R Core Team, 2014), en cuanto a la riqueza el valor $p = 0.236$, mientras que la abundancia tiene valor $p = 0.2832$, siendo mayores al valor de significancia de 0.05 por lo cual se establece que los datos vienen de población normalmente distribuida.

1.5.1. Curvas de Rango de Abundancia

Para obtener la abundancia de cada especie por uso de suelo, se sumaron los individuos de cada especie en los cinco tipos de uso de suelo, por microcuenca y agrupadas las dos.

Luego se realizaron curvas de rango de abundancia, en base a la proporción de micromamíferos encontrados, y así visualizar la estructura de las comunidades en los diferentes usos de suelo, valorando la dominancia y disposición de las especies dentro de la gradiente. La diversidad de los sitios, se deriva de la pendiente de la curva, es decir, una pendiente empinada indica baja diversidad y un alto rango de dominancia. Para esto se utilizó la función “rankabundance” del paquete BiodiversityR (Kindt, 2015).

1.5.2. Escalamiento Multidimensional no Métrico

Las relaciones entre los diferentes usos de suelo y las especies que se asocian a ellos se analizó mediante un Escalamiento Multidimensional no Métrico (Arce, 1993), aplicando la función “metaMDS” del paquete Vegan (Oksanen et al., 2015). Para evitar distancias euclidianas, es decir tomar similaridades entre sitios por abundancias totales o por el mismo número de especies ausentes, se uso el índice de disimilitud de Bray Curtis ya que no se ve afectado por la ausencia de especie en una de las comunidades, ni la adición de una comunidad (multidimensional) reconoce la diferencia de las abundancias relativamente, en permutaciones aleatorias de 1000 interacciones (R Core Team, 2014).

1.5.3. Modelos lineales

Para determinar si el tipo de uso de suelo influye en la riqueza y abundancia de micromamíferos se utilizó modelos lineales mixtos ya que estos permiten tener coeficientes fijos y aleatorios como son: el tipo de uso de suelo se empleó como variable predictora, mientras que la riqueza y la abundancia se consideran como variables de respuesta. La microcuenca, se utilizó como factor aleatorio ya que en ellas se encuentran muestras de todos los cinco usos de suelo estudiados. Los modelos lineales, se construyeron con paquete lme4 (Bates et al., 2015).

Con los modelos resultantes se procedió a un test F para ver la significancia del efecto del tipo de vegetación en la riqueza y abundancia, usando el paquete stats (R Core Team, 2014). Luego se usó un Test a Posteriori de Tukey con los modelos que contenían el tipo de vegetación para especificar las diferencias entre las abundancias y la riqueza de micromamíferos de cada uso de suelo, usando la función “glht” del paquete multcomp (Hothorn et al., 2015).

CAPÍTULO 2

RESULTADOS

Se registraron diez especies en 389 individuos capturados. La más abundante fue la especie de *Akodon mollis* con un 50.39%, es decir 196 individuos del total capturado, seguido de *Microryzomys altissimus* con un 19.79% (77), mientras que *Thomasomys baeops* es el 10.80% (42), en cambio *Microryzomys minutus* representa el 7.46% (29), seguido de *Thomasomys caudivarius* con el 5.40% (21), *Nephelomys albigularis* figura el 3.86% con 15 individuos, continuado de *Caenolestes fuliginosus* con 6 capturas siendo el 1.54%, y *Thomasomys paramorum*, *Rattus norvegicus* y *Thomasomys aureus* representan el 0.26% con un individuo cada una.

El 28.79% de especies están distribuidas en matorral, mientras que el 20.57% están ubicadas en la recuperación de ribera, seguida del 17.74% en el pasto normal, en contraste con la mezcla y el pasto intensivo que representan el 16.45% del total de especies.

2.1. Curvas de rango de Abundancia

En la Figura 4 se puede observar la riqueza y la uniformidad de las especies en los diferentes usos de suelo en las dos microcuencas estudiadas. La abundancia de las especies *Akodon mollis*, *Microryzomys altissimus* y *M. minutus* destaca en todo el gradiente de uso de suelo; individuos que podemos encontrar solo en matorral y recuperación de ribera son: *Caenolestes fuliginosus* y *Nephelomys albigularis*; mientras que *Thomasomys baeops* y *T. caudivarius* se los encuentras en casi todos los usos de suelo, excepto en los pasto; mientras que *Thomasomys paramorum* y *Rattus norvegicus* fueron capturados solo en mezclas; *Thomasomys aureus* fue capturado en matorral únicamente.

En el caso de los pastos (normal e intensivo), poseen una alta dominancia de *Akodon mollis* y *Microryzomys altissimus*, con una baja riqueza, en contraste con los demás sitios como: Matorral, mezcla y recuperación de ribera que indican una alta

uniformidad, ya que la riqueza de las especies son similares, por lo tanto presenta una curvatura menor.

En las Figuras 4 y 5 se exponen las curvas de rango de abundancia de cada microcuenca por separado, para apreciar que las estructuras de las comunidades de Tomebamba son similares a las de Yanuncay, por lo cual en la Figura 6 se muestran las curvas de las dos microcuencas como una sola.

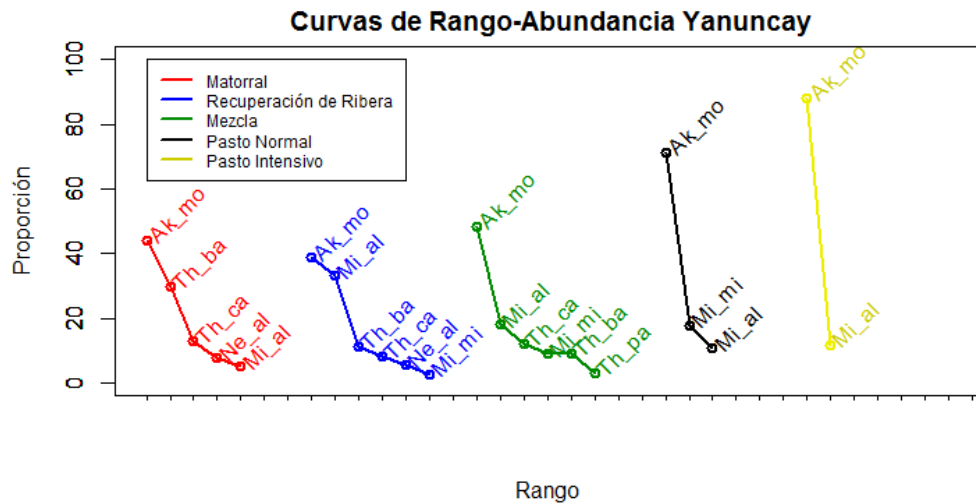


Figura 4. Curvas de Rango de Abundancia en base a la proporción de micromamíferos, en cada uso de suelo, registrado en la microcuenca del Yanuncay del Macizo del Cajas en el año 2014. Códigos de las especies: *Akodon mollis* (Ak_mo), *Microryzomys altissimus* (Mi_al), *Thomasomys baeops* (Th_ba), *Microryzomys minutus* (Mi_mi), *Thomasomys caudivarius* (Th_ca), *Nephelomys albigularis* (Ne_al), *Caenolestes fuliginosus* (Ca_fu), *Thomasomys paramorum* (Th_pa), *Rattus norvegicus* (Ra_no), y *Thomasomys aureus* (Th_au).

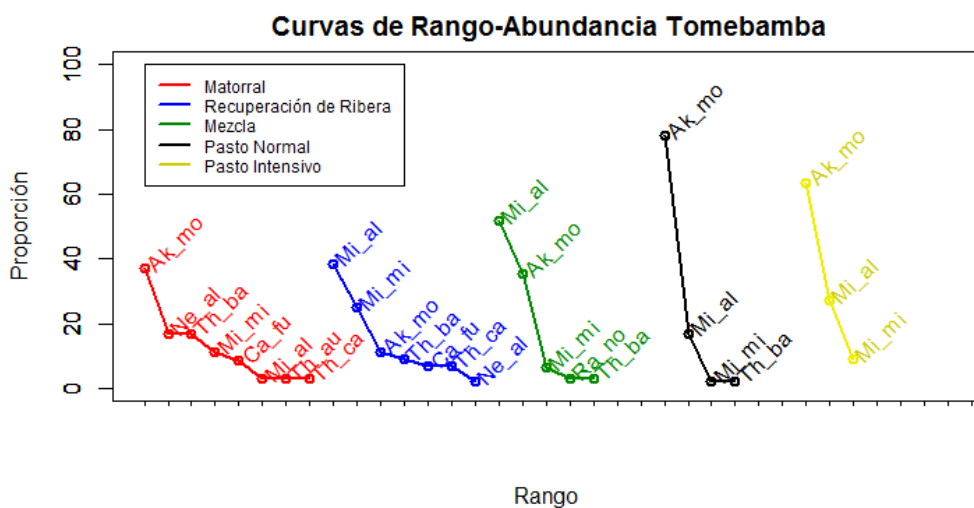


Figura 5. Curvas de Rango de Abundancia en base a la proporción de micromamíferos, en cada uso de suelo, registrado en la microcuenca del Tomebamba del Macizo del Cajas en el año 2014. Códigos de las especies: *Akodon mollis* (Ak_mo), *Microryzomys altissimus* (Mi_al), *Thomasomys baeops*

(Th_ba), *Microrhizomys minutus* (Mi_mi), *Thomasomys caudivarius* (Th_ca), *Nephelomys albigularis* (Ne_al), *Caenolestes fuliginosus* (Ca_fu), *Thomasomys paramorum* (Th_pa), *Rattus norvegicus* (Ra_no), y *Thomasomys aureus* (Th_au).

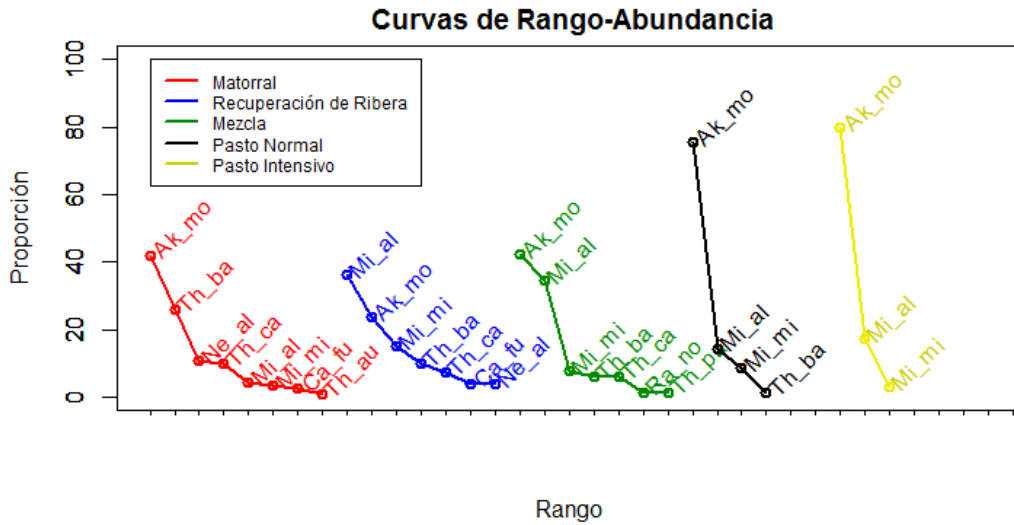


Figura 6. Curvas de Rango de Abundancia en base a la proporción de micromamíferos, en cada uso de suelo, registrado en las dos microcuencas Yanuncay y Tomebamba del Macizo del Cajas en el año 2014. Códigos de las especies: *Akodon mollis* (Ak_mo), *Microrhizomys altissimus* (Mi_al), *Thomasomys baeops* (Th_ba), *Microrhizomys minutus* (Mi_mi), *Thomasomys caudivarius* (Th_ca), *Nephelomys albigularis* (Ne_al), *Caenolestes fuliginosus* (Ca_fu), *Thomasomys paramorum* (Th_pa), *Rattus norvegicus* (Ra_no), y *Thomasomys aureus* (Th_au).

2.2. Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMDS)

En la ordenación de datos se visualizó agrupaciones bien definidas y se determinaron diferencias estadísticamente significativas en la estructura de ensamblaje entre cada uso de suelo, es decir existe una variación de estructura y composición notoria, con respecto al gradiente. Se ve representado la posición original de las comunidades en el espacio multidimensional, los valores de tensión son bajos, con un estrés de 0.1571 (valor < 0.2), es decir la ordenación no es arbitraria, es estable (Buttigieg, 2014).

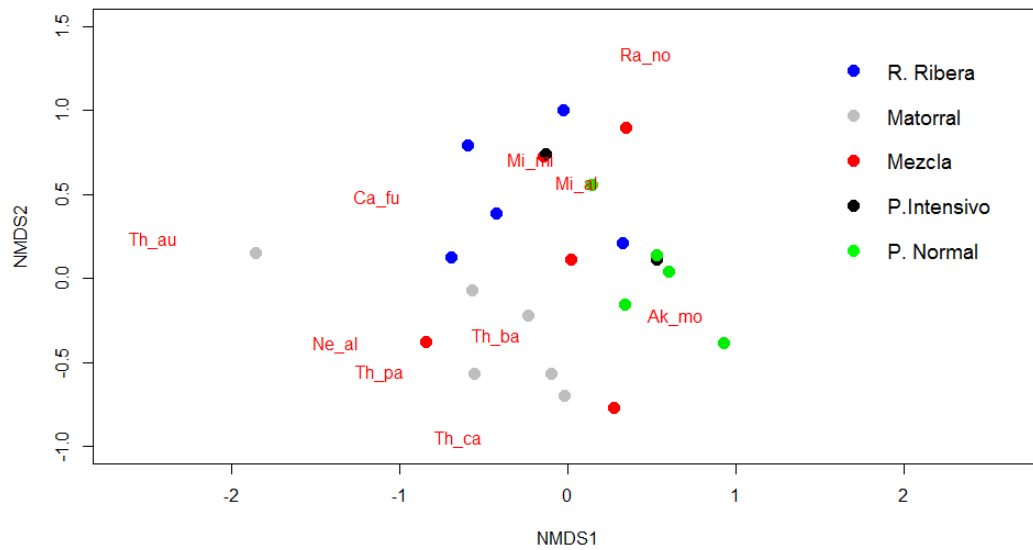


Figura 7. Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMDS) de las especies de micromamíferos encontradas en cinco usos de suelo en una gradiente de disturbio, en el Macizo del Cajas, Ecuador en el año 2014. Códigos de las especies: Akodon mollis (Ak_mo), Microrzomys altissimus (Mi_al), Thomasomys baeops (Th_ba), Microrzomys minutus (Mi_mi), Thomasomys caudivarius (Th_ca), Nephelomys albigularis (Ne_al), Caenolestes fuliginosus (Ca_fu), Thomasomys paramorum (Th_pa), Rattus norvegicus (Ra_no), y Thomasomys aureus (Th_au).

En cuanto a los usos de suelo podemos apreciar que el matorral está relacionado con la mezcla y la recuperación de ribera, compartiendo especies como: *Caenolestes fuliginosus*, *Nephelomys albigularis*, *Thomasomys paramorum*, *Thomasomys baeops*, *Thomasomys caudivarius* sin embargo agrupa una especie afín como es *Thomasomys aureus*.

Por lo contrario *Akodon mollis* está asociado a pasto normal e intensivo mientras que *Microrzomys altissimus* y *M. minutus* se agrupan en mezcla y recuperación de ribera; cabe recalcar que estas se las encuentra en cualquier uso de suelo. La relación de los pastos con la mezcla y recuperación de ribera es clara, diferenciándose de matorral y sobreponiéndose entre pastos (Figura 7).

2.3. Modelos lineales

La de abundancia de micromamíferos no varía significativamente en los diferentes usos de suelos ($p=0.211$) (Figura 8). Es decir, el número de pequeños mamíferos, sin

tomar en cuenta la especie, no se ve afectado por los cambios de la estructura vegetal que presenta el entorno.

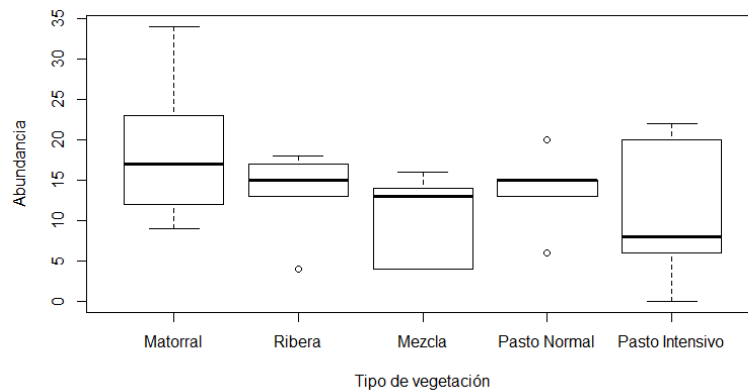


Figura 8. Variación de la abundancia total de especies de micromamíferos con respecto a los cinco tipos de uso de suelo analizados, en el año 2014, dentro de las microcuencas Yanuncay y Tomebamba en el Macizo del Cajas.

Por otro lado, se encontró que la riqueza de especies está influenciado por el tipo de vegetación ($p < 0.001$) (Figura 9). Para determinar qué tipos de uso de suelo difieren entre sí en base a la riqueza, se utilizó un análisis de Test a Posteriori (Tukey) (Tabla 1). Este análisis indicó que matorral difiere de pasto intensivo y pasto normal; mezcla de pasto intensivo; y recuperación de ribera de pasto intensivo, es decir que pasto intensivo difiere de todos los usos de suelo, excepto de pasto normal; los demás sitios no presentan una diferencia estadísticamente significativa entre sí.

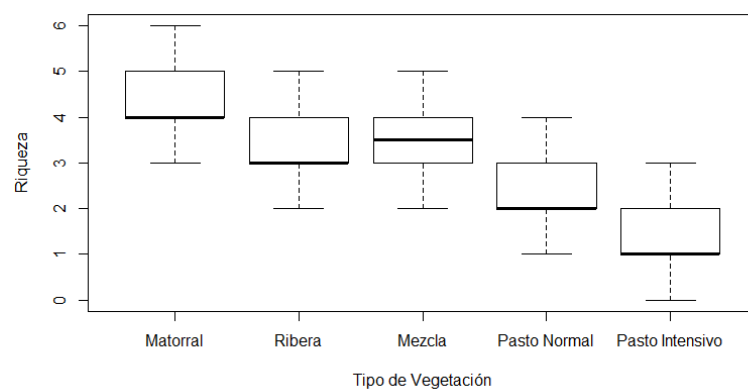


Figura 9. Variación de la riqueza total de especies de micromamíferos con respecto a los cinco tipos de uso de suelo analizados, en el año 2014, dentro de las microcuencas Yanuncay y Tomebamba en el Macizo del Cajas.

Tabla 1. Diferencia de riqueza según el Test a posteriori (Tukey), en cinco tipos de usos de suelo las microcuencas de Yanuncay y Tomebamba dentro del Macizo del Cajas, en la provincia de Azuay.

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
Mezcla - Matorral	-0.8333	0.6042	-1.379	0.64082	
Pasto Intensivo - Matorral	-3.0000	0.6042	-4.965	<0.001	***
Pasto Normal - Matorral	-1.9460	0.6340	-3.069	0.01823	*
Ribera - Matorral	-1.0000	0.6042	-1.655	0.46185	
Pasto Intensivo - Mezcla	-2.1667	0.6042	-3.586	0.00312	**
Pasto Normal - Mezcla	-1.1126	0.6340	-1.755	0.40005	
Ribera - Mezcla	-0.1667	0.6042	-0.276	0.99873	
Pasto Normal - Pasto Intensivo	1.0540	0.6340	1.662	0.45717	
Ribera - Pasto Intensivo	2.0000	0.6042	3.310	0.00822	**
Ribera - Pasto Normal	0.9460	0.6340	1.492	0.56741	

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.01 '.' 1					
(Adjusted p values reported – single-step method)					

CAPÍTULO 3

DISCUSIÓN

La comunidad de micromamíferos presentes al oriente del Macizo del Cajas se ve afectada por el cambio de uso de suelo. Los cambios de zonas con diferentes estratos arbóreos y mayor cobertura vegetal hacia hábitats modificados, de menor cobertura y mayor vegetación herbácea, influye sobre la riqueza (Cameron et al., 1997); como se puede observar en la Figura 9. En contraste con la abundancia, ya que su diferencia de medias no varía significativamente (Figura 8); debido a que a pesar del disturbio y fragmentación de hábitat, algunas especies aún pueden adaptarse a estos cambios y aprovechar los recursos que estos les brindan (Tarjuelo, 2010).

Investigaciones en los bosques nativos alto-andinos han registrado de 4 a 15 especies de micromamíferos en la zona del Macizo del Cajas (Fernández de Córdova y Niveló, 2012; Barnett, 1999), esto concuerda con este estudio con ocho especies presentes en la zona boscosa. El estudio realizado por Fernández de Córdova y Niveló (2012) se realizó en una zona de Bosque Nublado protegido de Mazan y Llaviucu en el Parque Nacional Cajas, registrando 14 especies. Por la diferencia de riqueza con matorral, se puede notar que a pesar de ser un área no interferida directamente presenta signos de alteración indirecta, ya que no se registraron cinco especies que se están presentes en zonas cercanas y similares (Ecuador se elimina del rango de distribución de *Akodon orophilus* según Patton et al., 2015).

Los roedores tienen una preferencia por zonas con mayor cobertura herbácea, impuesta por su necesidad de ocultarse de predadores y de predilección de hábitats (Tarjuelo, 2010). Las estructuras de vegetación baja son favorables para menor detectabilidad que las áreas arbóreas (Benton et al., 2003; Hole et al., 2005). Como es el caso de *Akodon mollis* son especies que se refugian en vegetación espesa, en cavidades en el suelo, debajo y entre las raíces (Tirira, 2007); esta especie se encuentra aún a los pastos (Figura 7), sin embargo fueron capturadas en todos los usos de suelo.

Los micromamíferos podrían ser capaces de modificar su patrón de selección de micro-hábitat en función del macro-hábitat en el que se encuentren (Tarjuelo, 2010);

Korpimaki et al., 1996), a este comportamiento podrían estar respondiendo *Akodon mollis*, *Microryzomys altissimus* y *Microryzomys minutus* que se les encuentra en todos los usos de suelo. Según Tirira, 2007 *Microryzomys altissimus* y *Microryzomys minutus* son especies que prefieren vegetación herbácea densa y cerca de fuentes de agua, habitando bosques andinos húmedos, páramo y ecotonos. Estas características concuerdan con el resultado del NMDS (Figura 7), que vincula a estas especies con mezcla y ribera. Sin embargo, la diferencia radica en que *Microryzomys minutus* tiene rango de distribución de 1.500 a 3.500 msnm lo cual hace posible que esta especie tienda a ocupar hábitats de selva tropical subalpina (Carleton et al., 1989), mientras que *Microryzomys altissimus* tiene un rango de 2.500 a 4.000 msnm, en una área simpátrica de 2.500 – 3.500 msnm (Carleton et al., 1989). En este estudio registramos las dos especies entre 3.000 y 3.400msnm, *Microryzomys altissimus* con 77 capturas fue más abundante que *Microryzomys minutus* con 29 individuos. Además estas especies fueron capturadas con frecuencia en recuperación de ribera y pasto normal e intensivo; es posible que estas especies estén usando la densa vegetación herbácea característica de la recuperación de ribera para sus madrigueras, pero al ser áreas colindantes con los pastos, estas se movilizan en busca de alimento o agua.

El género *Thomasomys* y *Nephelomys* no fueron capturados en pastos; salvo un individuo *Thomasomys baeops* que fue capturado en un pasto normal de la cuenca del Tomebamba (To-15), es posible que el factor principal de su captura sea la ubicación de este uso de suelo, dispuestas en áreas de pendiente de difícil acceso, cercano a zonas boscosas en su mayoría; a diferencia de los pastos intensivos que eran lugares cercanos a las viviendas y sin pendiente; por consiguiente los hábitos terrestres y trepadores de *Thomasomys* y *Nephelomys*, determinan que estas especies prefieran la estructura vegetal arbórea, ya que construyen sus nidos en los árboles; se refugian en vegetación espesa; además de alimentarse de semillas y frutos (Tirira, 2007); por lo tanto son especies ligadas a estructura vegetal de matorral, mezcla y ribera (Figura 7), que destacaban por presentar varios estratos. Son géneros que toleran cierto grado de modificación, es decir prefieren matorral denso de crecimiento secundario y rodeado de pasto, sin dejar de lado los hábitats húmedos y fríos de páramo, bosque nublado y selva subalpina (Eisenberg y Redford 1995; Barnett, 1999; Voss, 2003).

Mientras que *Caenolestes fuliginosus*, *Thomasomys aureus* están presentes solo en áreas conservada de matorral y bosque de ribera, como se puede observar en la Figura 7. Son especialistas en cuanto a hábitat y gremio alimenticio (Tarjuelo, 2010); la presencia de estrato arbóreo denso y bien conservado es indispensable, ya que ofrece un tipo de refugio y alimento que zonas herbáceas y descubiertas no proveen, es decir, la estructura vegetal influye en las comunidades de estas especies de micromamíferos (Traba, 2009; Cameron y Scheel, 2001; Tabeni y Ojeda 2003).

Finalmente, se obtuvo una sola captura de *Rattus norvegicus*, presente en mezcla. Esta especie se asocia a hábitats perturbados y cuerpos de agua cercanos a la presencia humana. Además forma colonias y no convive con otras especies debido a su agresividad y aprovechamiento de recursos (Tirira, 2007; Lobos 2005). Es por esto que se le considera un peligro para la fauna local.

En cuanto al programa de conservación AMA, como se puede ver en la Figura 4, Matorral y Recuperación de Ribera muestran una mayor riqueza de especies que los pastos, esto indica que el objetivo del programa de regenerar y conservar estas zonas (ETAPA, 2013) se está cumpliendo con éxito. Aunque en sitios cercanos y más conservados se pueden encontrar hasta 12 especies (Fernández de Córdova y Niveló, 2012). Esto demuestra que estos sitios necesitan una mayor protección a corto y largo plazo, ya que hay zonas, sobre todo en la recuperación de ribera, en las que no se ha realizado ningún tipo de regeneración, y solo se mantiene como pastos sin uso, lo cual genera fragmentación de hábitat. Por otro lado, se puede observar que la Mezcla, a pesar de ser un sitio intervenido por la ganadería, contribuye a disminuir los impactos que genera esta actividad, ya que al dejar árboles y arbustos naturales se provee a los micromamíferos de vegetación densa y estratos altos para que se puedan establecer y movilizar especies más selectivas como por ejemplo el género *Thomasomys*. Por último encontramos Pasto Normal y Pasto Intensivo, con riqueza bastante menor a los usos de suelo anteriores. Estos dos hábitats no presentan diferencia estadística significativa, lo cual demuestra que el tratamiento intensivo que recibe el suelo como parte del acuerdo con ETAPA (fertilizantes) para la producción de hierba que necesita el ganado, no genera un impacto mayor que la pérdida de los estratos vegetales para las comunidades de micromamíferos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- La estructura de micromamíferos varía de acuerdo al gradiente de disturbio, la respuesta del impacto es la disminución de riqueza, a mayor perturbación menor número de especies.
- Los micromamíferos se ven afectados por la actividad ganadera de la zona. La pérdida de hábitat restringe la distribución de varias especies que no pueden adaptarse a los cambios de uso de suelo.
- En comparación con pasto normal, el tratamiento que reciben el pasto intensivo no influye en la composición y estructura de las comunidades de micromamíferos.
- El programa de conservación AMA muestra resultados favorables en la recuperación de ribera, ya que las especies de micromamíferos encontrados son de hábitats conservados y de varios estratos vegetales.

Recomendaciones:

- Monitorear los cambios de la estructura de comunidades en los sitios que forman parte del programa MICPA.
- Se recomienda realizar un estudio en la gradiente de disturbio con grillas fijas y cercanas, para analizar si existe mayor movilización de individuos entre los usos de suelo.
- Ejecutar un estudio de efecto de borde para analizar si las especies están siendo aisladas por los pastos
- Además ejecutar corredores biológicos para articular hábitats fragmentados como la recuperación de ribera con la mezcla y el matorral; y estudiar si las especies se movilizan por este
- En cuanto a ecología animal, se debería realizar un seguimiento a los géneros *Microryzomys*, *Akodon*, *Thomasomys* y *Nephelomys* con el método spool and line tracking, para recopilar datos del hábitat y su movilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMANAQUE** Electronico Ecuatoriano (AEE). (2013). Sistema de Clasificación de Usos de suelo . Cuenca, Sistemas de Información Geográfica para aplicaciones Agropecuarias en el Ordenamiento de Territorios y Manejo Integral de Cuencas, Ecuador .
- ANDRÉN, H.** (1994). Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different. *OIKOS*, 355-356.
- ARCE, C.** (1993). *Escalamiento Multidimensional. Una técnica Multivariante para el Análisis de Datos de Proximidad y Preferencia*. Barcelona: PPU.
- BARNETT, A.** (1999). *Small mammals of the Cajas Plateau, southern Ecuador: ecology and natural history*. Florida, USA: Bulletin; Florida Museum of Natural History , University of Florida.
- BATES, D.,** Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., Christensen, R. H. B., Singmann, H. (20 de 08 de 2015). *Package 'lme4'*. Obtenido de <http://pbil.univ-lyon1.fr/CRAN/web/packages/lme4/lme4.pdf>
- BENTON, T. G.,** Vickery, J. A., & Wilson, J. D. (2003). Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution*, 182-188.
- BUTTIEGIEG P.,** Rammette A. (2014). Una Guía para el análisis estadístico en Ecología Microbiana: una revisión vivir centrado en la comunidad de los dtos de análisis multivariado. *FEMS Microbiol* , 543-550.
- CAMERON, G. N.,** J. O. Seamon, and D. Scheel. (1997). Environmental change and mammalian richness: impact on preserve design and management in East Texas. *The Texas Journal of Science* , 155–180.
- CAMERON, G. N.,** y Scheel, D. (2001). Getting warmer: effect of global climate change on distribution of rodents in Texas. *Journal of Mammalogy*, 652-680.
- CARLETON, M. D.,** & Musser, G. G. (1989). Systematic studies of oryzomyine rodents (Muridae, Sigmodontinae): a synopsis of Microryzomys. *Bulletin of the AMNH*, No. 191.

- CHILLO, V.** (2013). Respuestas de la biodiversidad a gradientes de perturbación por pastoreo en el desierto del Monte Central, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 183-184.
- DUARTE, C. M.,** Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo Buendía, M. y Valladares, F. (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A.
- EISENBERG, J. F.** y Redford, K. H. (2010). *Mammals of the Neotropics, Volume 3: Ecuador, Bolivia, Brazil*. University of Chicago Press: Chicago, USA.
- ETAPA.** (14 de Abril de 2013). *Programa Manejo Integrado de Cuencas Para la Protección de Fuentes de Agua - MICPA-*. Cuenca: No Publicado.
Recuperado el 17 de Abril de 2014, de MICPA:
http://www.etapa.net.ec/DGA/dga_pro_fue_hid_man_com.aspx
- FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA** Javier, Niveló Carlos. (2012). *Composición de la comunidad de pequeños mamíferos no voladores y su variación temporal en dos Bosques Nublados de los Andes del centro-sur del Ecuador*. Cuenca, Ecuador: No Publicado.
- GOOGLE** Earth. (2015). *Foto satelital de Soldados, Azuay - Ecuador*. Recuperado el 10 de Junio de 2015, de <http://www.google.com/earth/>
- HERMOSO DE MENDOZA** García, M., Soler Rodríguez, F., Perez Lopez, M. (28 de Enero de 2008). Los mamíferos salvajes terrestres como bioindicadores: nuevos avances en Ecotoxicología. *Observatorio Medioambiental*, 37-62.
Recuperado el 19 de Abril de 2014, de Universidad de Extremadura:
<https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/viewFile/OBMD0808110037A/21279>
- HERNÁNDEZ, A.** (1996). *Los pequeños mamíferos como indicadores de diversidad*. México: Comité MAB/UNESCO. Recuperado el 19 de Abril de 2014, de Comité MAB/UNESCO:
<http://www.unesco.org/mab/doc/mys/94/1994Mexico.pdf>

- HOLE**, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V. y Evans, A.D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 113-130.
- HOTHORN**, T., Bretz, F., & Hothorn, M. T. (05 de 03 de 2015). *Package 'multcomp'*. Obtenido de <http://cran.stat.sfu.ca/web/packages/multcomp/multcomp.pdf>
- KIER**, G., Kreft, H., Lee, T. M., Jetz, W., Ibsch, P. L., Nowicki, C. (2009). A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 9322-9327.
- KINDT**, R. (23 de 07 de 2015). *Package 'BiodiversityR'*. Obtenido de <http://vps.fmvz.usp.br/CRAN/web/packages/BiodiversityR/BiodiversityR.pdf>
- KORPIMÄKI**, E., Koikuven, V. y Hakkarainen, H. (1996). Microhabitat use and behavior of voles under weasel and raptor predation risk: predator facilitation? *Behavioral Ecology*, 30-34.
- LOBOS**, G., & Ferres Marcela, P. E. (2005). Presencia de los géneros invasores *Mus* y *Rattus* en áreas naturales. *Revista Chilena de Historia Natural*, 113-124.
- MERRITT**, J. (2010). *The Biology of Small Mammals*. Baltimore, EE.UU: Johns Hopkins University Press.
- MINISTERIO** del Ambiente Ecuatoriano (MAE). (2013). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Quito, Subsecretaría de Patrimonio Natural., Ecuador.
- MOSTACEDO**, B. y Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: El País.
- OKSANEN**, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara. (12 de 01 de 2015). *Package Vegan*. Obtenido de http://watson.nci.nih.gov/cran_mirror/web/packages/vegan/vegan.pdf
- PATTON** James, Pardiñas Ulyses , D'Elia Guillermo. (2015). *Mammals of South America, Volume 2: Rodents*. Chicago, USA: The University of Chicago Press.

- PEREIRA, J.** (2009). Efectos del manejo ganadero y disturbios asociados sobre la ecología trófica y espacial y la demografía del gato montés (*Leopardus geoffroy*) en el Desierto del Monte, Argentina. *Mastozoología neotropica*, 515-517.
- POURRUT, P., Róvere, O., I., R., & H., V.** (1995). *Estudios de Geografía 7. Agua en el Ecuador: Clima, Precipitaciones, Escorrentía*. Quito: ORSTOM. Corportación Editora Nacional. Colegio de Geógrafos del Ecuador.
- R CORE TEAM.** (2014). *R: A language and environment of statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Obtenido de <http://www.R-project.org/>
- SEGRELLES Serrano, J. A.** (1991). La producción ganadera intensiva y el deterioro ambiental. *Sociedad y territorio : XII Congreso Nacional de Geografía : Valencia*. Recuperado el 17 de Abril de 2014, de <http://web.ua.es/es/giecryal/documentos/documentos839/docs/ganaderiaambiente.pdf>
- SIAVOSH, S., Rivera, J. M., & Gómez, M. E.** (1997). Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*, 77-93. Recuperado el 17 de Abril de 2014, de Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/siavosh6.pdf>
- TABENI, S., & Ojeda, R. A.** (30 de Octubre de 2003). Assessing mammal responses to perturbations in temperate aridlands of Argentina. *Journal of Arid Environments*, 715-726. Recuperado el 30 de Julio de 2015
- TARJUELO, R.** (2010). *Selección de microhábitat de micromamíferos en tres ambientes agrarios del centro peninsular: el caso de *Mus spretus**. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- TIRIRA, D.** (2007). *Mamíferos del Ecuador. Guía de Campo*. Quito, Ecuador: Murcielago Blanco.

- TRABA, J.**, Acebes, P., Campos, V. y Giannoni, S. (2009). Habitat selection by two sympatric rodent species in the Monte desert, Argentina. *Journal of Arid Environments*, 179-185.
- VIZCAÍNO, I.**, & Martínez, S. y. (22 de Noviembre de 2006). Mammal geographic distribution patterns in Jalisco State, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 175-189. Recuperado el 19 de Abril de 2014, de Mammal geographic distribution patterns in Jalisco State, Mexico:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532007000100017&script=sci_arttext
- VOSS, R.** (2003). A new species of *Thomasomys* (Rodentia: Muridae) from eastern Ecuador, with remarks on mammalian diversity and biogeography in the Cordillera Oriental. *American Museum Novitates*, 1-47.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de coordenada de las parcelas en las cuales se realizó el censo de micromamíferos, en las microcuencas Yanuncay y Tomebamba, en el Macizo del Cajas, Azuay – Ecuador.

<i>Tipo de vegetación</i>	<i>Cuenca</i>	<i>Parcela</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altura</i>
Matorral	Tomebamba	To-6	705278.99	9689616.93	3383
		To-8	705956.90	9689054.16	3388
		To-10	707429.53	9686618.17	3259
	Yanuncay	Ya-7	700254.12	9675583,22	3171
		Ya-14	702811.75	9674591.76	3066
		Ya-18	698645.54	9675747.13	3240
Mezcla	Tomebamba	To-3	705066.11	9690116.25	3385
		To-17	706429.65	9687676.97	3289
		To-18	705853.44	9688968.34	3337
	Yanuncay	Ya-8	701092.38	9675567.00	3137
		Ya-12	702637.71	9674906.79	3115
		Ya-17	697433.24	9675188.60	3278
Pasto Intensivo	Tomebamba	To-1	704915.96	9689955.51	3357
		To-9	707794.40	9686394.02	3198
		To-11	706152.66	9688176.29	3297
	Yanuncay	Ya-4	698766.79	9675610.54	3186
		Ya-6	700839.27	9675657.05	3121
		Ya-9	702509.84	9674600.70	3058
Pasto Normal	Tomebamba	To-12	706708.58	9687949.81	3248
		To-13	705177.58	9689347.85	3344
		To-15	705275.14	9689433.06	3342
	Yanuncay	Ya-3	698752.76	9675816.28	3235
		Ya-16	700000,72	9675614.97	3133
	Recuperación de Ribera	Tomebamba	To-7	705764.88	9688834.93
To-14			705151.35	9689428.52	3339
To-16			704837.25	9690106.93	3361
Yanuncay		Ya-10	702402.60	9674780.97	3061

	Ya-13	702622.32	9674636.93	3039
	Ya-15	700573.95	9675664.41	3130