PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Caracterización del uso de hábitat de tres especies de roedores en páramos de la Reserva Ecológica Antisana.

Disertación previa a la obtención del título de
Licenciada en Ciencias Biológicas

ARIATNA JOSÉ VILLARREAL JARAMILLO

Quito, 2019

Certifico que la Disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Srta. Ariatna José Villarreal Jaramillo ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Santiago Fernando Burneo Núñez, M.Sc.

Director de la Disertación

Quito, 6 de abril de 2019

DEDICATORIA

"Si caminas solo irás más rápido,

si caminas acompañado llegarás más lejos."

Proverbio chino

Para Severo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, por todo su apoyo a lo largo de mi diario vivir. A mis padres, Jimmy y Verónica por todos los esfuerzos y sacrificios que han hecho. A mis hermanos, Renato y Andrea por sus grandes ejemplos y ayuda; ustedes han hecho de mí todo lo que soy. A Fer y Danny por su apoyo incondicional.

A mis amigos y compañeros porque juntos recorrimos un largo camino universitario, sin ustedes no hubiese sido una etapa tan divertida y llena de aprendizajes.

A los miembros de la Sección Mastozoología del Museo de Zoología de la PUCE, especialmente a Santiago Burneo por haberme dado la oportunidad de ser parte del museo, por enseñarme el mundo de los mamíferos, por su apoyo y dirección en la realización de esta tesis.

A los miembros del Laboratorio de Ecofisiología de Plantas, especialmente a Milena y Doménica por permitirme conocer y maravillarme con el páramo.

A mis lectoras, Alejandra Camacho y Priscilla Muriel por sus aportes para mejorar este trabajo de tesis.

A Ricardo, por enseñarme que los mejores trabajos se logran en equipo, este es uno de ellos. Gracias por ser técnico de investigación personal, editor, mejor amigo y compañero de vida; sin su gran apoyo y paciencia este trabajo no sería el mismo.

Al Fondo para la Protección del Agua y a la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, por haber financiado este estudio por medio del Programa de Becas de la Estación Científica Agua y Páramos. Gracias por contribuir con la protección de los páramos por medio del financiamiento de estos proyectos.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por ser el ente de enseñanza en mi vida profesional y personal.

TABLA DE CONTENIDOS

1. RESUMEN 1

2. ABSTRACT 2

3. INTRODUCCIÓN 3

3.1 OBJETIVOS 7

3.1.1 OBJETIVO GENERAL 7

3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

4 MATERIALES Y MÉTODOS 8

4.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE ROEDORES ASOCIADOS A COBERTURAS VEGETALES. 8

4.1.1 SITIO DE ESTUDIO. 8

4.1.2 DELIMITACIÓN DE TRANSECTOS. 8

4.1.3 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA. 9

4.1.4 CAPTURA DE ROEDORES Y ESFUERZO DE MUESTREO. 11

4.1.5 RECOLECCIÓN DE INDIVIDUOS. 12

4.1.6 IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMENES. 12

4.1.7 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ROEDORES 12

4.2 RASTREO DE LOS PATRONES DE ACTIVIDAD Y DESPLAZAMIENTO DE ROEDORES. 12

4.2.1 DESPLAZAMIENTO. 12

4.2.2 RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS. 13

4.3 ASOCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE DESPLAZAMIENTO CON EL HÁBITAT 14

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 16

5.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE ROEDORES ASOCIADOS A COBERTURAS VEGETALES. 16

5.1.1 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA. 16

5.1.2 CAPTURA DE ROEDORES Y ESFUERZO DE MUESTREO. 19

5.1.3 IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMENES. 20
5.1.4 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ROEDORES. 20
5.2 RASTREO DE LOS PATRONES DE DESPLAZAMIENTO DE ROEDORES. 22
5.2.1 DESPLAZAMIENTO. 22
5.2.2 DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE INTERÉS EN CADA TRANSECTO. 23
5.2.2.1 *AKODON MOLLIS* 23
5.2.2.2 *THOMASOMYS PARAMORUM* 25
5.2.2.3 *PHYLLOTIS HAGGARDI* 26
5.3 ASOCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE DESPLAZAMIENTO CON EL HÁBITAT 27
5.3.1 *AKODON MOLLIS* 28
5.3.2 *THOMASOMYS PARAMORUM* 31
5.3.3 *PHYLLOTIS HAGGARDI* 33
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36
7. BIBLIOGRAFÍA 37
8. FIGURAS 44
9. TABLAS 83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los cuatro transectos dentro de la Reserva Ecológica Antisana……..44

Figura 2. Fotografías de las zonas de estudio. 45

Figura 3. Diseño de cada transecto de muestreo. 46

Figura 4. Porcentajes de cobertura a nivel de formas de crecimiento para cada transecto 47

Figura 5. Resultado del análisis (NMDS). 48

Figura 6. Curvas de acumulación de especies para los roedores encontrados en el ACH-A……. 49

Figura 7. Especies de roedores encontradas en los transectos 50

Figura 8. Mapa de desplazamiento de los individuos en el transecto "Avioneta".....51

Figura 9. Mapa de desplazamiento de los individuos en el transecto "Chusalongo" 52

Figura 10. Mapa de desplazamiento de los individuos en el transecto "Ladera" 53

Figura 11. Mapa de desplazamiento de los individuos en el transecto "Chuquiraga".....54

Figura 12. Nido de *Akodon mollis* encontrado en transecto "Avioneta" 55

Figura 13. Refugio de *Akodon mollis* encontrado en transecto "Avioneta".....56

Figura 14. Comedero de *Akodon mollis* encontrado en transecto "Avioneta".....57

Figura 15. Nido de *Akodon mollis* encontrado en transecto "Ladera".....58

Figura 16. Nido de *Akodon mollis* encontrado en transecto "Chuquiraga" 59

Figura 17. Refugio de *Akodon mollis* encontrado en transecto "Chuquiraga".....60

Figura 18. Nido de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto "Avioneta"....61

Figura 19. Refugio de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto "Avioneta"……..62

Figura 20. Comedero de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto "Chusalongo"…… 63

Figura 21. Nido de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto "Chuquiraga" 64

Figura 22. Refugio de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto "Chuquiraga"… 65

Figura 23. Comedero de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto "Chuquiraga"… 66

Figura 24. Nido de *Phyllotis haggardi* encontrado en transecto "Chusalongo" 67

Figura 25. Refugio de *Phyllotis haggardi* encontrado en transecto "Ladera" 68

Figura 26. Preferencia de hábitat. 69

Figura 27. Contenido interno de un nido de *Akodon mollis* 70

Figura 28. Restos alimenticios de *Akodon mollis* 71

Figura 29. Cabezuela de *Chuquiraga jussieui* roída por un individuo de *Akodon mollis*… 72

Figura 30. Restos de alimenticios de *Akodon mollis* 73

Figura 31. Contenido interno de un nido de *Thomasomys paramorum* 74

Figura 32. Restos óseos encontrados en el interior de un nido de *Thomasomys paramorum*… 75

Figura 33. Restos de alimenticios de *Thomasomys paramorum* 76

Figura 34. Primera forma de depredación de semillas ejercida por *Thomasomys paramorum* en transecto "Chuquiraga" 77

Figura 35. Segunda forma de depredación de semillas ejercida por *Thomasomys paramorum* en transecto "Chuquiraga" 78

Figura 36. Restos de escarabajos de la Familia Melolonthidae consumidos por *Thomasomys paramorum* 79

Figura 37. Contenido interno del nido de *Phyllotis haggardi* 80

Figura 38. Predación de esporangios en plantas de *Phlegmariurus crassus var. manus-diaboli* por parte de *Phyllotis haggardi* 81

Figura 39. Resto de *Phlegmariurus crassus var. manus-diaboli* encontrado en un comedero de *Phyllotis haggardi* 82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especies de plantas encontradas en este estudio, se indica su forma de crecimiento y su respectivo porcentaje de cobertura en cada transecto. 833

Tabla 2. Resultados de los análisis ANOSIM (análisis de similitud; valores R y P) y SIMPER (disimilitud promedio) entre los transectos establecidos y sus especies vegetales asociadas. ..... **¡Error! Marcador no definido.**5

Tabla 3. Recopilación de datos de individuos sometidos al método de bobina e hilo. 866

Tabla 4. Recopilación de datos de individuos capturados como ejemplares testigo. 888

Tabla 5. Resultados del análisis de diversidad alfa de Fisher y datos de desplazamiento para las tres especies de roedores encontradas. 89

Tabla 6. Resultados del Análisis de Varianza de dos factores. 900

Tabla 7. Resumen de análisis de bondad de ajuste G-test y evaluación del .....

tamaño de muestra 90

1. RESUMEN

Los páramos andinos son ecosistemas montañosos donde las especies han desarrollado adaptaciones muy distintas a las observadas en otros ecosistemas y además su aislamiento geográfico los ha convertido en biomas con altos niveles de diversidad y endemismo, especialmente en Ecuador. Pese a esto, pocos estudios se han centrado en analizar la ecología de ciertos grupos animales importantes, como es el caso de los roedores, que actúan como dispersores de semillas, controladores de plagas y además son de importancia dentro de las cadenas tróficas como alimento de otras especies. Por lo tanto, para poder comprender cómo los roedores interactúan con su entorno, el presente estudio se enfoca en la caracterización del uso del espacio y los patrones de desplazamiento que infieren en la preferencia de hábitat de las especies de roedores del Área de Conservación Hídrica dentro de la Reserva Ecológica Antisana. Se delimitaron cuatro transectos donde se analizó la composición florística individual y se colocaron trampas vivas tipo Sherman para el muestro y captura de roedores. Los roedores capturados fueron sometidos al método de bobina e hilo para así registrar los recorridos por medio de caminatas con receptores GPS. En los recorridos se tomaron fotografías relevantes del entorno y se registró la actividad relacionada con el uso del espacio. Se identificaron tres especies de roedores: *Akodon mollis*, *Phyllotis haggardi* y *Thomasomys paramorum*, solapándose en rangos de vida, pero con ciertas preferencias al pajonal y arbustal, áreas abiertas con almohadillas y pajonal, áreas mixtas de pajonal y arbustal, respectivamente. Todos los individuos presentaron sitios de uso común como nidos, comederos y refugios. Se pudo detallar los materiales de construcción y morfología de nidos, los recursos alimenticios usados por los roedores y las áreas de refugio temporales usadas durante el forrajeo, además de notas ecológicas de interés para las tres especies mencionadas. Los roedores dentro de este estudio utilizan los recursos compartidos de múltiples maneras, evitando la competencia directa por medio de la diferenciación de su hábitat.

Palabras clave: bobina e hilo, páramo, preferencia de hábitat, Reserva Ecológica Antisana, roedores.

2. ABSTRACT

The Andean paramos are mountainous ecosystems where the species have developed different adaptations from those observed in other ecosystems. Their geographical isolation has turned them into biomes with high levels of diversity and endemism, especially in Ecuador. Despite this, few studies have focused on analyzing the ecology of some important animal groups, as rodents, which act as seed dispersers, pest controllers, and prey for other species within food chains. Therefore, in order to understand how rodents interact with their environment, this study focuses on the characterization of the space use and the patterns of movement activity that are related to the habitat preference of rodent species within the Hydric Conservation Area at the Antisana Ecological Reserve. Four transects were delimited, the individual floristic composition was analyzed, and Sherman traps were placed for the sampling and capturing of rodents. The captured rodents were subjected to the spool and line technique in order to record the routes by means of GPS tracks. During these tracks, relevant photographs of the surroundings were taken, and the activity related to the use of the space was registered and recorded. Three species of rodents were identified: *Akodon mollis*, *Phyllotis haggardi*, and *Thomasomys paramorum*, these three species are overlapped in life ranges, but they have certain preferences to the grass and shrub paramo, open areas with cushion plants and grass, mixed areas of grass paramo and shrubs, respectively. All individuals present common places of use, these places were cataloged as nests, feeders, and shelters. The construction materials and morphology of nests, the food resources and the temporary refuge areas used during the foraging were described in detail, as well as other ecological notes for the three mentioned species. Rodents within this study use shared resources in multiple ways, avoiding direct competition by differentiation of their habitat.

Keywords: Antisana Ecological Reserve, habitat preference, paramo, rodents, spool-and-line technique.

3. INTRODUCCIÓN

Los páramos andinos son ecosistemas montañosos que se extienden desde Costa Rica hasta el norte de Argentina; se encuentran ubicados altitudinalmente entre los 3000 y 4500 m y se caracterizan por las extremas condiciones ambientales que han dado forma al tipo de flora y fauna existente (Anthelme, Beck, Ginot, García y Meneses, 2015). Estas condiciones están dadas por la elevación en altitud, las bajas temperaturas, el viento, la baja presión atmosférica y la radiación solar, que generan distintos escenarios climáticos a lo largo del día que han obligado a las especies que habitan en este ecosistema a desarrollar adaptaciones ecológicas, fisiológicas, físicas y mecánicas muy distintas a las observadas en otros ecosistemas neotropicales (Buytaert, Célleri, De Bièvre y Cisneros, 2010).

Estas adaptaciones, sumadas a eventos de aislamiento geográfico y diversificación, han generado altos niveles de diversidad y endemismo en los ecosistemas de páramo andino (León-Yánez, et al., 2012). Por ejemplo, en los páramos ecuatorianos de la Cordillera Central, se pueden encontrar alrededor de 58 especies de mamíferos y 1500 especies de plantas de las cuales 12 (20.69 %) y 270 (18.2 %), respectivamente, son endémicas de la región (León-Yánez, et al., 2012; Brito, Camacho, Romero y Vallejo, 2018).

Pese a esta gran diversidad de mamíferos, pocos estudios se han centrado en analizar la ecología de ciertos grupos importantes, como es el caso de los roedores, cuya diversidad en el país es la segunda más alta de la clase (Tirira, 2017). En los páramos ecuatorianos la riqueza de roedores asciende a 29 especies (Brito, et al., 2018), es decir más de la mitad del número de especies de mamíferos registradas para este bioma.

Los roedores han logrado colonizar exitosamente el páramo y otros ecosistemas gracias a su alta capacidad de adaptación, dispersión, rápida reacción a cambios en el ambiente, ciclos de vida cortos con numerosa descendencia y las múltiples funciones que pueden ser llevadas a cabo dentro de su nicho ecológico (Pérez-Torres, 1994). Entre estas funciones destacan la de ser dispersores de semillas de algunas especies de plantas pertenecientes, por ejemplo, a las familias Ericaceae, Clusiaceae y Myrtaceae (Montenegro-Díaz, López-Arévalo, y Cadena, 1991); estas semillas son transportadas lejos de la planta madre, impidiendo así efectos negativos dependientes de la densidad (Melcher, Bouman y

Cleef, 2000) y beneficiando no solo a los organismos vegetales sino también a la dinámica natural del ecosistema. Por otro lado, controlan la demografía de las plantas al depredar cierta cantidad de semillas, evitando la proliferación excesiva de una o varias especies (Rumiz, 2010).

Los roedores también controlan poblaciones de algunos órdenes de insectos tales como Coleoptera, Ortoptera, Diptera, entre otros (Lopez-Arevalo, Montenegro-Diaz y Cadena, 1993). A este tipo de interacciones bióticas se suman las interacciones con el medio abiótico donde cumplen funciones de oxigenación y enriquecimiento de nutrientes del suelo ya que, al cavar sus túneles, remueven la tierra y defecan, suministrando oxígeno y nitrógeno en cantidades moderadas dentro del sustrato (Rumiz, 2010).

Aunque la importancia de los roedores radica en su interacción con el ecosistema, aún se desconoce a profundidad otras interacciones entre roedores y otras especies de animales o plantas distintas a las mencionadas. Para poder comprender cómo los roedores interactúan con su entorno, varios métodos de rastreo se han ensayado en páramo y otros ecosistemas. Así, destacan los estudios realizados en bosques altoandinos y páramos de Cundinamarca y la Reserva Biológica Carpanta, en Colombia, cuyos objetivos fueron determinar aspectos demográficos, áreas de acción y aspectos ecológicos de los roedores; en ambos se usó el método de captura-recaptura con marcaje por ectomización de falanges (Montenegro-Díaz, et al., 1991; Lopez-Arevalo, et al., 1993). Con este tipo de metodología se ha podido conocer, con mayor detalle, el estado de las poblaciones de roedores en las zonas de estudio y se ha confirmado que los roedores se desenvuelven como dispersores de semillas, herbívoros y predadores gracias a la evidencia encontrada al momento de la recaptura (Lopez-Arevalo, et al., 1993).

Sin embargo, y pese a la información que se puede generar, con este método no se llega a conocer con certeza cómo y de qué manera los especímenes estudiados utilizan su entorno ya que existe un vacío de información entre el momento de liberación y su posterior recaptura, además la mala práctica de extirpar las falanges puede producir daños severos en los individuos de estudio (Moura, Caparelli, Freitas y Vieira, 2005).

La metodología conocida como bobina e hilo ha permitido profundizar en aspectos ecológicos y de historia natural de especies animales por su versatilidad y su facilidad de manejo e interpretación de resultados. Ésta consiste en la aplicación de una bobina con hilo en dorso del animal para luego dejarlo libre. El animal liberado deja un claro registro de hilo que puede ser rastreado (Steinwald, Swanson y Waser, 2006).

Usando esta técnica, un estudio realizado por Noss (2013) en el Chaco boliviano, determinó el desplazamiento, áreas de actividad, puntos de forrajeo, dieta y anidación del armadillo de tres bandas *Tolypeutes matacus*, que aportó a la ecología de este mamífero y se logró implementar planes de conservación para la especie actualmente amenazada por la cacería.

Así mismo, en el Cerrado brasileño, Vieira, Iob, Briani y Palma (2005) caracterizaron la vegetación cercana a los recorridos de *Necromys lasiurus* (ratón cavador norteño) y *Oryzomys scotti* (ratón de arrozal) con el objeto de analizar diferencias de micro hábitat entre las especies, encontrando diferencias relacionadas a sus preferencias, que son del tipo terrestre o arbórea, respectivamente.

Además de generar información detallada sin la necesidad de una recaptura, Steinwald y colaboradores (2006), aseguran que el método de bobina e hilo no tiene efectos negativos en el cuerpo de los roedores investigados y afirman que la técnica podría tener un alto impacto en estudios implicados en la conservación de especies, además de poder ser usado ampliamente en varios ecosistemas.

En Ecuador, la mayoría de los estudios de rastreo han usado la metodología captura-recaptura con el propósito de generar información respecto a la diversidad de mamíferos en páramos y bosques montanos (Boada y Campaña, 2008; Tirira y Boada, 2009). También con esta técnica se ha intentado entender la composición de las comunidades de roedores y su preferencia de hábitat entre el páramo de frailejones y el bosque de *Polylepis* en la Reserva Ecológica El Ángel, provincia del Carchi, donde algunas especies preferían el páramo y otras el bosque (Brito, 2013).

En Ecuador, la técnica de bobina e hilo solamente ha sido utilizada para describir nidos de los ratones *Hylaeamys yunganus* (ratón de tierras bajas de las Yungas) en la Reserva

Ecológica El Ángel (Brito, Orellana y Tenecota, 2014) y *Thomasomys aureus* (ratón andino dorado) y *Thomasomys paramorum* (ratón andino de páramo) en el Parque Nacional Sangay (Brito, Teska y Ojala-Barbour, 2012). Con la información obtenida han aumentado los datos sobre la historia natural y el uso del hábitat por parte de estas especies. Sin embargo, en el país, estudios sobre las interacciones existentes entre roedores y el medio ambiente conformado por flora altoandina siguen siendo muy escasos.

El presente estudio se enfoca en la caracterización del uso del espacio y los patrones de desplazamiento que infieren en la preferencia de hábitat de las especies de roedores del páramo del Volcán Antisana, dentro de la Reserva Ecológica Antisana entre las provincias de Napo y Pichincha.

Finalmente es importante recalcar que este estudio es un primer paso para comprender las interacciones entre roedores y su medio ambiente, en un área de alta conservación y bajo impacto antropogénico.

3.1 OBJETIVOS

3.1.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el uso del hábitat de roedores en páramos del volcán Antisana.

3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las especies de roedores asociados a distintas coberturas vegetales.
- Rastrear los patrones de actividad de desplazamiento de los roedores.
- Asociar la actividad de desplazamiento de los roedores con su hábitat.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE ROEDORES ASOCIADOS A COBERTURAS VEGETALES.

4.1.1 SITIO DE ESTUDIO.

La Reserva Ecológica Antisana es un área que cuenta con una extensión de 120 000 hectáreas y presenta un rango altitudinal que varía entre los 1400 y los 5758 m. La precipitación varía entre 800 y 2000 mm; la temperatura media varía entre 4 °C y 8 °C (MAE, 2018). La reserva protege los recursos geológicos, hidrológicos y biológicos de los bosques y páramos de la zona.

El estudio se realizó en la provincia de Napo, cantón Quijos, dentro del Área de Conservación Hídrica Antisana (ACH-A), situada en las faldas occidentales del Volcán Antisana, en la Reserva Ecológica Antisana, entre los 4200 - 4400 m. Presenta una precipitación anual de 1098 mm. Esta área consta de páramos de almohadillas, pajonal, arbustal y bosque altoandino (Sklenář, Kučerová, Macková y Macek, 2015; FONAG, 2018).

El Área de Conservación Hídrica (ACH-A) tiene una extensión de 20 000 hectáreas de protección; la cual permite el monitoreo de los recursos hídricos de la zona, la protección de las cuencas hidrográficas y la regeneración natural del páramo (FONAG, 2018).

4.1.2 DELIMITACIÓN DE TRANSECTOS.

Cuatro transectos fueron establecidos en el mes de agosto de 2018 dentro del área de estudio (Figura 1), las áreas fueron escogidas al azar, discriminadas visualmente por su estructura vegetal, es decir se buscaron áreas donde el paisaje sea homogéneo y notoriamente distintos entre sí, con el fin de caracterizar y encontrar diferentes especies de plantas y roedores asociadas a estos hábitats (Figura 2); además se eligieron en pares cercanos entre sí para facilitar el proceso de muestreo entre transectos.

Los dos primeros se encuentran cerca de la montaña denominada “Los Chusalongos”, al norte del ACH-A siendo:

1. Transecto “Avioneta”, de composición florística tipo arbustal, situado a 4240 metros de altitud, con coordenadas 0°28’37.74” S, 78°13’12.47” W.

2. Transecto “Chusalongo”, de composición florística tipo almohadilla, situado a 4470 metros de altitud, con coordenadas 0°27’47.45” S, 78°12’38.73” W.

Los dos restantes fueron ubicados cerca del límite oriental del ACH-A, área colindante con las faldas del Volcán Antisana, siendo:

3. Transecto “Ladera”, composición florística tipo pajonal, situado a 4350 metros de altitud, con coordenadas 0°29’30.96” S, 78°10’57.63” W.

4. Transecto “Chuquiraga”, composición florística tipo arbustal, situado a 4370 metros de altitud, con coordenadas 0°29’39.04” S, 78°10’57.63” W.

Se realizaron las siguientes modificaciones a la metodología de Brito (2013) para establecer los transectos; cada uno de los transectos posee 200 m de largo y fueron delimitados con tubos PVC pintados de color rojo. Tres tubos separados de forma perpendicular al eje fueron colocados al inicio (0 m), en la mitad (100 m) y al final (200 m), siendo el tubo de la mitad el que indica el eje longitudinal y los dos tubos laterales indican los límites exteriores que fueron separados a 10 m del eje.

Se establecieron 20 estaciones, ubicadas cada 10 m a lo largo de los transectos. Cada estación consta de tres trampas separadas transversalmente por 10 m en el eje longitudinal. Estas fueron identificadas con cinta de marcaje de color rojo fosforescente (Figura 3).

4.1.3 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA.

Se realizó la caracterización de la vegetación siguiendo la metodología propuesta por Báez et al. (2014) con las siguientes modificaciones: mediante el uso de una grilla de tubos PVC de 1 m^2 subdividida en cuadrantes de 20 x 20 cm usando piola, usando las estaciones del transecto central como referencia de ubicación.

En cada uno de los cuadrantes se identificaron *in situ* los géneros botánicos siguiendo las descripciones de la Flora Genérica de los Páramos desarrollado por Sklenář, Luteyn, Ulloa, Jørgensen y Dillon (2005). Para determinar las especies se usó un registro fotográfico a modo de guía no publicado facilitado por el Laboratorio de Ecofisiología de Plantas de la PUCE. En el caso de especies con difícil determinación, principalmente individuos de la familia Poaceae y Asteraceae, se tomaron varias muestras que fueron llevadas al Herbario QCA para ser identificadas por especialistas y comparadas con otros ejemplares botánicos; cabe recalcar que las muestras colectadas aún no han sido ingresadas en el H-QCA, por lo tanto, aún no se consideran especímenes testigo.

A la par se identificaron las formas de crecimiento y los porcentajes de cobertura por medio del Protocolo para Cimas en Ecosistemas Alto-Andinos propuesto por Jaramillo, Muriel, Llambi y Cuesta (2014).

Para determinar si existen diferencias entre los transectos seleccionados se realizaron tres tipos de análisis estadísticos utilizando la presencia y el porcentaje de cobertura de las plantas identificadas en los cuadrantes en cada transecto con el propósito de explorar la similaridad de las riqueza de plantas y sus formas de crecimiento en los transectos de estudio: NMDS (escalamiento multidimensional no métrico), el cual permite diferenciar los conjuntos de datos gráficamente, donde se muestra el valor de estrés (*S*) que mide la correspondencia entre las distancias de los diferentes puntos, estos valores varían de 0 a 1 indicando 0 la mayor calidad de ajuste y 1 la menor, se considera un $S \leq 0.2$ un buen ajuste. Los valores de R^2 de los ejes, indican la proporción, en porcentaje, de la varianza de los datos explicada por las distancias en el modelo, en el análisis se usó el modelo de Morisita que sirve para evaluar la similitud de la vegetación entre grupos (Sánchez, 2017).

Se usó un análisis SIMPER (porcentajes de disimilitud), en el que se obtiene un parámetro de disimilitud promedio, que representa el porcentaje de diferencia entre muestras, en base a los elementos que aportan mayor variación en cada muestra. (Sánchez, 2017).

Por otra parte, se corrió un ANOSIM (análisis de similitud), que permite diferenciar grupos de manera similar al NMDS, con la presencia y porcentaje de cobertura de las especies de plantas en cada transecto. El análisis genera los valores de R y P; donde R se acerca a 0 si

las similitudes entre y dentro de los grupos son más cercanas, mientras más alto este valor, mayores discrepancias se encuentran; P, representa la significancia de la diferencia entre muestras, valores < 0.01 son altamente significativos (Sánchez, 2017). Los análisis se realizaron en el programa Past 3.23 desarrollado por Hammer, Harper y Ryan (2001).

4.1.4 CAPTURA DE ROEDORES Y ESFUERZO DE MUESTREO.

La captura de los individuos se realizó mediante el uso de trampas vivas tipo Sherman que fueron ubicadas en cada una de las 20 estaciones. Cada estación constó de tres trampas, cebadas con una combinación de pasta de maní, plátano y avena, mezclado en partes iguales más esencia de vainilla. Las trampas fueron separadas transversalmente entre sí cada 10 m, siguiendo la metodología propuesta por Brito (2013). El muestreo se realizó en dos salidas de campo con una duración de 8 días cada una, en un total de 16 días de muestreo efectivo.

Se generaron curvas de acumulación de especies para cada transecto buscando relacionar el inventario con una medida de esfuerzo de muestreo (Chao y Jost, 2012). En este caso, la unidad de esfuerzo de muestreo se definió en días, ocho en total, en cada día se desplegaron 60 trampas abiertas por un periodo de 24 horas.

En las curvas de acumulación de especies se usaron Chao 1 y Chao 2 como estimadores no paramétricos de la riqueza potencial. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las especies raras, ya que estas poseen la mayor información sobre el número de especies no detectadas; utiliza solamente el número de *singletons* y *doubletons* presentes en la muestra. En cambio, el estimador de Chao 2 usa datos de presencia-ausencia de una especie en la muestra, es decir, define si la especie está presente y cuántas veces esta se repite en el conjunto de muestras. Ambos indicadores extrapolaron los datos observados basados en abundancia e incidencia para obtener el límite inferior para la riqueza esperada de especies en los transectos de estudio (Gotelli y Colwell, 2011; Gotelli y Chao, 2013), las curvas de acumulación de especies se obtuvieron por medio del programa EstimateS 9.1.0 desarrollado por R. Colwell (2013).

4.1.5 RECOLECCIÓN DE INDIVIDUOS.

Con el fin de caracterizar las especies de roedores, se recolectaron ejemplares testigo para su identificación taxonómica; posteriormente los ejemplares fueron sacrificados por el método de presión torácica y se preservaron enteros en etanol al 75 %, de acuerdo con los protocolos para campo propuestos por Camacho (2014a) de la Sección de Mastozoología del Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCAZ-M).

4.1.6 IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMENES.

Los individuos recolectados fueron llevados al QCAZ-M y depositados en la colección siguiendo los procedimientos propuestos por Camacho (2014b), los cráneos fueron extraídos y una vez limpiados, se procedió a realizar la identificación con base en su morfología siguiendo las claves de identificación de: D`Elia y Pardiñas (1959) y Voss (2003).

4.1.7 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ROEDORES

Con el propósito de analizar la diversidad local se trabajó con el índice alfa de Fisher, este índice evalúa eficazmente la diversidad en función del número de individuos y del número de especies (Condit, et al., 1996). La abundancia de especies tiene una distribución serie-logarítmica, donde el número esperado de especies será mayor en las clases con menor abundancia y decrecerá en clases con mayor abundancia (Magurran, 2004). El cálculo del índice se realizó utilizando el paquete *vegan* (Oksanen, et al., 2015) en el programa R 3.5.1 desarrollado por R Core Team (2013).

4.2 RASTREO DE LOS PATRONES DE ACTIVIDAD Y DESPLAZAMIENTO DE ROEDORES.

4.2.1 DESPLAZAMIENTO.

Para interpretar cómo los patrones de desplazamiento de las especies encontradas se relacionan con el hábitat, se capturaron individuos que fueron marcados diferencialmente en dedos y colas con el uso de colorantes temporales (Romero-Almaraz, Sánchez-Hernández, García-Estrada y Owen, 2000), diferentes combinaciones de colores permiten reconocer a

los individuos en el caso de ser recapturados, evitando así pseudoréplicas dentro del estudio. Después del marcaje, se tomaron datos de morfometría e información sexual con el propósito de confirmar las identificaciones taxonómicas.

A los individuos capturados se les colocó una bobina con hilo nylon adherido al pelaje del dorso con pegamento Uro-Bond IV. Posteriormente, el hilo fue amarrado a una estaca en el preciso lugar donde el espécimen fue capturado. Al ser liberado, el roedor dejó un rastro de hilo que pudo ser seguido con claridad entre la vegetación; este método permite registrar los recorridos del animal en su hábitat sin necesidad de su recaptura (Brito, et al., 2012).

4.2.2 RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.

Siguiendo la metodología de Almeida y Freitas (2013), el desplazamiento de los roedores fue registrado durante caminatas siguiendo el rastro de hilo y con el uso de receptores GPS. Se guardaron los recorridos completos de cada individuo en rutas del GPS y se marcaron puntos con coordenadas geográficas en sitios de captura y sitios de interés en el recorrido.

La información referente al desplazamiento como recorridos y puntos de interés fueron procesados en el programa ArcGis 10.6.1 (ESRI, 2011); en este se generaron mapas con los desplazamientos dentro de los transectos, con el propósito de generar información visual descriptiva y cuantitativa de los desplazamientos.

Se describieron tres puntos de interés con el objeto de facilitar el análisis de resultados: el primero, se denominó nido como un sitio de permanencia habitual, donde los roedores se guarecen del clima, descansan, en el caso de las hembras, paren a sus crías y existe un cuidado parental, en ellos se encuentran materiales vegetales llevados intencionalmente para su construcción (Brito, et al., 2012; Ebensperger, et al., 2006).

El segundo, se denominó refugio como sitio de estadía temporal durante el día (Bonaventura, Bellocq y Kravetz, 1988); el tercero, fue denominado comedero como sitio donde se encuentra gran abundancia de restos alimenticios a corta distancia de un organismo productor (González, 1990).

Cada uno de los puntos de interés fue medido y caracterizado con base en su tamaño, forma y, de ser el caso, por los materiales usados para su construcción como sugieren metodologías de uso reciente (Moura, et al., 2005 y Brito, et al., 2012).

Se realizaron comparaciones de las distancias recorridas entre las especies a partir de sus desplazamientos máximos, es decir, la distancia total agrupada y promediada de todos los individuos de cada especie para observar si existen diferencias en la longitud del recorrido, y si estas dependen de la especie o del sexo, se realizó un Análisis de Varianzas de dos factores en el programa R 3.5.1 (R Core Team, 2013); además, se registró la altitud promedio alcanzada de cada especie en cada transecto siguiendo la metodología de Almeida y Freitas (2013).

4.3 ASOCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE DESPLAZAMIENTO CON EL HÁBITAT

En cada punto de interés, además de las coordenadas, se tomaron fotografías relevantes del entorno con una cámara semiprofesional Nikon D300. Se tomaron muestras de heces, restos alimenticios o vegetación durante el recorrido, que fueron procesadas y descritas en laboratorio. Cada dato se asoció con el hábitat con base en las observaciones en campo y con sustento bibliográfico reportado hasta la actualidad para las especies encontradas con el objeto de describir a detalle los puntos de interés mencionados.

Para observar si existen preferencias de hábitat se realizó un análisis de uso y preferencia de hábitat en el programa HaviStat© V2.3 desarrollado por Montenegro y Acosta (2008). Se usó el índice de Baltz (1990) para determinar la preferencia o el uso de hábitat tomando como variables los tipos de hábitat y el número de puntos de interés registrados en cada hábitat. El rango de preferencia de hábitat va de -1 a +1: de -1 a 0.50 = Evasión fuerte; de -0.49 a -0.26 = Evasión moderada; de -0.25 a +0.25 = Indiferencia; de +0.26 a +0.49 = Selección neutral; +0.50 a +1 = Selección fuerte (Montenegro y Acosta, 2008).

También se realizó un análisis de bondad de ajuste G-test para determinar si las preferencias de hábitat son significativas, usando las mismas variables para determinar la preferencia de hábitat. Adicionalmente, el tamaño de muestra para la preferencia de hábitat se evaluó con base en dos intervalos de confianza según Cherry (1996); si el tamaño

muestreal supera una de las dos pruebas cuando el error no excede el 5 %, los resultados serán confiables para inferir preferencia.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE ROEDORES ASOCIADOS A COBERTURAS VEGETALES.

5.1.1 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA.

La composición florística con base en formas de crecimiento en cada uno de los transectos permitió analizar el uso del espacio de los roedores de manera diferencial, profundizando así en varios tipos de hábitat. En los transectos "Avioneta" y "Chuquiraga", compuestos principalmente por penachos de *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud., arbustos de *Chuquiraga jussieui* J.F. Gmel, *Loricaria thuyoides* (Lam.) Sch. Bip., *Monticalia peruviana* (Pers.) C. Jeffrey y *Valeriana microphylla* Kunth*;* hierbas postradas de *Baccharis caespitosa* (Ruiz y Pav.) Pers.*, Geranium humboldtii* Willd. ex Spreng., *Geranium maniculatum* H.E. Moore, hierbas erectas de *Cerastium floccosum* Benth., *Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd. y *Lasiocephalus ovatus* Schltdl., rosetas basales de *Oreomyrrhis andicola* (Kunth) Endl. ex Hook. f. y *Werneria nubigena* Kunth, rosetas acaulescentes de *Hypochaeris sessiliflora* Kunth y *Phyllactis rigida* (Ruiz y Pav.) Pers. y almohadillas de *Azorella pedunculata* (Spreng.) Mathias y Constance, comparten especies con distintos porcentajes de cobertura (Tabla 1; Figura 4).

En ellos se observó una gran cantidad de refugios, principalmente en las raíces de los arbustos, además de alimento brindando por *Chuquiraga jussieui*, cuyas cabezuelas fueron halladas en gran abundancia en comederos. En estos dos transectos, el pajonal ofrece refugios naturales ante depredadores y el clima; además, en los penachos fuertemente entrelazados se generan microclimas secos (Bonaventura, et al., 1988), aun cuando llueve, lo que protege a los roedores ante cambios bruscos e inesperados del ambiente.

El transecto "Ladera" está compuesto en su mayoría por pajonal de *Calamagrostis intermedia*, hierbas postradas de *Baccharis caespitosa, Gentiana sedifolia* Kunth y *Geranium humboldtii*, hierbas erectas de *Achyrocline alata* (Kunth) DC., *Gamochaeta americana y Lasiocephalus ovatus* y rosetas basales de *Werneria nubigena* (Tabla 1); esta es un área ampliamente expuesta al clima, sin embargo, este tipo de vegetación brinda una gran variedad de escondites que colaboran en la supervivencia de los roedores.

El transecto “Chusalongo”, es el más diferenciado de los cuatro. Se trata de un área parcialmente abierta donde predominan las almohadillas de *Plantago rigida*, además de especies de hierbas postradas de *Draba obovata* Benth., *Gentianella rupicola* (Kunth) Holub, *Geranium harveyi*, *Lysipomia montioides* Kunth, *Nototriche phyllanthos* (Cav.) A.W. Hill, *Oritrophium limnophilum* (Sch. Bip.) Cuatrec., y rosetas basales de *Oreomyrrhis andicola y Werneria nubigena*; los penachos se reducen a pequeños individuos de *Festuca chimborazensis* E.B. Alexeev agrupados de manera difusa; además de la presencia de licofitas como: *Phlegmariurus crassus var. manus-diaboli* (B. Øllg.) B. Øllg. y plantas no vasculares como musgos (Tabla 1).

En este transecto, se observó una alta incidencia de predadores tales como el gavilán variable (*Buteo polyosoma*), curiquingue (*Phalcoboenus carunculatus*) y restos de zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), además de varios individuos de venado de cola blanca (*Odocoileus ustus*) y conejo andino (*Sylvilagus andinus*). Esta gran diversidad animal y composición vegetal se debe, probablemente, a la alta humedad del suelo provocada por la incidencia de neblina y lloviznas desde el norte que acumulan agua en pequeños charcos y riachuelos, difusos pero constantes a lo largo de la zona de estudio. Estos pequeños cuerpos de agua generan variaciones en la estructura del paisaje, tal es el caso de zonas de suelo muy húmedas, medianamente húmedas y secas (Buytaert, et al., 2010), facilitando consecuentemente la presencia de distintas especies vegetales. Esto no ocurre con los otros tres transectos que son visualmente uniformes y presentan poca o nula variación en su estructura.

Los transectos menos diferenciados son “Chuquiraga” y “Ladera” que, aunque se clasificaron como áreas de arbustos y pajonales, respectivamente, comparten la mayoría de especies herbáceas como *Werneria nubigena, Hypochaeris sessiliflora* y *Baccharis caespitosa*. Esto se explica por la ubicación de los sitios de estudio (Figura 1). Entre “Chuquiraga” y “Ladera” no existen más de 300 m de distancia, lo que los vuelve colindantes y por lo tanto homogéneos en diversidad de especies, más no en abundancia, siendo dominantes los individuos de *Calamagrostis intermedia* en el transecto “Ladera”, mientras que los individuos de *Chuquiraga jussieui* fueron dominantes en el transecto “Chuquiraga”. En cambio, entre “Chusalongo” y “Avioneta”, existen 1600 m de distancia y 200 m en altitud

(Figura 1), generando las variaciones ya mencionadas en cuanto a estructura de paisaje y composición de especies.

Los análisis NMDS, SIMPER Y ANOSIM corroboraron las diferencias observadas en la composición florística de los transectos.

El gráfico obtenido a partir del análisis NMDS (Figura 5) (Stress= 0,11, R^2 eje 1= 0,40, R^2 eje 2= 0,18) mostró al transecto "Chusalongo" como el más diferenciado, por poseer una gran abundancia de almohadillas de *Plantago rigida*; los otros tres poseen diferencias en su composición, pero comparten especies como: *Calamagrostis intermedia, Chuquiraga jussieui, Baccharis caespitosa, Calamagrostis intermedia, Carex pigmaea, Gamochaeta americana, Geranium humboldtii, Lasiocephalus ovatus*.

El análisis SIMPER (Tabla 2) también mostró que entre los cuatro transectos existió una disimilitud promedio de 75,4 %, y entre transectos varió entre 61,3 % y 87,1 %. En todos los casos, los porcentajes más altos corresponden a la comparación entre transectos "Chuquiraga", "Avioneta" y "Ladera" con "Chusalongo"; mientras que el porcentaje más bajo corresponde a la comparación entre "Chuquiraga" con "Ladera".

Finalmente, el ANOSIM (Tabla 2) demostró diferencias significativas entre los cuatro transectos de vegetación donde R varía entre 0,31 y 0,82, con valores de $P < 0,009$ en todas las comparaciones, que permiten corroborar los datos del SIMPER sobre la diferenciación en la composición florística entre transectos, aunque una de las comparaciones más importantes fue la "Avioneta" con "Chusalongo" reportada como de menor diferenciación, ya que comparten algunas especies: *Baccharis caespitosa, Geranium humboldtii, Geranium maniculatum, Loricaria thuyoides, Oreomyrrhis andicola, Carex pygmea y Werneria nubigena* (Tabla 1).

Lo encontrado en estas áreas individuales de vegetación que no presentan diferencias significativas entre especies, pero sí en la dominancia de ciertas formas de crecimiento se explica por la composición del páramo, que al igual que otras formaciones vegetales, es dependiente de la escala o el tamaño del área en estudio (Jones, et al., 2008). En escalas pequeñas, menores a una hectárea de terreno por transecto, no se deberían encontrar grandes diferencias en la composición florística ya que tanto la topografía, constitución del suelo y el

clima no son extremadamente variables, sin embargo, a estas escalas se observarían disparidades mínimas que se dan principalmente por parches de vegetación adaptada a ciertos microambientes (Chaneton, 2005).

En cambio, si se toma en cuenta áreas grandes como toda la Reserva Ecológica, que comprende alrededor de 120 000 hectáreas, se observarán notables diferencias en la composición total. Estas diferencias se deben principalmente a la altura y clima (Sklenář, et al., 2005), dividiendo al páramo desde sus zonas más bajas a las más altas en: subpáramo (2900 – 3200 m), páramo (3200 – 4200 m) y superpáramo (4200 – 5000 m). El primero se caracteriza por presentar gran cantidad de arbustos e inclusive árboles de tamaño mediano; el segundo posee amplias áreas caracterizadas por pajonal, turberas y almohadillas; el tercero presenta áreas abiertas y rocosas donde predominan líquenes y pequeñas hierbas, además limita con las nieves perpetuas (Sklenář y Ramsay, 2001; Sklenář, 2006).

5.1.2 CAPTURA DE ROEDORES Y ESFUERZO DE MUESTREO.

Después de 16 días de muestreo, 59 individuos fueron capturados, 37 machos y 22 hembras entre adultos y sub-adultos; 43 individuos fueron sometidos a la técnica de bobina e hilo (Tabla 3), de los cuales diez fueron recapturados y liberados sin colocarles la bobina e hilo; los 16 individuos restantes fueron recolectados como ejemplares testigos y depositados en el QCAZ-M (Tabla 4).

Las curvas de acumulación de especies (Figura 6) indican una alta representatividad frente al esfuerzo de muestreo, en la mayoría de los casos (“Avioneta”, “Ladera” y “Chuquiraga”), ya que se estabilizan en una asíntota relativamente temprano; además, las especies potenciales predichas por los índices de Chao 1 y Chao 2, al final del esfuerzo son congruentes con la riqueza observada debido a que en la muestra se reducen el número de *singletons* en los sitios de estudio, conforme aumenta el esfuerzo. La curva que no se ajusta debidamente a la riqueza observada (“Chusalongo”) debe su patrón a la desigual distribución de la abundancia de especies en los primeros días de muestreo (Gotelli y Colwell, 2011), sin embargo, se nota una tendencia a estabilizarse hacia los últimos días, ya que en estos no se registra la captura de nuevas especies.

Se considera que este es un número de especies representativo, no solamente por el análisis de esfuerzo de muestreo sino porque, en comparación a otros ecosistemas del Ecuador, el páramo, y otras áreas de los Andes tropicales con una elevación superior a los 800 m presenta una reducción en la riqueza y diversidad de roedores (Mena, Solari, Carrera, Aguirre, y Gómez, 2011; do Prado, et al., 2015), respondiendo positivamente a una de las hipótesis más aceptadas en biogeografía que indica una relación inversa entre la riqueza de especies y la altitud (Brown y Lomolino, 2006). Lo que es corroborado en el estudio realizado en la Meseta del Cajas por Barnett (1999), donde se registraron 16 especies de roedores desde los 2400 a los 4000 m de altitud, se observó que en las altitudes mayores hubo una reducción en la diversidad de especies de roedores (Barnett, 1999).

5.1.3 IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMENES.

Se identificaron tres especies de roedores: *Akodon mollis*, *Phyllotis haggardi* y *Thomasomys paramorum* (Figura 7) con 35, 7 y 17 individuos representados en toda muestra, respectivamente (Tabla 5).

En los transectos "Avioneta" y "Chuquiraga" se registraron dos especies: *A. mollis* y *T. paramorum*; en el transecto "Ladera" se registraron dos especies: *A. mollis* y *P. haggardi*; mientras que en el transecto "Chusalongo" se encontraron las tres especies mencionadas.

Según Tirira (2017) hay un bajo número de especies de roedores cuya distribución alcanza los 4300 y 4500 m de altitud, entre estas especies se encuentran: *Akodon mollis*, *Microrysomys altissimus, Phyllotis haggardi*, *Thomasomys paramorum* y *Thomasomys vulcani*. Tomando en cuenta que los transectos de este estudio se establecieron entre los 4200 y 4400 m de altitud, las posibilidades de encontrar un gran número de especies en la zona son reducidas; por ejemplo, las colecciones de *Microrysomys altissimus* en el QCAZ-M (N=177) son en su gran mayoría por debajo de los 3800 m y en las faldas del volcán Antisana se ha registrado alrededor de los 3600 m; *Thomasomys vulcani* no ha sido registrado previamente en la zona de Antisana de acuerdo a los datos de colección del QCAZ-M.

5.1.4 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ROEDORES.

Los valores obtenidos en el análisis del alfa de Fisher (Tabla 5) varían entre 0,54 y 1,98. Se considera que estos valores representan una baja diversidad dentro de todos los

transectos, debido al bajo número de especies encontradas y la poca equitatividad en número de individuos (a excepción del transecto "Chuquiraga"), factores importantes que el índice alfa Fisher toma en cuenta para determinar qué tan diversa o no es un área.

El transecto "Avioneta" presenta el valor más bajo, de 0,54, debido a la presencia de dos especies, *T. paramorum* y *A. mollis* con 5 y 20 individuos respectivamente. Un valor similar ocurre en el transecto "Chuquiraga" (0,68), con la presencia de las mismas especies, pero con mayor equitatividad en número de individuos, presentando seis especímenes de cada especie.

En cambio, el transecto "Ladera" presenta un valor de 1,24, en este se encuentra dos especies, *A mollis* y *P. haggardi*, con tres y dos individuos respectivamente. Aquí existe mayor equitatividad con un tamaño de muestra muy reducido. El transecto "Chusalongo" presenta un valor 1,98, en este se encuentra la mayor riqueza, tres especies, *A. mollis*, *P. haggardi* y *T. paramorum*, con dos, tres y dos individuos respectivamente, por lo cual hay una buena equitatividad con un tamaño de muestra muy reducido.

El alto número de individuos de *A. mollis* encontrados los transectos, frente a *T. paramorum* y *P. haggardi* puede deberse a que este roedor tiene una alta capacidad de dispersión (Wilson, Lacher y Mittermeier, 2017), siendo una de las especies más comunes y con mayor distribución a lo largo de la Serranía central, estribaciones y zonas altas de la Cordillera del Cóndor (Tirira, 2017); además se considera generalista y muy adaptable a varios tipos de ecosistemas, incluyendo áreas disturbadas con plantas introducidas del género *Pinus* o *Eucaliptus* (Barnett, 1999).

El poco número de individuos de *T. paramorum* y *P. haggardi* podría relacionarse con su poca adaptabilidad a varios tipos de ambientes ya que no se han encontrado registros de *T. paramorum* en áreas altamente disturbadas, mucho menos para *P. haggardi*, roedor endémico de Ecuador con ecología y adaptaciones poco conocidas (Tirira, 2017; Wilson, et al., 2017). Sin embargo, la causa del bajo número de individuos de estas especies en los transectos, antes que relacionarse con el ambiente o sus adaptaciones, tiene mucho que ver con el reducido tamaño de muestra encontrado, por lo que se considera que un esfuerzo de

muestreo mayor podría modificar el estado de las comunidades de roedores en estas áreas (Brito, 2013).

5.2 RASTREO DE LOS PATRONES DE DESPLAZAMIENTO DE ROEDORES.

5.2.1 DESPLAZAMIENTO.

Se tomaron datos de desplazamiento para un total de 43 individuos (Figuras 8, 9, 10 y 11). A partir de las comparaciones entre las distancias recorridas (Tabla 5), se observa que tanto *A. mollis* como *T. paramorum* presentan los recorridos más largos, recorriendo entre 97,23 m – 158,52 m y 99,82 m – 174,21 m, respectivamente, mientras que *P. haggardi* presenta los recorridos más cortos, recorriendo entre 54,71 m – 77,28 m. También se observa que los transectos son irregulares topográficamente ya que las tres especies de roedores presentan una diferencia de altitud en su desplazamiento entre 0,76 m – 11,17 m. Sin embargo, según el Análisis de Varianza, no existen diferencias significativas entre los recorridos de las diferentes especies o individuos de distintos sexos, de manera que no se puede afirmar si la longitud de su recorrido está dada por las variables utilizadas (Tabla 6).

Se considera esta información relevante, ya que es la primera vez que se registran estas distancias en especies de roedores de páramo, pese a esto, no se puede explicar si existe o no un patrón dentro del desplazamiento. Esta información es compleja de procesar debido al método, ya que en algunas áreas las bobinas se caían o el hilo se rompía por la acción mecánica de los roedores al intentar sacarlas o por el enredo entre las ramas y el pajonal. Esto generó, en muchos casos, información incompleta para los datos de desplazamiento, pero fue suficiente para tomar datos de interés.

Por ejemplo, el individuo Cz4 (Tabla 3) perteneciente a la especie *P. haggardi* en el transecto “Chusalongo” realizó un recorrido de 97,23 m hasta refugiarse en su nido, donde se retiró la bobina y volvió a salir sin dejar rastro, esto fue suficiente para llegar al nido y describirlo, pero no para conocer su patrón de actividad a mayor detalle. Si se asume que situaciones similares pueden haber ocurrido con el resto de individuos, se obtienen datos de desplazamientos heterogéneos y poco comparables.

Lo que sí se logró identificar como patrón a lo largo de los recorridos en varios transectos, y en la gran mayoría de individuos, fueron los puntos de interés, que con base a

las observaciones en campo y a la bibliografía se identificaron nidos como cavidades bajo almohadillas en descomposición y vivas, que requieren de un gasto energético para su construcción; a diferencia de los refugios, donde no se hallaron indicios de construcción, en estos lugares se puede hallar heces y pequeñas evidencias de alimento, nunca en la cantidad de un comedero, según los registros de Bonaventura y colaboradores (1988) los refugios son usualmente encontrados entre agrupaciones de gramíneas, así como en este estudio.

Por otro lado, los comederos son sitios de paso donde los roedores se resguardan para alimentarse después de o entre las actividades de forrajeo, las características de los comederos descritos en este estudio se asemejan a la definición de González (1990).

5.2.2 DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE INTERÉS EN CADA TRANSECTO.

5.2.2.1 *AKODON MOLLIS*

En el transecto "Avioneta" se colocaron y siguieron 16 bobinas.

Nidos*:* Los individuos de *Akodon mollis* presentaron cinco nidos, tres de ellos usados por hembras (códigos de individuos: A2, A8 y A20; Tabla 3) y dos por machos (A1 y A3; Tabla 3).

Los nidos estaban situados bajo almohadillas en descomposición de *Azorella pedunculata* junto o bajo arbustos de *Chuquiraga jussieui* que alcanzaban hasta 1.6 metros de altura; las dimensiones promedio de estos nidos fueron: 38,4 cm (profundidad) x 29,6 cm (ancho) x 8,5 cm (alto); presentan por lo menos cinco entradas con un diámetro promedio de 5,7 cm y se conectan con túneles subterráneos ramificados en distintas direcciones, principalmente hacia abajo, donde no es posible seguir el rastro (Figura 12).

Refugios: Se encontraron tres refugios usados por hembras (A12 y A20; Tabla 3). *A. mollis* utilizó refugios mixtos, tanto en arbustos, como en pajonal. Un refugio arbustivo fue encontrado bajo *Loricaria thuyoides* y dos bajo *C. intermedia*, estas son áreas pequeñas cuyas dimensiones aproximadas fueron: 20,0 cm x 15,0 cm. Se encuentran tapizados por briofitas, restos de hojarasca y materia vegetal en descomposición. Los otros dos refugios se registraron bajo penachos de pajonal. Las dimensiones promedio para estos fueron: 20,0 cm x 13,0 cm (Figura 13).

Comederos: Los individuos de *A. mollis* presentaron cuatro comederos, tres usados por hembras (A8, A15 y A20; Tabla 3) y uno por un macho (A19; Tabla 3). Estos se caracterizan por encontrarse casi exclusivamente bajo la sombra de arbustos de *C. jussieui* que en promedio ocupan un área de 1 m^2.

No cuentan con entradas como en refugios o nidos, sino que el pajonal o las raíces de arbustos forman cavidades que son los principales sitios de albergue mientras los roedores se alimentan (Figura 14).

También se observaron dos comederos bajo *C. intermedia*. En estos casos los comederos son áreas secas de 22,0 cm (largo) x 12,0 cm (ancho), protegidas por paja donde el suelo está recubierto por líquenes y briofitas.

En el transecto "Chusalongo" se colocaron y siguieron dos bobinas.

Nidos: se registraron dos nidos para dos machos de *A. mollis* (L3 y L4; Tabla 3), el primero encontrado bajo *C. intermedia* con una dimensión promedio de 45,0 cm x 31,0 cm x 8,0 cm*;* presentó una única entrada de 6,4 cm de diámetro.

El segundo se consideró como un nido construido recientemente o en proceso de construcción. Este se encontraba bajo penachos de pajonal, poseía un túnel con una entrada de 4,0 cm de diámetro y 10,0 cm de profundidad, desde este punto existían ramificaciones que dificultaban seguir un rastro (Figura 15).

Refugios: se registró un solo refugio para un macho de *A. mollis* (Cz5; Tabla 3). Este se encontró bajo penachos de pajonal y presentó una dimensión de 23,0 cm x 12,4 cm, estaba tapizado con briofitas y restos del mismo pajonal.

En el transecto "Ladera" se colocaron y siguieron tres bobinas.

Comederos: se registraron dos comederos usados por dos machos de *A. mollis* (L3 y L4; Tabla 3); estos estaban situados bajo penachos de *C. intermedia*; sus dimensiones fueron de 21,0 cm x 12,0 cm.

En el transecto "Chuquiraga" se colocaron y siguieron seis bobinas.

Nidos: se registró un nido usado por una hembra de *A. mollis* (Cq7; Tabla 3), situado bajo arbustos de *C. jussieui* cuyas dimensiones fueron: 30,0 cm x 40,0 cm x 7,6 cm; su entrada tenía un diámetro de 6,4 cm (Figura 16).

Refugios: se encontraron cuatro refugios, tres usados por dos hembras y un macho de *A. mollis* (Cq4, Cq12 y Cq3; Tabla 3) situados bajo *C. intermedia*, cuyas dimensiones fueron: 18,6 cm x 13,0 cm. Al igual que los otros refugios mencionados, estaban tapizados por materia vegetal, briofitas y líquenes (Figura 17).

Comederos: se encontraron tres comederos para *A. mollis* (Cq3 y Cq4; Tabla 3). Dos de ellos usados por un macho y uno por una hembra; situados bajo arbustos de *C. jussieui* cuyas dimensiones fueron: 21,23 cm x 12,5 cm. Además, se registraron seis comederos usados por dos hembras y dos machos (Cq4, Cq7, Cq3 y Cq9; Tabla 3), situados bajo *C. intermedia*, sus dimensiones fueron 21,36 cm x 12,0 cm.

5.2.2.2 *THOMASOMYS PARAMORUM*

En el transecto "Avioneta" se colocaron y siguieron tres bobinas.

Nidos: se registró un nido usado por una hembra (A18; Tabla 3), este se situaba bajo una almohadilla en descomposición de *A. pedunculata*, sus dimensiones fueron: 30,0 cm x 20,0 cm x 9,5 cm; poseía tres entradas de 6,0 cm de diámetro sin ninguna conexión entre ellas, permitiendo el ingreso a distintas cámaras ovales individuales bajo la almohadilla (Figura 18).

Refugios: se registró un refugio usado por una hembra de *T. paramorum* (A18; Tabla 3). Este era un refugio subterráneo bajo almohadillas secas de *A. pedunculata* con dos entradas de 6,0 cm de diámetro, internamente este se caracterizó por encontrarse desnudo, sin materia vegetal de ningún tipo (Figura 19).

Comederos: se registró un comedero bajo arbustos de *C. jussieui* para *T. paramorum* (A13; Tabla 3), este poseía las mismas características descritas para *A. mollis.*

En el transecto "Chusalongo" se colocaron y siguieron dos bobinas.

Nidos: no se encontraron.

Refugios: se registró un refugio para una hembra de *T. paramorum* (Cz6; Tabla 3). Este se encontraba bajo penachos de pajonal y presentó una dimensión de 23,0 cm x 13,0 cm, este estaba tapizado con briofitas y restos del mismo pajonal.

Comederos: se registraron dos comederos usados por una hembra de *T. paramorum* (Cz6), ambos se encontraban en un parche de *C. jussieui* de 26 m^2. Estos comederos son similares a los previamente descritos (Figura 20).

En el transecto "Chuquiraga" se colocaron y siguieron seis bobinas.

Nidos: se registraron cuatro nidos usados por machos de *T. paramorum* (Cq1, Cq 6, Cq8 y Cq 10; Tabla 3)*;* se situaron bajo arbustos de *C. jussieui* y junto a *C. intermedia,* y uno bajo una almohadilla de *A. pedunculata*. Las dimensiones promedio de los nidos fueron: 33,0 cm x 34,5 cm x 7,0 cm; las entradas presentaron un diámetro promedio de 6,1 cm (Figura 21).

Refugios: se registró un refugio usado por un macho de *T. paramorum* (Cq5; Tabla 3) situados bajo *C. intermedia*, cuyas dimensiones fueron: 19,2 cm x 13,0 cm. Al igual que los otros refugios mencionados, estaban tapizados por materia vegetal, briofitas y líquenes (Figura 22).

Comederos: los individuos de *T. paramorum* presentaron seis comederos usados por cuatro machos (Cq 1, Cq 2, Cq 5 y Cq 6; Tabla 3); situados bajo arbustos de *C. jussieui* y junto a *C. intermedia*. Sus dimensiones promedio fueron: 31,7 cm x 28,3 cm. En ellos se encontraron restos de flores y heces (Figura 23).

También, se registraron tres comederos (Cq 6 y Cq 8; Tabla 3) bajo *C. intermedia* cuyas dimensiones fueron de 21,6 cm x 12,8 cm. El suelo está recubierto por liquen y briofitas, son espacios secos.

5.2.2.3 *PHYLLOTIS HAGGARDI*

En el transecto "Chusalongo" se colocaron y siguieron tres bobinas.

Nidos: se encontró un solo nido en una almohadilla de *P. rigida* bajo un arbusto de *Valeriana microphylla* (Figura 24), usado por un macho de *P. haggardi* (Cz4; Tabla 3), sus

dimensiones fueron: 50,0 cm x 40,0 cm x 7,6 cm. Poseía una sola entrada de 7,2 cm de diámetro (Figura 24).

Refugios: se registró un refugio usado por un macho de *P. haggardi* (Cz3; Tabla 3), este estaba tapizado con briofitas y restos del mismo pajonal.

Comederos: se registró un comedero usado por un macho de *P. haggardi* (Cz2; Tabla 3) bajo penachos de pajonal de *C. intermedia*, cuyas dimensiones fueron 23,0 cm x 11,0 cm. El suelo estaba cubierto por briofitas, en donde se hallaron restos de *Phlegmariurus crassus* var. *manus-diaboli*.

En el transecto "Ladera" se colocaron y siguieron dos bobinas.

Nidos: no se encontraron.

Refugios: se encontraron dos refugios usados por hembras de *P. haggardi* (L2 y L5; Tabla 3), se situaban bajo penachos de *C. intermedia*; sus dimensiones fueron 21,7 cm x 12,0 cm. El suelo donde se hallaron heces estaba cubierto por líquenes y briofitas (Figura 25).

Comederos: no se encontraron.

5.3 ASOCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE DESPLAZAMIENTO CON EL HÁBITAT

El hábitat juega un rol importante dentro de la vida de las especies; en este se satisfacen todos los requerimientos para la supervivencia, crecimiento, desarrollo y reproducción por medio de la explotación de los recursos disponibles, tomando en cuenta las restricciones impuestas por su fisiología y el ambiente circundante (Aarts, MacKenzie, McConnell, Fedak, y Matthiopoulos, 2008).

Tal como se observa en los mapas de desplazamiento, es notorio el solapamiento de rangos de vida por parte de roedores de una misma especie y en algunos casos de diferentes especies, pese a esto, después de analizar todos los datos evidenciados en este estudio, se ha logrado inferir en la preferencia u ocurrencia en ciertos tipos de hábitat.

El análisis de preferencia de uso de hábitat basado en el índice de Baltz (1990) y la Figura 26, muestra que existen preferencias de hábitat cuando existe una selección fuerte de

hábitat por una especie, usan un hábitat cuando existe una selección neutral o indiferencia y evitan un hábitat cuando existe una evasión fuerte; *Akodon mollis* y *Thomasomys paramorum* tienen preferencia por el pajonal y el arbustal respectivamente; *Thomasomys paramorum* evade los pajonales; por último, no se encuentra una preferencia para *Phyllotis haggardi*, pero posee una alta ocurrencia en el hábitat de almohadilla y pajonal mientras que evade los arbustales.

Ahora, el análisis de bondad de ajuste G-test muestra valores de altamente significativos para la preferencia de hábitat de *A. mollis* (p= 0,002), significativos para *T. paramorum* (p= 0,010) y no significativos para *P. haggardi* (p= 0,120), mientras que los tamaños de muestra para la preferencia de hábitat evaluados en base a los dos intervalos de confianza expresan que solamente *A. mollis* cumple con un tamaño de muestra confiable para aseverar una verdadera preferencia (Tabla 7) según el análisis de Cherry (1996).

Por lo tanto, pese a que se nota una predisposición a usar un tipo de hábitat en concreto, no se puede inferir claramente si es así, ya que el tamaño de muestra no es el adecuado para generar esta conclusión excepto para *A. mollis*; sin embargo, existe una tendencia que se tomará en cuenta para fines de esta discusión.

5.3.1 *AKODON MOLLIS*

Esta especie de roedor fue encontrada en los cuatro transectos, volviéndose la especie más común y más abundante dentro del área de estudio. Este era un resultado esperado ya que en ecosistemas andinos puede llegar a representar hasta el 60 % de las capturas totales (Patton, Pardiñas y D'Elía, 2015).

Las observaciones realizadas gracias al seguimiento con bobinas permitieron determinar que esta especie utiliza el espacio de manera amplia. En su recorrido, frecuentó arbustos de *C. jussieui* y principalmente áreas con penachos de *C. intermedia* que en términos de espacio se agrupaban muy cercanos unos de otros, esto probablemente para evitar ser detectados mientras forrajean ya que el pajonal agregado espacialmente podría dificultar el avistamiento por parte de predadores como el gavilán variable o el curiquingue.

El recorrido mostró que esta especie utiliza los estratos bajos del pajonal o arbustal en los cuatro transectos de estudio como su hábitat de mayor ocurrencia, también se la

encontró cerca de áreas abiertas de almohadillas trasladándose hacia parches de pajonal y arbustos con vegetación más densa.

Las características morfológicas de *A. mollis*, apoyan sus preferencias de hábitat; los individuos presentan una coloración verde-olivo, similar a la del pajonal, sirviéndole de camuflaje contra predadores en las actividades matutinas que se observaron en campo, aunque se conoce que estos roedores son mayoritariamente nocturnos (Tirira 2017; Wilson, et al., 2017); además se observó que poseen patas (20 mm), orejas (15 mm) y colas cortas (67 mm), que permiten a esta especie usar los estratos bajos de la vegetación, es decir prefieren no trepar a arbustos y si lo hacen, como se observó en dos ocasiones en el transecto "Avioneta", la altura de estos pequeños ascensos no superó los 40 cm.

Otra adaptación notable es la gran capacidad fosorial que posee esta especie, ya que como se indicó, la mayoría de sus nidos fueron excavados en el sustrato mismo, no solamente entre la vegetación, sino que se observó remoción de materia orgánica y suelo. Características tales como el cuerpo fusiforme, ojos pequeños y patas anchas con garras medianamente y dedos largos, respaldan la clasificación de esta especie como terrestre y semi-fosorial (Samuels y Valkenburgh, 2008, Rivas-Rodríguez, D'Elía y Linares, 2010).

La construcción de sus nidos cuenta con varias entradas conectadas por túneles que llegaban a profundidades mayores de 40 cm, característica única encontrada en este estudio. Esta elaborada construcción de nidos subterráneos podría ser una estrategia adaptativa con varios fines, por ejemplo, generar micro habitas térmicamente estables que amortigüen los cambios bruscos de temperatura que ocurren en los sustratos del páramo (Podwojewski y Poulenard, 2004), además si estos roedores se asocian durante cortos periodos de tiempo, principalmente durante su época reproductiva y el posterior amamantamiento de crías, aspectos físicos como la conservación de calor y humedad en los nidos sería facilitada por la presencia de varios individuos (Bozinovic y Merrit, 1991).

La estructura interna de los nidos que pudieron ser observados incluía materia vegetal seca y en buen estado, entre el que destacaban pequeñas ramas de *C. intermedia* roídas y cortadas para este propósito, además de varios pelotones de plantas hepáticas foliosas cuidadosamente colocadas entre las ramas del pajonal (Figura 27); esto indica que esta

especie escoge los materiales para construir su nido, además cuida del aseo del nido ya que no se encontraron heces ni restos alimenticios dentro de estas estructuras. Este tipo de construcción, se considera un mecanismo conductual que confiere una ventaja energética vía la reducción de los costos metabólicos de termorregulación, principalmente en las noches y épocas lluviosas (Bozinovic y Merrit, 1991) ya que el nido formado con restos vegetales puede ayudar con en el mantenimiento del calor interno del nido y el roedor.

El uso de comederos por *A. mollis* también fue registrado; estos espacios preferentemente encontrados entre el pajonal contenían restos vegetales y animales. Entre los restos vegetales más comunes destacan botones y cabezuelas de *C. jussieui* (Figura 28). Los botones estaban roídos en su base, siendo despojados del involucro de brácteas que lo rodea, hasta llegar al receptáculo, cuyo contenido fue devorado por completo (Figura 29). Se desconoce con exactitud el contenido nutricional del receptáculo, pero se sabe que en sus etapas más jóvenes algunas flores de la familia Asteraceae pueden contener agua y carbohidratos simples (Christaki, Bonos, y Florou-Paneri, 2012).

Las cabezuelas ya maduras tuvieron el mismo tratamiento por parte de los roedores, fueron roídas hasta la base y al llegar al receptáculo el papus de color crema fue removido para el consumo parcial o total de semillas. Por lo tanto, se considera que *A. mollis* es un granívoro que participa activamente dentro de las comunidades vegetales generando control en la demografía de *C. jussieui*, reduciendo y controlando el reclutamiento de nuevas plántulas. Este es un proceso importante ya que, en general, los depredadores de semillas evitan la competencia intraespecífica por sustrato, nutriente y luz en varias especies de plantas (Shiels y Drake, 2011; Pender, Shiels, Bialic-Murphy, y Mosher, 2013).

Las observaciones de los refugios temporales muestran ciertas actividades que se consideran parte del forrajeo diario como descanso momentáneo y refugio contra depredadores. En los refugios se encontraron heces, algunas flores roídas y sobre todo restos de invertebrados pertenecientes a escarabajos de la subfamilia Melolonthinae (Figura 30), principalmente partes no digeribles del exoesqueleto. No es raro que la dieta de estos roedores sea variada e incluya este aporte proteico y lipídico que se puede considerar temporal (Montenegro-Díaz, et al., 1991), ya que en los meses de muestreo (septiembre y octubre) aparece gran cantidad de escarabajos adultos en época de reproducción, por lo que se cree

que este alimento es aprovechado peculiarmente en esta época del año, aunque no es consumido en abundancia a lo largo del año (Lopez-Arevalo, et al., 1993; Carvajal, Villamarín y Ortega, 2011).

5.3.2 *THOMASOMYS PARAMORUM*

Esta especie fue encontrada preferencialmente en los transectos donde abundaban los arbustos, notándose preferencia por áreas dominadas por *C. jussieui*, aunque también fue capturado entre arbustos de *Loricaria thuyoides* en el transecto "Chusalongo".

Según lo observado, el recorrido de estos roedores era rastreado mayormente en el arbustal, evitando las áreas abiertas con almohadillas y el pajonal, por esta razón se cree que *T. paramorum* no fue encontrado en el transecto "Ladera" que se caracteriza por la ausencia de vegetación arbustiva y la gran abundancia de *C. intermedia*. Esta alta ocurrencia en las zonas arbustivas permitió concluir que *T. paramorum*, a diferencia de *A. mollis*, es una especie trepadora, que frecuenta los estratos más altos de los arbustos, inclusive llegando a trepar en hasta un metro de altura en arbustos de *C. jussieui* dentro de este estudio.

Sus características morfológicas son típicas de ciertos roedores catalogados como trepadores arbustivos; entre éstas destacan un color marrón oliváceo o rojizo que le permite camuflarse entre los troncos y la vegetación arbustiva siendo una ventaja que le permite ser menos notorio mientras realiza actividades matutinas, aunque son considerados mayormente nocturnos (Tirira, 2017; Wilson, et al., 2017); además las patas posteriores son cortas (~23 mm), un quinto dígito semioponible, cojines protuberantes y poco separados, estás son características que permiten flexibilidad en su locomoción, aprehensión a las ramas y una alta capacidad de amortiguamiento a caídas (Rivas-Rodríguez, et al., 2010; de Camargo, et al., 2012).

La presencia de vibrisas largas y abundantes son de gran ayuda para percibir un medio lleno de obstáculos, sobre todo durante sus actividades nocturnas (Tirira, 2017), condición que también justificaría el gran tamaño de sus ojos y orejas (16 mm) (Ashby, 1972; Hall, Kamilar, y Kirk, 2012). La cola bastante larga (108 mm) en comparación al tamaño de la cabeza y cuerpo juntos (Tirira, 2017), también es una característica notoria en *T.*

paramorum, esta le proporcionaría una ventaja al desplazarse entre las ramas de los arbustos, brindándole equilibrio y apoyo (Rivas-Rodríguez, et al., 2010).

Los nidos de *T. paramorum* fueron diferentes a los de *A. mollis*. En primer lugar, estos no fueron excavados en el suelo, en cambio, los individuos de esta especie aprovechaban estructuras como raíces de arbustos o almohadillas en descomposición para establecerse. Estos presentaron materia vegetal seca, donde se incluía pequeños trozos de *C. intermedia*, troncos de *C. jussieui* y pelotones de musgo o hepáticas foliosas. Se observaron dos o tres entradas por nido que llevaban a cámaras individuales poco profundas, que no se conectaban entre sí.

Estos nidos no se encontraron limpios ya que existían restos alimenticios, pelaje viejo y heces en la mayor parte de ellos (Figura 31), inclusive se encontró un nido usado por un macho joven que ya había sido habitado anteriormente por otro roedor de identificación desconocida, en este nido se hallaron restos óseos (pata y cola) del posible habitante anterior (Figura 32). Por lo tanto, en base a la evidencia encontrada, se cree que *T. paramorum* es un oportunista que no gasta mucha energía en la construcción de un nido, sino que aprovecha la disponibilidad de refugios hechos, pudiendo ser un factor de competencia entre individuos de esta especie.

Los comederos de *T. paramorum* fueron similares a los de *A. mollis*. Se encontraron restos vegetales, siendo las semillas y el papus de *C. jussieui* lo más abundantes (Figura 33). Las cabezuelas maduras de *C. jussieui* también fueron roídas hasta la base y al llegar al receptáculo las semillas fueron devoradas. Una diferencia radica en que *T. paramorum* se alimenta de dos maneras, la primera ocurre cuando toma las cabezuelas más maduras de partes altas y las lleva hacia el suelo para consumir parte de las semillas en los comederos (Figura 34); la segunda ocurre *in situ*, es decir escala hasta las cabezuelas maduras y allí roe el involucro bracteal para consumir las semillas en la parte alta de los arbustos (Figura 35), mientras que *A. mollis* se alimenta de las semillas bajo los mismos arbustos de *C. jussieui*.

Estas dos formas de alimentación reafirman que *T. paramorum* en un granívoro, igual que *A. mollis*. Sin embargo, también participa accidentalmente en la dispersión de las semillas de *C. jussieui*. En su primera forma de alimentación, la cabezuela madura, y extraída

de la planta madre fue llevada lejos (12 m) hacia un comedero, en el trayecto varias semillas caen intactas al suelo y se observaron plántulas creciendo entre el pajonal, justamente en el trayecto de individuos de *T. paramorum*. En cambio, en la segunda manera de alimentación las cabezuelas maduras roídas en los arbustos dejaron un orificio grande en el receptáculo; al estar expuestos en las copas de los arbustos, los roedores seguramente realizan movimientos bruscos y rápidos que dispersan las semillas que no consumen.

Los refugios temporales cumplen las mismas funciones que en *A. mollis*; no existe una variación clara en cuanto al uso de este tipo de refugios ya que también se encontraron restos de heces y restos de invertebrados pertenecientes a escarabajos de la subfamilia Melolonthinae, lo que nos demuestra que estos insectos eran consumidos oportunistamente por su gran abundancia en los períodos de estudio (Lopez-Arevalo, et al., 1993; Figura 36).

5.3.3 *PHYLLOTIS HAGGARDI*

Esta es una especie que fue encontrada en los transectos “Chusalongo” y “Ladera”, únicamente en áreas donde no se registró vegetación arbustiva, mayormente entre *C. intermedia* y *Plantago rigida*.

Los rastros de actividad dejados por esta especie se hallaban evitando el arbustal, y prefiriendo las áreas abiertas, inclusive entre el pajonal ya que a diferencia de *A. mollis* usaba las áreas menos enredadas de los penachos. También se observó como gran parte del hilo de la bobina quedó enredado entre las rosetas de *P. rigida*. Además, no se observó ningún rastro de ascenso en la vegetación, por lo cual se cataloga a esta especie como terrestre en áreas abiertas.

La morfología *P. haggardi,* cuenta con patas posteriores largas y delgadas (22 mm), cola mediana (70.6 mm) y dedos con garras un tanto reducidos en comparación con las otras dos especies en estudio. Estas características le permiten desplazarse velozmente, disponer de la vegetación como alimento y abrir caminos entre el pajonal (Rivas-Rodríguez, et al., 2010). Con esta morfología se puede catalogar a la especie como terrestre de zonas abiertas; otras características que destacan en esta especie son sus grandes ojos y orejas especialmente adaptadas a la vida nocturna. Sus hábitos nocturnos explicarían por qué razón *P. haggardi*

prefiere zonas abiertas ya que durante las noches el número de predadores aéreos se reduce en zonas de páramo (Kricher, 2011).

Esta preferencia de hábitat era desconocida en el Ecuador debido a que *P. haggardi* es un roedor poco conocido, pese a esto, en el estudio en la Meseta del Cajas realizado por Barnett (1999) se capturaron individuos de *P. haggardi* en una zona de páramo abierta; también en el Norte de Perú han encontrado similitud en la preferencia de hábitat de *Phyllotis pearsoni*, puesto que la región de Puna cuenta con una vegetación dominada por pajonal herbáceo y áreas abiertas (Luebert y Gajardo, 2005), similar a los transectos "Ladera" y "Chusalongo". Por lo tanto, se sugiere que estas preferencias de hábitat ocurren a nivel del género *Phyllotis,* aunque las relaciones filogenéticas entre *P. pearsoni* y *P. haggardi* aún se desconocen (Pacheco, Rengifo y Vivas, 2014).

El hallazgo de un nido de *P. haggardi* ha sido descrito en este estudio y se lo reconoce como un dato novedoso de su ecología ya que, como se mencionó antes, poco o nada se conoce sobre este roedor (Wilson, Lacher y Mittermeier, 2017; Tirira, 2017). Dentro del nido se encontraron fibras vegetales de *C. intermedia,* muy similares al contenido de los nidos de *A. mollis* en el transecto "Avioneta" (Figura 37). Sin embargo, a diferencia de las otras dos especies de roedores encontradas, solo se pudo describir un nido por lo que no se puede inferir en concreto si el uso, construcción, los materiales vegetales usados y limpieza del nido varía entre individuos.

Otro dato que queda inconcluso es la alimentación de *P. haggardi,* esto se debe a que solamente se encontró un comedero dentro del cual no se observó restos abundantes de un alimento en específico, pero se encontraron plantas roídas en el recorrido (Figura 38) y restos de *Phlegmariurus crassus* var. *manus-diaboli* (Figura 39). Se considera que este es un hallazgo de remarcada importancia ya que Benjamín Øllgaard (comunicación personal, noviembre de 2018), especialista de la familia Lycopodiaceae, afirma que es la primera vez que se registra este tipo de interacción ecológica con roedores.

Hasta ahora, información sobre la alimentación de esta especie y modo de forrajeo es inexistente (Wilson, et al., 2017; Tirira, 2017), por lo que este sería un primer indicio de estas incógnitas. Pocos mamíferos consumen licofitas debido a que contienen altos niveles de

compuestos alcaloides como: licodina, licopodina, huperzina A, B y fawcetidina (Aver y Latchezar, 1994); en general los alcaloides son compuestos secundarios sintetizados a partir de aminoácidos y la gran mayoría poseen reacciones fisiológicas agudas en los animales (Manske, 1955), sin embargo, los alcaloides encontrados en licofitas se reconocen como moderadamente tóxicos, pero debido a la naturaleza poco apetecible de estas plantas, parece que no existen registros de envenenamiento en animales (Kobayashi y Morita, 2005).

Por lo visto, *P. haggardi* no consume las microfilas ni los tallos de *P. crassus*, estructuras donde se almacenan la mayor cantidad de estos alcaloides (Kobayashi y Morita, 2005). En cambio, roe estas estructuras hasta alcanzar los esporangios maduros que contienen grandes cantidades de esporas, de las cuales se alimenta (Figura 38). El valor nutritivo de las esporas es alto debido a que acumulan proteínas y gotas de lípidos en sus últimas etapas de madurez (Rozentsvet, Kozlov y Spirikhin, 2002; Arosa, Ramos, Quintanilla y Brown, 2010), estos nutrientes contribuirían en gran manera, donde los recursos alimenticios son escasos. Ahora, el consumo de las esporas implicaría una posterior dispersión por medio de las heces de *P. haggardi*, sin embargo, no se puede llegar a esta conclusión ya que no se analizaron muestras fecales para comprobar la presencia y viabilidad de las esporas.

El uso de refugios es similar a las otras dos especies encontradas en este estudio, tanto en forma como estructura, pero la diferencia radica en la ausencia de la alimentación oportunista de escarabajos; esto se puede deber a que *P. haggardi*, dentro del área de estudio, prefirió explotar otro recurso como son las esporas de *P. crassus*, que podrían contener altos niveles de lípidos y proteínas como en otras especies del género (Rozentsvet, et al., 2002).

A través de la metodología utilizada, muchas de las interacciones e incidencia de estos roedores en un tipo de vegetación específica generan una aproximación a su preferencia individual, demostrando cómo especies relacionadas pueden coexistir en un mismo hábitat si los recursos son usados de manera diferencial para evitar la competencia directa.

Es claro que quedan muchas interrogantes en cuanto a la ecología de estos roedores dentro del ACH-A, sin embargo, se considera éste como un primer acercamiento bastante preciso y detallado al uso y preferencia de hábitat.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Akodon mollis es un roedor muy común dentro del sitio de estudio, encontrado en áreas con varios tipos de vegetación; su presencia y actividades están más relacionadas al pajonal de *Calamagrostis intermedia* y arbustos de *Chuquiraga jussieui*.

Phyllotis haggardi es un roedor asociado a áreas abiertas con abundantes almohadillas de *Plantago rigida* y penachos de *Calamagrostis intermedia*.

Thomasomys paramorum es un roedor que se asocia directamente a zonas con vegetación del tipo arbustal, preferentemente encontrado en áreas pobladas por *Chuquiraga jussieui*.

En sus desplazamientos, los roedores usaban áreas de interés comunes para las tres especies y en los cuatro transectos: nidos, comederos y refugios. Los roedores dentro de este estudio utilizan el hábitat de distinta forma evitando la competencia directa y maximizando el uso de recursos compartidos según sus adaptaciones morfológicas y comportamentales.

Los datos señalan una preferencia de hábitat diferencial por parte de las tres especies, que requiere ser confirmada debido a que no en todas las especies se alcanzó una significancia estadística por el bajo número de muestra.

Se recomienda realizar estudios que profundicen la dieta de estos roedores a lo largo del año, para verificar si utilizan los mismos recursos alimenticios o si cambian dependiendo del ciclo anual.

También se debería analizar cómo estas especies interactúan dentro de las redes ecológicas de interacción a nivel de comunidad y así definir su función ecológica particular.

7. BIBLIOGRAFÍA

Aarts, G., MacKenzie, M., McConnell, B., Fedak, M., y Matthiopoulos, J. (2008). Estimating space-use and habitat preference from wildlife telemetry data. *Ecography*, 31(1), 140–160.

Almeida, A. y Freitas, M. (2013). Use of space by the Neotropical caviomorph rodent *Thrichomys apereoides*. Sociedade Brasileira de Zoologia. *Sociedade Brasileira de Zoologia*, 30(1): 35–42.

Anthelme, F., Beck, S., Ginot, P., Garcia-Lino, M. C., y Meneses, R. I. (2015). Ecosistemas y plantas altoandinos de la Cordillera Real: únicos y frágiles. En R. Meneses, S. Beck, F. Anthelme (Eds.) *La Cordillera Real y sus plantas*. La Paz, Bolivia: IRD y Herbario Nacional de Bolivia, pp. 17–30.

Arosa, M. L., Ramos, J., Quintanilla, L. (2010). "First report of fern (*Culcita macrocarpa*) spore consumption by a small mammal (*Apodemus sylvaticus*)." *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, *75*(2), 115–121.

Ashby, K. R. (1972). Patterns of daily activity in mammals. *Mammal Review*, *1*(7-8), 171-185.

Aver, William A., y Latchezar S. (1994). Lycopodium alkaloids. En G. Cordell (Ed). *The alkaloids: chemistry and pharmacology*. (pp. 233–266). Chicago, Academic Press.

Báez, S., Cuesta, F., Muriel, P., Carrilla, J., Jaramillo, R., Irazábal, J., Cuello, S., y A. Grau. 2014. Monitoreo de biodiversidad, productividad y experimentación en ecosistemas herbáceos andinos. Protocolo 4 - Versión 1. CONDESAN / Escuela de Ciencias Biológicas Biológicas-PUCE / IER-UNT / COSUDE. Quito, Ecuador.

Baltz, D. (1990). Methods for Fish Biology. En C. Schreck, P. Moyle (Eds). *Methods for Fish Biology*, (pp. 585–607). Maryland, American Fisheries Society.

Barnett, A. A. (1999). Small mammals of the Cajas Plateau, southern Ecuador: ecology and natural history. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, *42*(4), 161–217.

Boada, C., y Campaña, J. (2008). *Composición y diversidad de la flora y la fauna en cuatro localidades en la provincia del Carchi. Un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas.* EcoCiencia y GPC. Quito, Ecuador.

Bonaventura, S., Bellocq M., y Kravetz F. (1988). Selección de hábitat por roedores en campos de cultivos. Un estudio experimental. *Physis*, *46*, 61–66.

Bozinovic, F., y Merritt, J. F. (1991). Conducta, estructura y función de micromamíferos en ambientes estacionales: mecanismos compensatorios. *Revista Chilena de Historia Natural*, 64, 19–28.

Brito, J. (2013). *Composición y abundancia de los pequeños mamíferos terrestres en dos tipos de hábitats (páramo de frailejón y bosque de Polylepis) en la Reserva Ecologica el Angel, Carchi – Ecuador*. (Disertación de pregrado) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Brito, J., Teska, W., y Ojala-Barbour, R. (2012). Descripción del nido de dos especies de *Thomasomys* (Cricetidae) en un bosque alto-andino en Ecuador. *Therya*, 3(2), 263–268.

Brito, J., Orellana, H., y Tenecota, G. (2014). Descripción del nido de *Hylaeamys yunganus* (Rodentia: Cricetidae) de los Andes del sureste de Ecuador. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías, 6(2), B10–B12.

Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. y Vallejo, A. F. (2018). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en: https://bit.ly/2IbrJ0a (fecha de consulta: Diciembre, 2018).

Brown, J. H., y Lomolino, M. V. (2006). *Biogeography*. Tercera Edición. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, USA.

Buytaert, W., R. Célleri, B. De Brièvre y F. Cisneros. 2012. Hidrología del páramo andino: propiedades, importancia y vulnerabilidad. *Colombia tiene Páramos*. 2, 8-27. Disponible en: https://bit.ly/2TNBcfv.

Camacho, M. A. (2014a). Registro de datos, preparación y preservación de los especímenes mastozoológicos: Procesamientos para Colectas de Campo. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Museo de zoología sección Mastozoología. Recuperado de: https://bit.ly/2CAGNBc

Camacho, M. A. (2014b). Registro de datos, preparación y preservación de los especímenes mastozoológicos: Procedimientos tras el ingreso de especímenes a la colección. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Museo de zoología sección Mastozoología.Recuperado de: https://bit.ly/2CAGNBc

Carvajal, V., Villamarín, S., y Ortega, A. M. (2011). *Escarabajos del Ecuador. Principales Géneros*. Quito. Instituto de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional.

Chaneton, E. J. (2005). Factores que determinan la heterogeneidad de la comunidad vegetal en diferentes escalas espaciales. En M. Oesterheld, M. R. Aguiar, C. M. Ghersa, J. M. Paruelo (Eds). *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas*, (pp. 19–42). Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía.

Chao, A., y Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, *93*(12), 2533–2547.

Cherry, S. A. 1996. Comparison of Confidence Interval Methods for Habitat Use-Availability Studies. *The Journal of Wildlife Management*, *60*(3): 653–658.

Christaki, E., Bonos, E., y Florou-Paneri, P. (2012). Nutritional and functional properties of *Cynara* crops (Globe Artichoke and Cardoon) and their potential application: a review. *International Journal of Applied Science and Technology*, *2*(2), 64–70.

Colwell, R. K. (2013). EstimateS 9.1. 0 user's guide. *Connecticut: University of Connecticut*.

Condit, R., Hubbell, S., Lafrankie, J., Sukumar, R., Manokaran, N., Foster, R., y Ashton, P. (1996). Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. *Journal of Ecology*, *84*(4), 549–562.

D'Elía, G., y Pardiñas, U. (2015). Tribe Akodontini Vorontsov 1959. *Mammals of South America 2*. 140–144.

de Camargo, N. F., Ribeiro, J. F., Gurgel-Gonçalves, R., Palma, A. R., Mendonça, A. F., y Vieira, E. M. (2012). Is footprint shape a good predictor of arboreality in sigmondontine rodents from a neotropical savanna? *Acta Theriologica*, *57*(3), 261–267.

do Prado, J. R., Brennand, P. G., Godoy, L. P., Libardi, G. S., de Abreu-Júnior, E. F., Roth, P. R., y Percequillo, A. R. (2015). Species richness and areas of endemism of oryzomyine rodents (Cricetidae, Sigmodontinae) in South America: an NDM/VNDM approach. *Journal of Biogeography*, *42*(3), 540–551.

Ebensperger, L., Taraborelli, P., Giannoni, S., Hurtado, M., León, C., y Bozinovic, F., (2006). Nest and space use in a Highland population of the southern mountain (*Microcavia australis*). *Journal of Mammalogy*, *87* (5), 834–840.

ESRI 2011. *ArcGIS Desktop: Release 10.* Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Fondo para la protección del agua. FONAG. Disponible en: https://bit.ly/2RXqhOp (fecha de consulta: 12 de diciembre de 2018)

González Christen, A. (1990). Algunas interacciones entre *Dioon edule* (Zamiaceae) y *Peromyscus mexicanus* (Rodentia: Cricetidae). *La Ciencia y el Hombre*, *5*, 77–92

Gotelli N. J., y Chao A. (2013) Measuring and Estimating Species Richness, Species Diversity, and Biotic Similarity from Sampling Data. En Levin S.A. (Ed). *Encyclopedia of Biodiversity*, (pp. 195–211). Waltham, MA: Academic Press.

Gotelli, N. J., y Colwell, R. K. (2011). Estimating species richness. En A. Magurran, B. McGill, (Eds). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. (pp., 12, 39–54). Great Britain. Oxford University Press.

Hall, M. I., Kamilar, J. M., y Kirk, E. C. (2012). Eye shape and the nocturnal bottleneck of mammals. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 279, 4962–4968.

Hammer, Ø., Harper, D., y Ryan, P. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, *4*(1), 9.

Jaramillo, R., Muriel, P., Llambi, L., y Cuesta F., (2014). Protocolo para el estudio de formas de crecimiento y atributos adaptativos en Ecosistemas Alto-Andinos. CODESAN/ Escuela de Ciencias Biológicas-PUCE. Red GLORIA-Andes. Quito, Ecuador.

Jones, M. M., Tuomisto, H., Borcard, D., Legendre, P., Clark, D. B., y Olivas, P. C. (2008). Explaining variation in tropical plant community composition: influence of environmental and spatial data quality. *Oecologia*, *155(*3), 593–604.

Kobayashi, J., y Morita, H. (2005). The lycopodium alkaloids. En G. Cordell (Ed). *The Alkaloids: Chemistry and Biology.* (pp. 61, 1–57). Hokkaido. Elsevier.

Kricher, J. (2011). *Tropical ecology*. Nueva Jersey. Princeton University Press.

León-Yánez, S. (2012). Endemismo en los páramos. En S. León-Yánez, R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa y H. Navarrete. (Eds.) *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. (pp. 34–37). Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Lopez-Arevalo, H., Montenegro-Diaz, O., y Cadena, A. (1993). Ecología de los pequeños mamíferos de la Reserva Biológica Carpanta, en la Cordillera Oriental colombiana. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, *28*(4), 193–210.

Luebert, F., y Gajardo, R. (2005). Vegetación alto andina de Parinacota (norte de Chile) y una sinopsis de la vegetación de la Puna meridional. *Phytocoenologia*, *35*(1), 79–128.

MAE. Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Reserva Ecológica Antisana (2018). Recuperado de: https://bit.ly/1kG90cJ (fecha de consulta: 12 de diciembre de 2018).

Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.

Manske, R. H. F (1955). The Lycopodium alkaloids. En R. Manske. (Ed.) *The Alkaloids: Chemistry and Physiology*. (pp. 505–507). New York. Academic Press Inc.

Melcher, I. M., Bouman, F., y Cleef, A. A. (2000). Seed dispersal in páramo plants: epizoochorous and hydrochorous taxa. *Plant Biology, 2*(1), 40–52.

Mena, J. L., Solari, S., Carrera, J. P., Aguirre, L. F., y Gómez, H. (2011). Small mammal diversity in the tropical Andes: an overview. *Climate change and biodiversity in the tropical Andes.* S. Herzog, R. Martínez, P. Jørgensen, H. Tiessen (Eds). (pp. 260–275). Sao José. SCOPE.

Montenegro, J., y Acosta, A. (2008). HaviStat© v1. 0 Aplicación para evaluar uso y preferencia de habitat. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 3*(2). II–VI

Montenegro-Díaz, O., López-Arévalo, H., y Cadena, A. (1991). Aspectos ecológicos del roedor arborícola *Rhipidomys latimanus* Tomes, 1860, (Rodentia: Cricetidae) en el oriente de Cundinamarca, Colombia. *Caldasia, 16*(79), 565–572.

Moura, M., Caparelli, A., Freitas, S., y Vieira, M. (2005). Scale-dependent habitat selection in three didelphid marsupials using the spool-and-line technique in the Atlantic forest of Brazil. *Journal of Tropical Ecology, 21*(3), 337–342.

Noss, A. J. (2013). Seguimiento del corechi (*Tolypeutes matacus*) por medio de carreteles de hilo en el Chaco boliviano. *Edentata, 14*, 15–22.

Oksanen, J., Guillaume F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P., O'Hara, R., Simpson, G., Solymos, P., Stevens, H., Szoecs, E., Wagner, H. (2015). Package 'vegan'." *Community ecology package, version* 2.9. Disponible en: https://bit.ly/2og25Ig

Pacheco, V., Rengifo, E., Vivas, D. (2014). A new species of Leaf-eared Mouse, genus *Phyllotis* Waterhouse, 1837 (Rodentia: Cricetidae) from northern Peru. *Therya*. *5*(2) 481–508.

Patton, J., L., Pardiñas, U., y D'Elía, G., (2007). *Mammals of South America, volume 2: Rodents*. Chicago. University of Chicago Press.

Pender, R., Shiels, A., Bialic-Murphy, L. y Mosher, S. (2013). Large-scale rodent control reduces pre-and post-dispersal seed predation of the endangered Hawaiian lobeliad, *Cyanea superba* subsp. *superba* (Campanulaceae). *Biological Invasions, 15*(1), 213–223.

Pérez-Torres, J., (1994). Aspectos ecologicos de una poblacion de roedores en la cordillera oriental colombiana. *Universitas Scientiarium, 2*(1), 87–101.

Podwojewski, P., y Poulenard, J. (2004). Paramos soils. En R. Lal (Ed). *Encyclopedia of Soil Science*, (pp. 1–4). Nueva York. Marcel Deker Inc.

R Core Team (2013). *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. Disponible en: http://www.R-project.org/.

Rivas-Rodríguez, B. A., D'Elía, G., y Linares, O. (2010). Diferenciación morfológica en sigmodontinos (Rodentia: Cricetidae) de las Guayanas Venezolanas con relación a su locomoción y habitat. *Mastozoología neotropical*, *17*(1), 97–109.

Romero-Almaraz, M., Sánchez-Hernández, C., García-Estrada, C., y Owen, R., (2000). *Mamíferos pequeños: manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio.* México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México.

Rozentsvet, O. A., Kozlov, V. G., y Spirikhin, L. V. (2002). Lipids of some Lycopodiophyta species. *Chemistry of natural compounds*, *38*(4), 301–306.

Rumiz, D. I. (2010). Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. En R. Wallace, H. Gómez, Z. Porcel, D. Rumiz, (Eds). *Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de bolivia*. (pp.53–73). Santa Cruz de la Sierra. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño.

Samuels, J. X., y Van Valkenburgh, B. (2008). Skeletal indicators of locomotor adaptations in living and extinct rodents. *Journal of morphology*, *269*(11), 1387–1411.

Sánchez, J. (2017). *Introducción a la estadística no paramétrica y al análisis multivariado.* Quito. Giro Creativo.

Shiels, A. B., y Drake, D. R. (2011). Are introduced rats (*Rattus rattus*) both seed predators and dispersers in Hawaii? *Biological Invasions*, *13*(4), 883–894.

Sklenář, P. (2006). Searching for altitudinal zonation: species distribution and vegetation composition in the superpáramo of Volcán Iliniza, Ecuador. *Plant Ecology*, *184*(2), 337–350.

Sklenář, P., Kucerova, A., Mackova, J., y Macek, P. (2015). Temporal variation of climate in the high-elevation páramo of Antisana, Ecuador. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, *38*(1), 67–78.

Sklenář, P., Luteyn, J. L., Ulloa, C. U., Jørgensen, P. M., y Dillon, M. O. (2005). *Generic flora of the Páramo: illustrated guide of the vascular plants.* New York. New York Botanical Garden.

Sklenář, P., y Ramsay, P. M. (2001). Diversity of zonal paramo plant communities in Ecuador. *Diversity and Distributions*, *7*(3), 113–124.

Steinwald, M. C., Swanson, B. J., y Waser, P. M. (2006). Effects of spool-and-line tracking on small desert mammals. *The Southwestern Naturalist*, *51*(1), 71–78.

Tirira, D. (2017). *Mamíferos del Ecuador: guía de campo*. Quito, Ecuador: Ediciones Murciélago Blanco.

Tirira, D. y Boada, C. (2009). Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta del nororiente de la provincia de Carchi, Ecuador. *Boletín Técnico Serie Zoológica*, *4*(5), 1–24.

Vieira, E. M., Iob, G., Briani, D. C., y Palma, A. R. T. (2005). Microhabitat selection and daily movements of two rodents (*Necromys lasiurus* and *Oryzomys scotti*) in Brazilian Cerrado, as revealed by a spool-and-line device. *Mammalian Biology*, *70*(6), 359–365.

Voss, Robert S. (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.

Wilson, D. E., Lacher, T. E., y Mittermeier, R. A. (Eds.). (2017). *Handbook of the Mammals of the World: Rodents II*. Lynx Ediciones.

8. FIGURAS

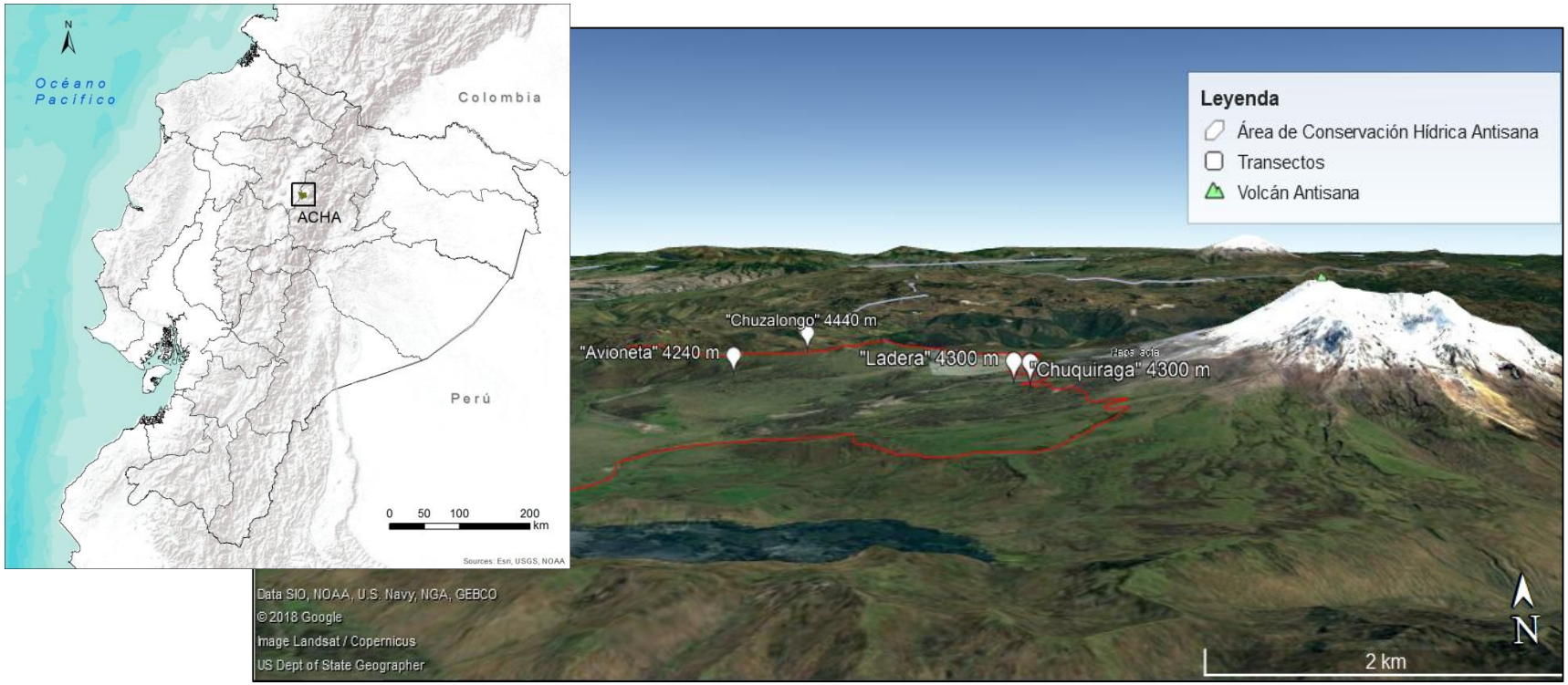


Figura 1. Mapa de ubicación de los cuatro transectos dentro de la Reserva Ecológica Antisana. ACHA: Área de Conservación Hídrica Antisana.

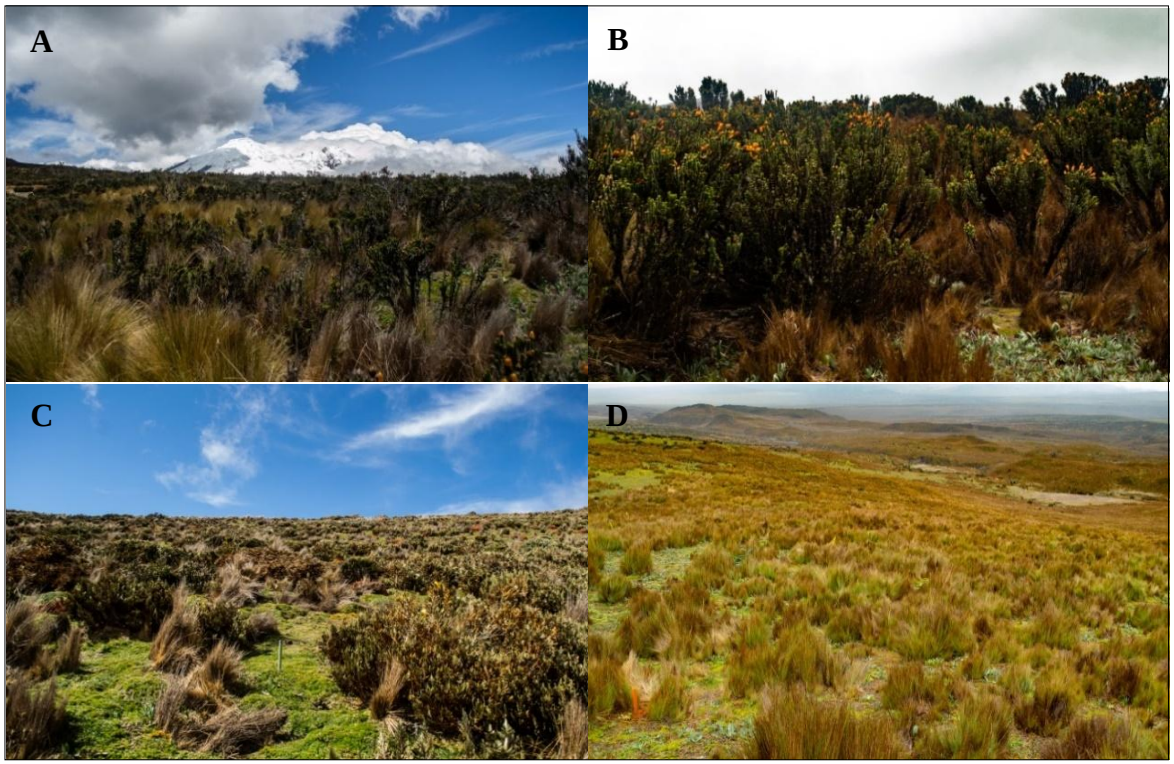


Figura 2. Fotografías de las zonas de estudio. A) Transecto “Avioneta”, ubicado a 4 km de la garita de ingreso, B) Transecto “Chuquiraga”, ubicado a 5 km de la garita de ingreso, C) Transecto “Chusalongo”, ubicado junto a la cima "Chusalongo bajo", D) Transecto “Ladera”, ubicados al límite sur este del Área de Conservación Hídrica Antisana.

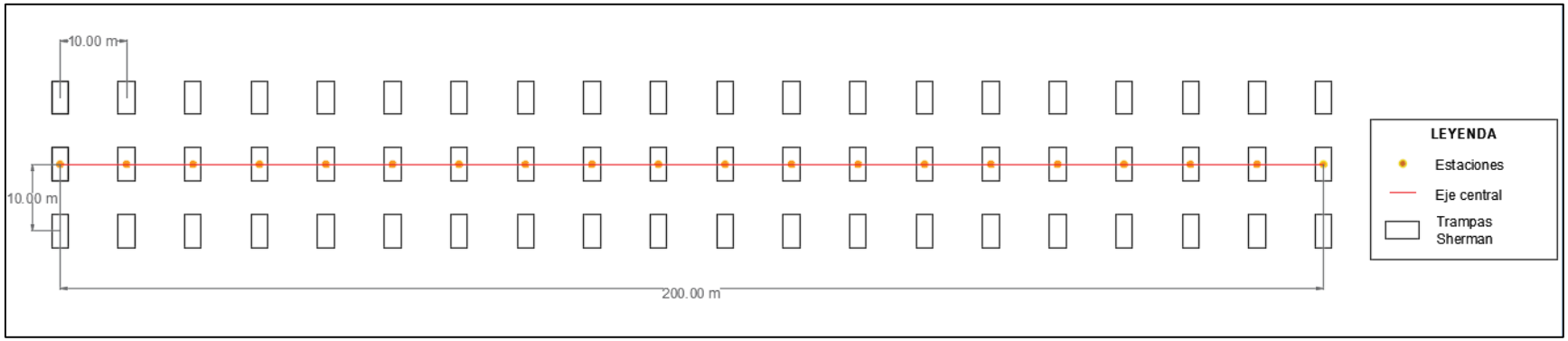


Figura 3. Diseño de cada transecto de muestreo.

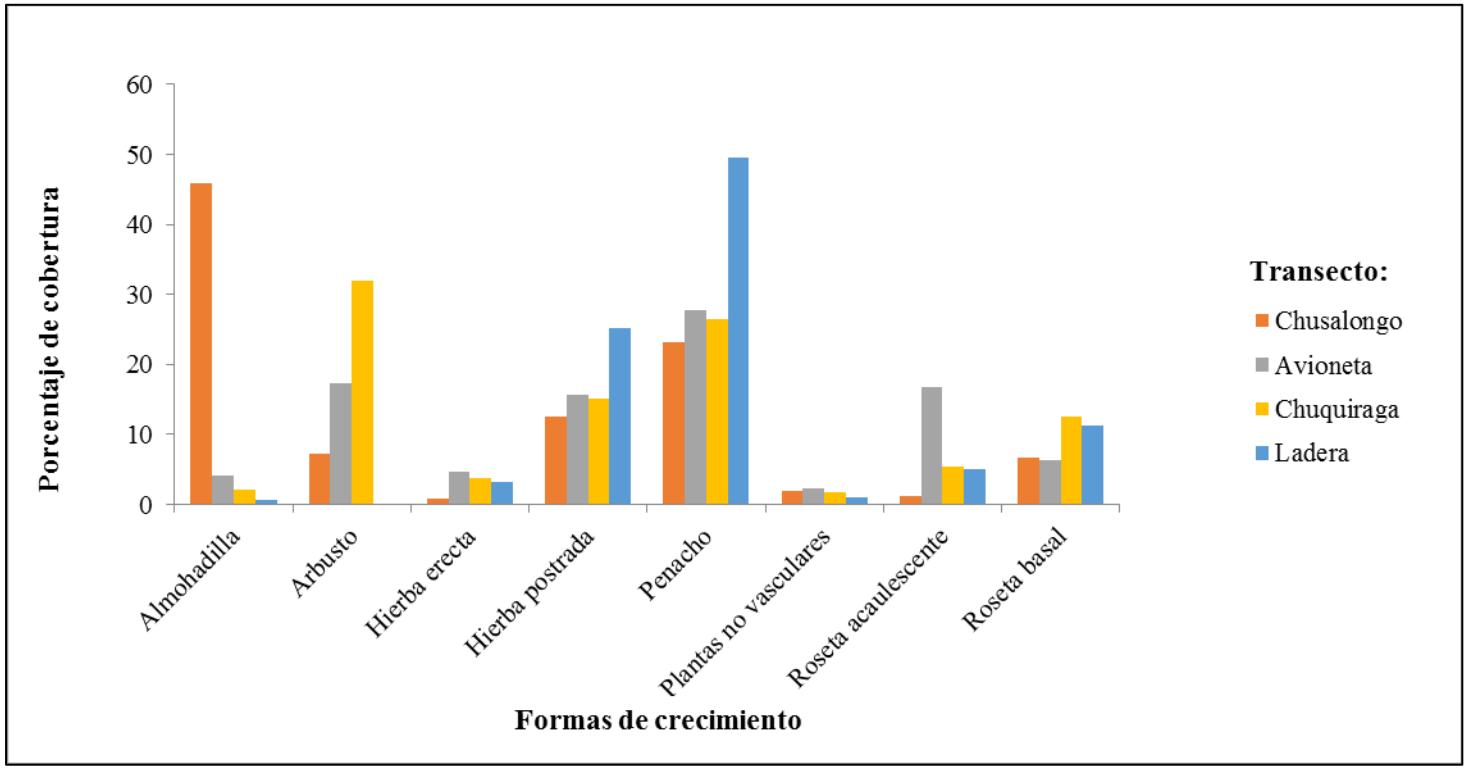


Figura 4. Porcentajes de cobertura a nivel de formas de crecimiento para cada transecto**.** Se observa las formas de crecimiento predominantes en cada transecto.

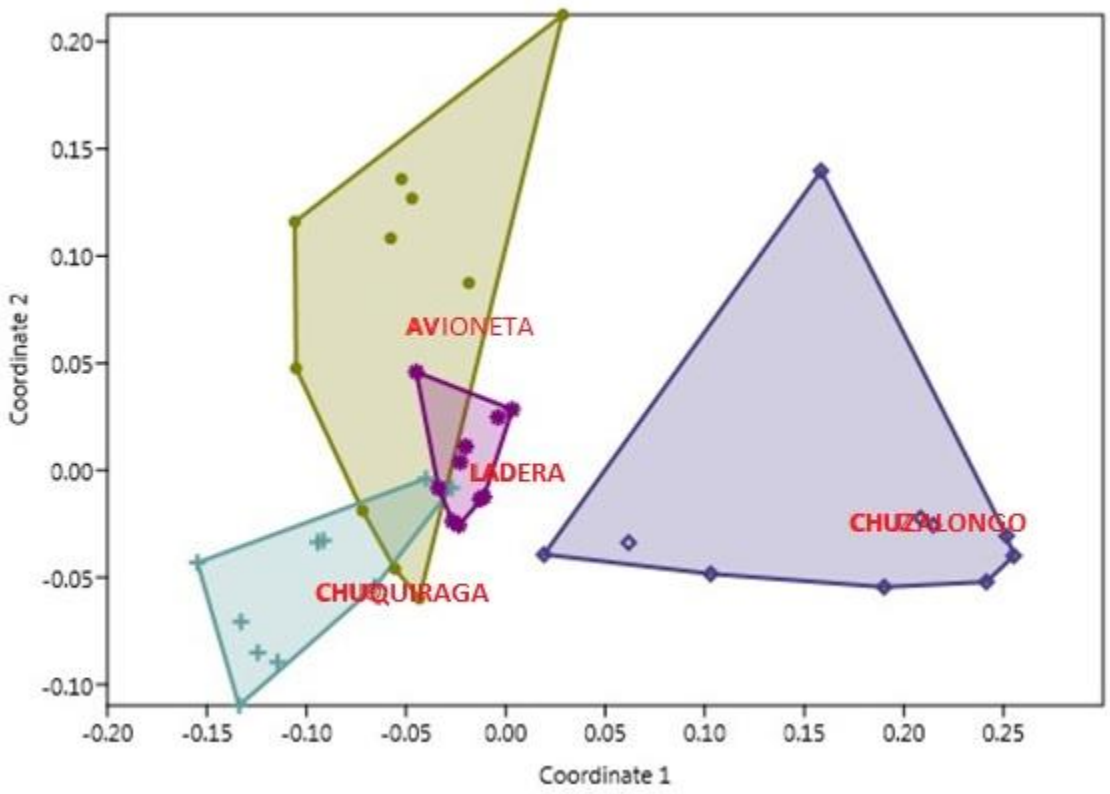


Figura 5. Resultado del análisis (NMDS). Se utilizó la medida de similitud de Morisita. Stress= 0.11, R^2 eje 1= 0.40, R^2 eje 2= 0.18.

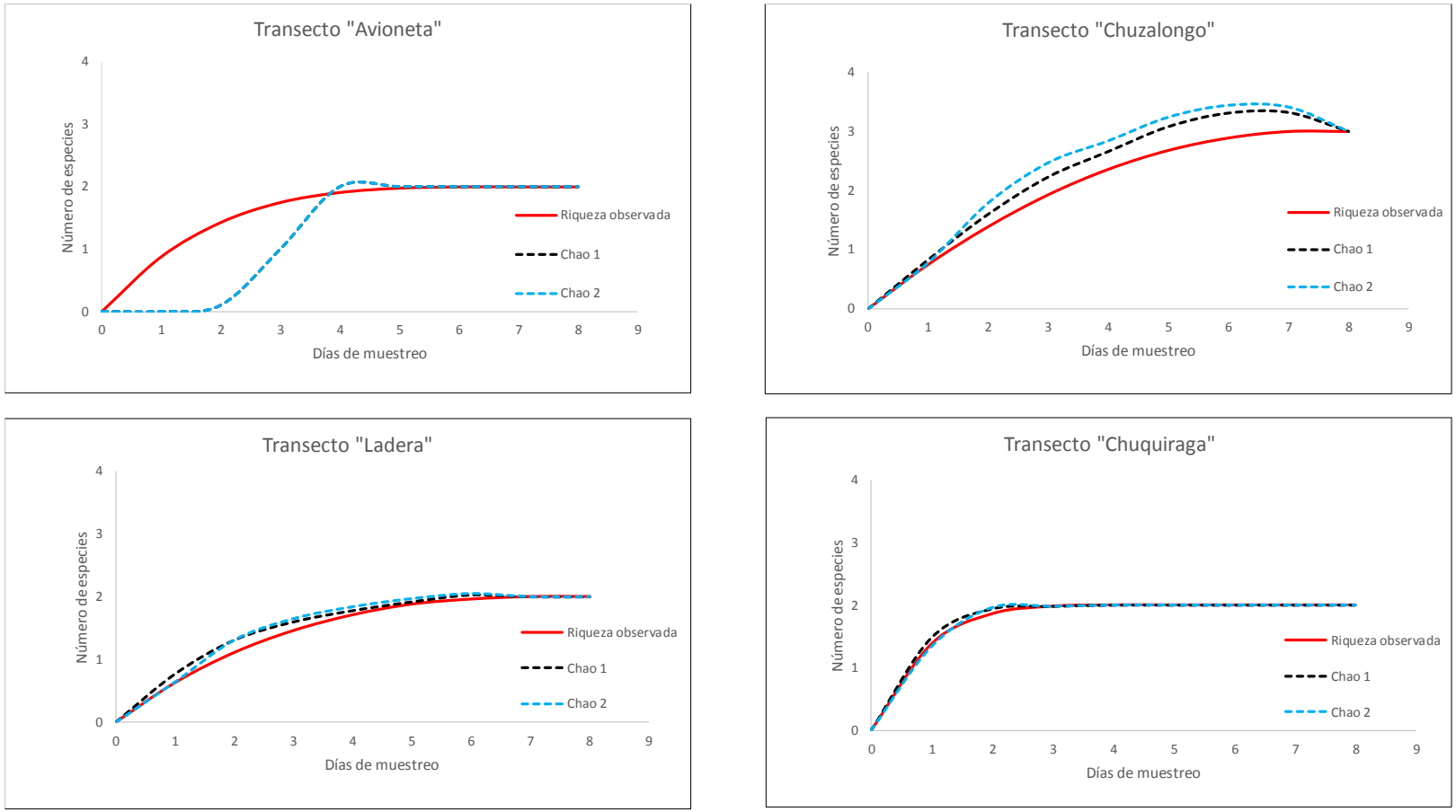


Figura 6. Curvas de acumulación de especies para los roedores encontrados en el ACH-A. La riqueza observada se ve en lineas rojas solidas mientras que Chao 1 y Chao 2 se observan en lineas negras y celestes entrecortadas respectivamente.



Figura 7. Especies de roedores encontradas en los transectos. A) *Akodon mollis*, B) *Phyllotis haggardi*, C) *Thomasomys paramorum.*

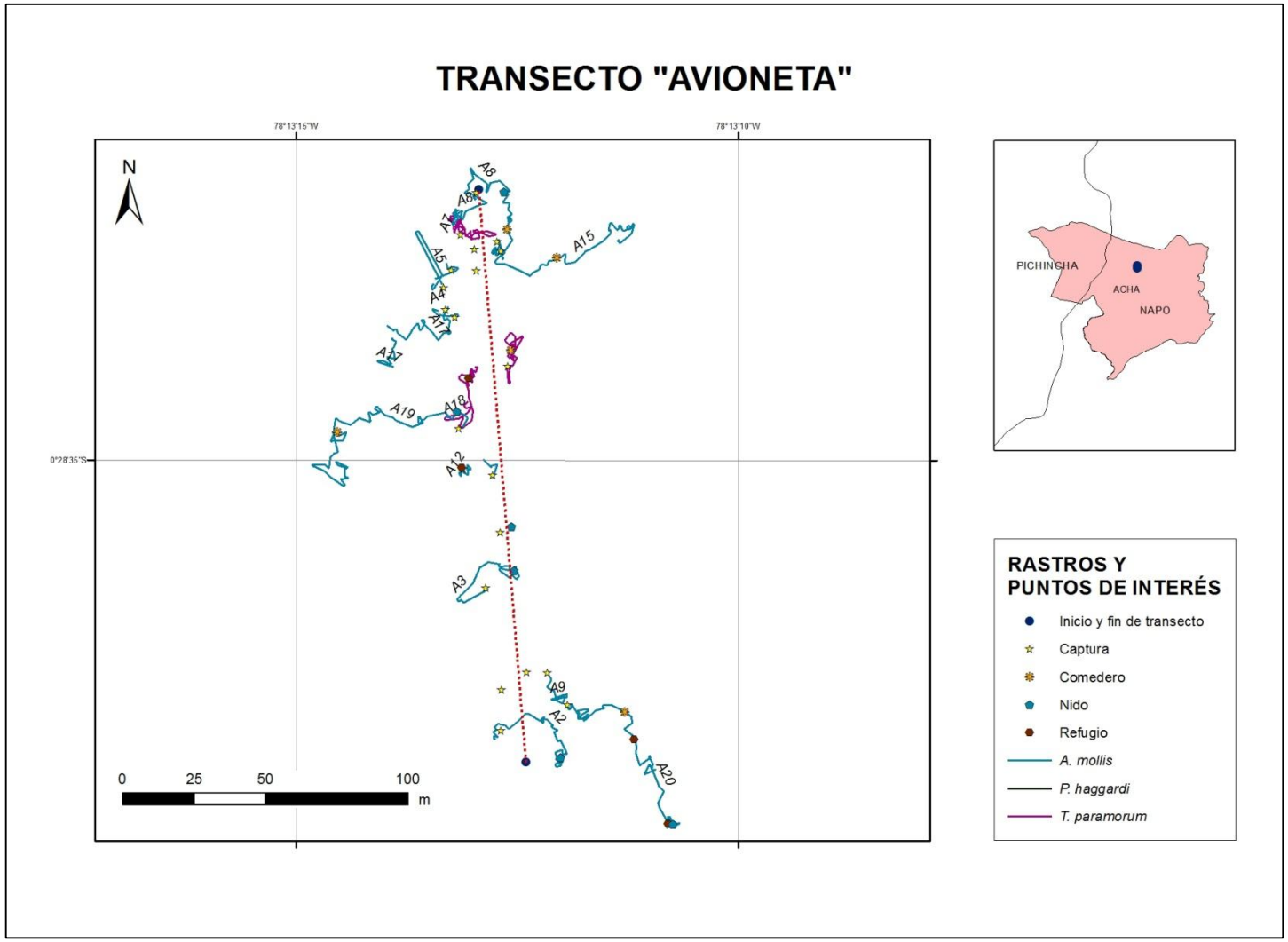


Figura 8. Mapa de desplazamiento de los individuos en el transecto "Avioneta"**.** La información de los individuos se encuentra en la Tabla 3.

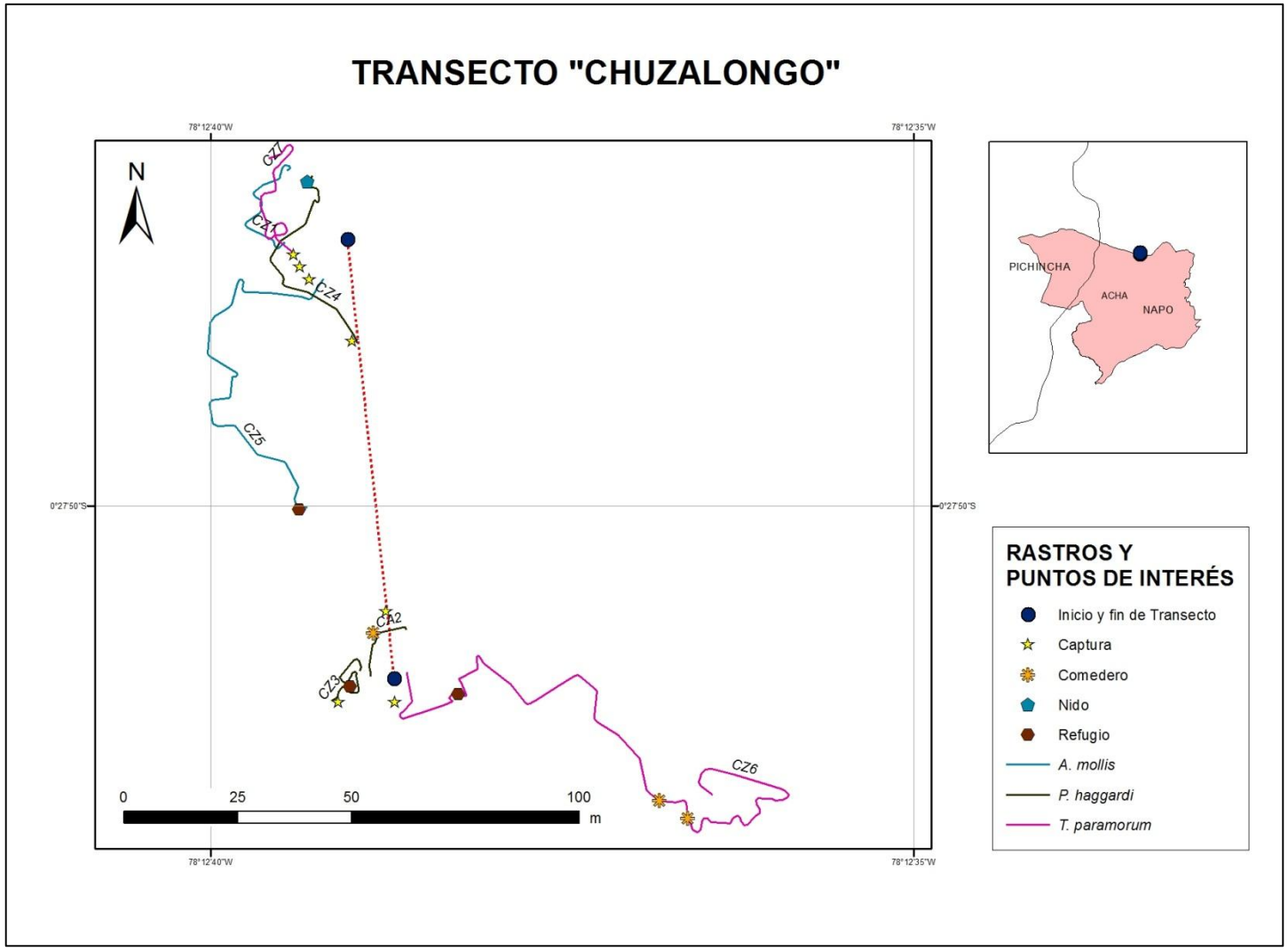


Figura 9. Mapa de desplazamiento de los individuos en el transecto “Chusalongo”. La información de los individuos se encuentra en la Tabla 3.

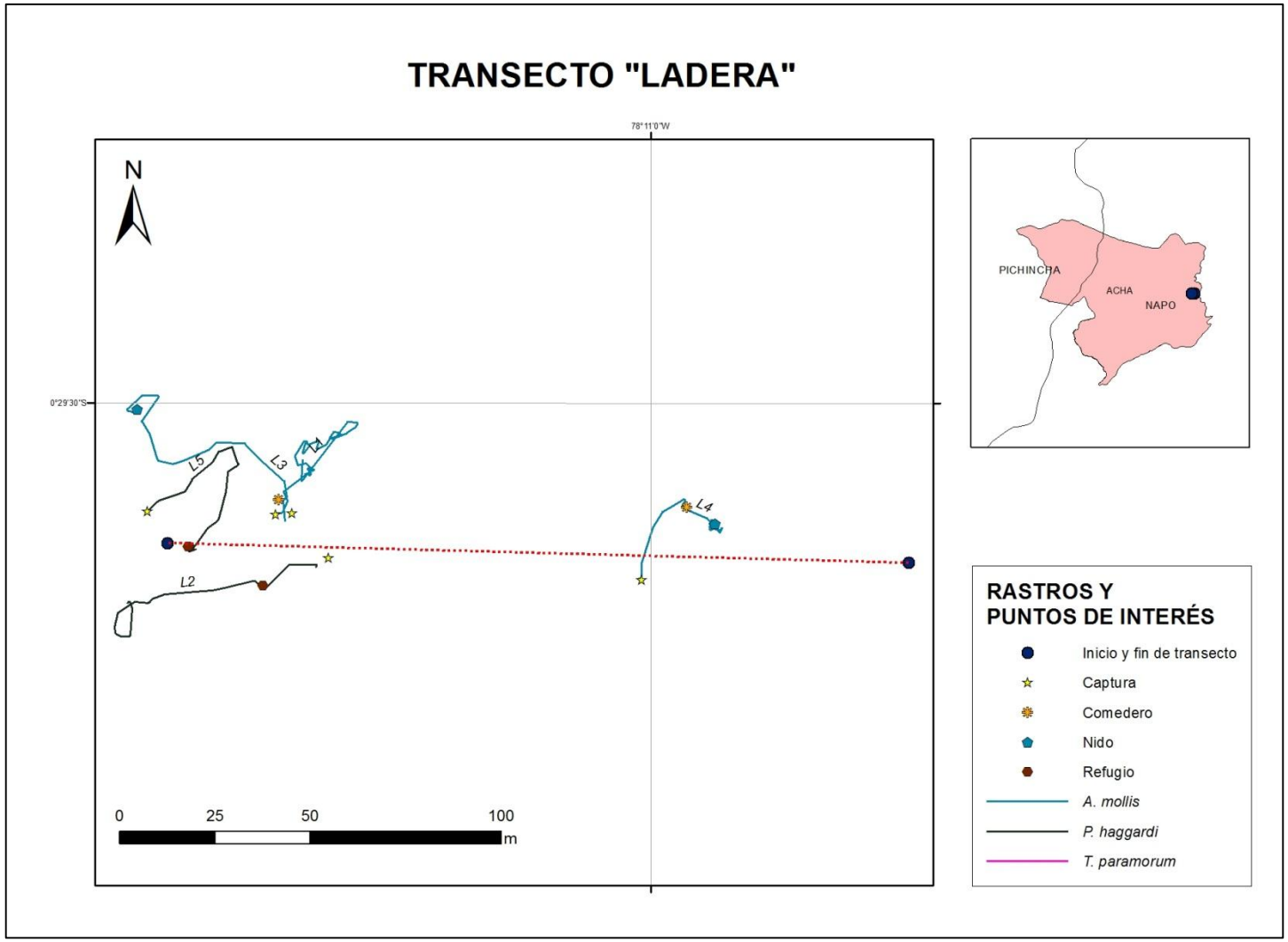


Figura 10. Mapa de desplazamiento de los individuos en el transecto “Ladera”. La información de los individuos se encuentra en la Tabla 3.

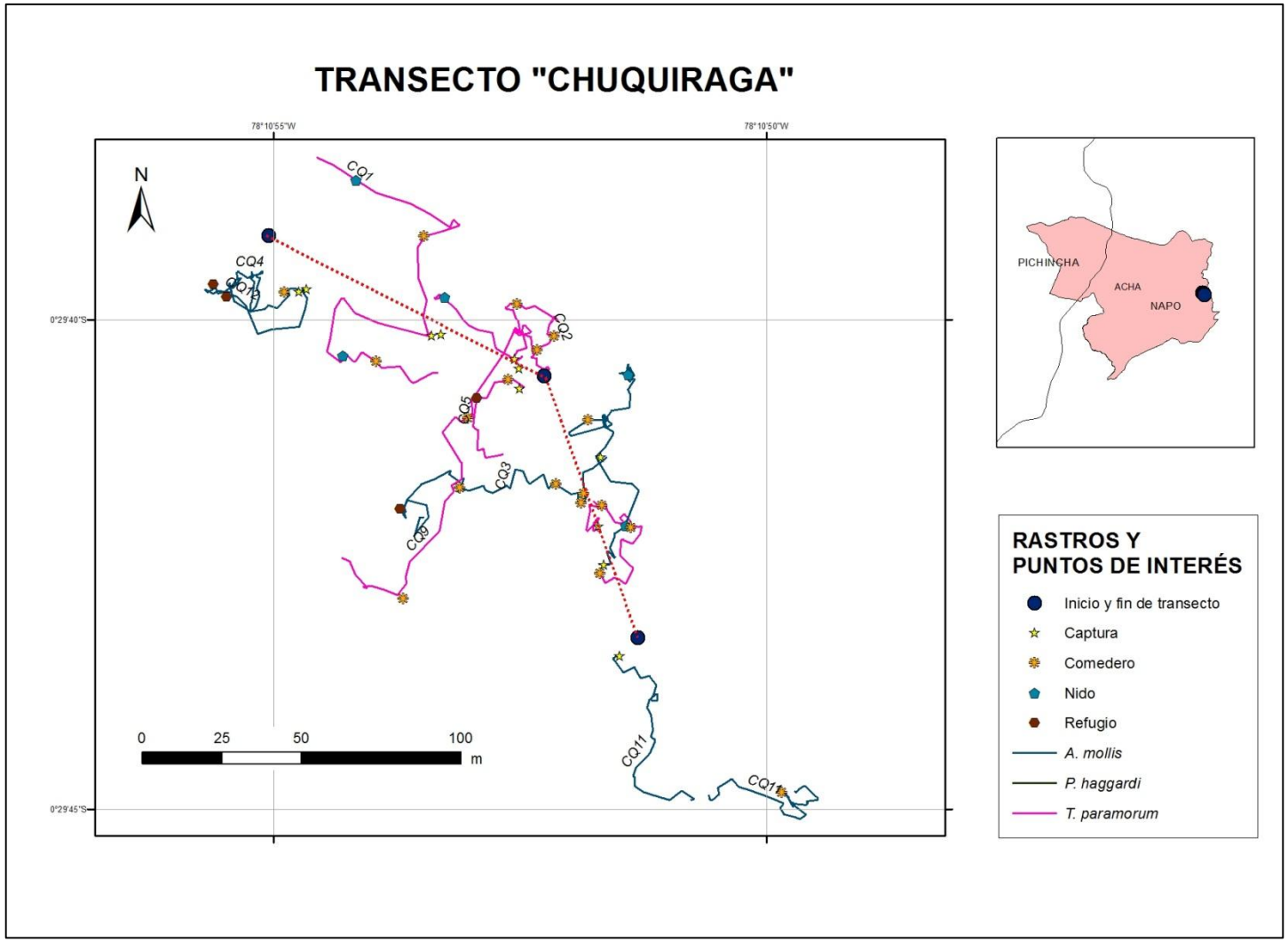


Figura 11. Mapa de desplazamiento de los individuos en el transecto “Chuquiraga”. La información de los individuos se encuentra en la Tabla 3.



Figura 12. Nido de *Akodon mollis* encontrado en transecto “Avioneta”. Se observa la entrada bajo almohadilla de *A. pedunculata* en descomposición.



Figura 13. Refugio de *Akodon mollis* encontrado en transecto “Avioneta”. Se observa el ambiente seco tapizado por briofitas.



Figura 14. Comedero de *Akodon mollis* encontrado en transecto “Avioneta”. Se observa cavidad formada por las raíces de *C. jussieui.*



Figura 15. Nido de *Akodon mollis* encontrado en transecto “Ladera”. Se observa remoción de materia vegetal de *C. intermedia*.



Figura 16. Nido de *Akodon mollis* encontrado en transecto “Chuquiraga”. Se observa la entrada bajo arbusto de *C. jussieui.*



Figura 17. Refugio de *Akodon mollis* encontrado en transecto “Chuquiraga”. Se observa el ambiente seco entre *C. intermedia.*



Figura 18. Nido de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto “Avioneta”. Se observan los hilos y la entrada bajo almohadilla de *A. pedunculata* en descomposicion.



Figura 19. Refugio de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto “Avioneta”. Se observan la entrada bajo almohadilla de *A. pedunculata* en descomposicion.

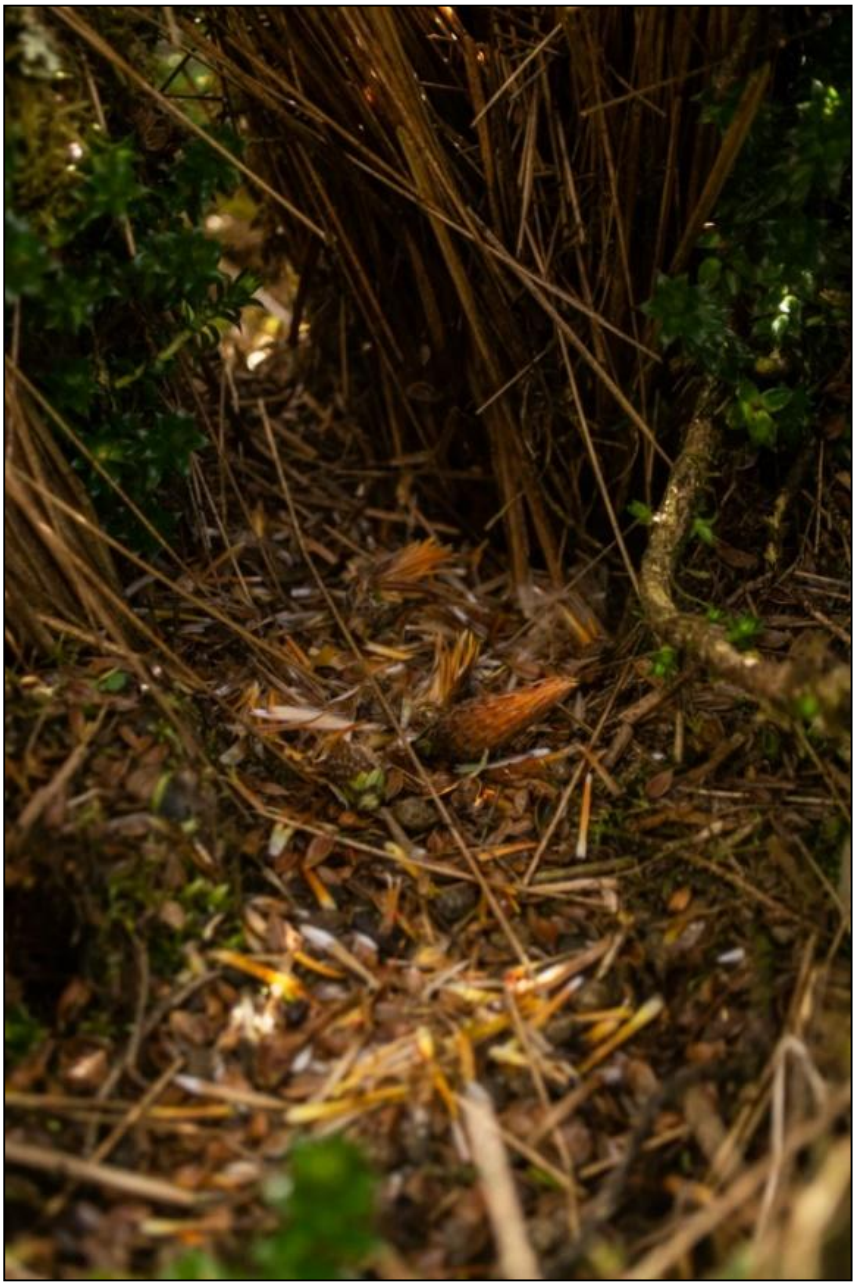


Figura 20. Comedero de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto "Chusalongo". Se observan restos vegetales de *C. jussieui.*



Figura 21. Nido de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto “Chuquiraga”. Se observa el hilo y la entrada bajo almohadilla de *A. pedunculata* en descomposicion.



Figura 22. Refugio de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto “Chuquiraga”. Se observa el ambiente seco y heces entre *C. intermedia.*



Figura 23. Comedero de *Thomasomys paramorum* encontrado en transecto “Chuquiraga”. Se observan restos de *C. jussieui* entre *C. interedia.*



Figura 24. Nido de *Phyllotis haggardi* encontrado en transecto “Chusalongo”. Se observa la entrada bajo arbusto de *Valeriana microphylla*.



Figura 25. Refugio de *Phyllotis haggardi* encontrado en transecto “Ladera”. Se observa el suelo tapizado con liquen y briofitas.

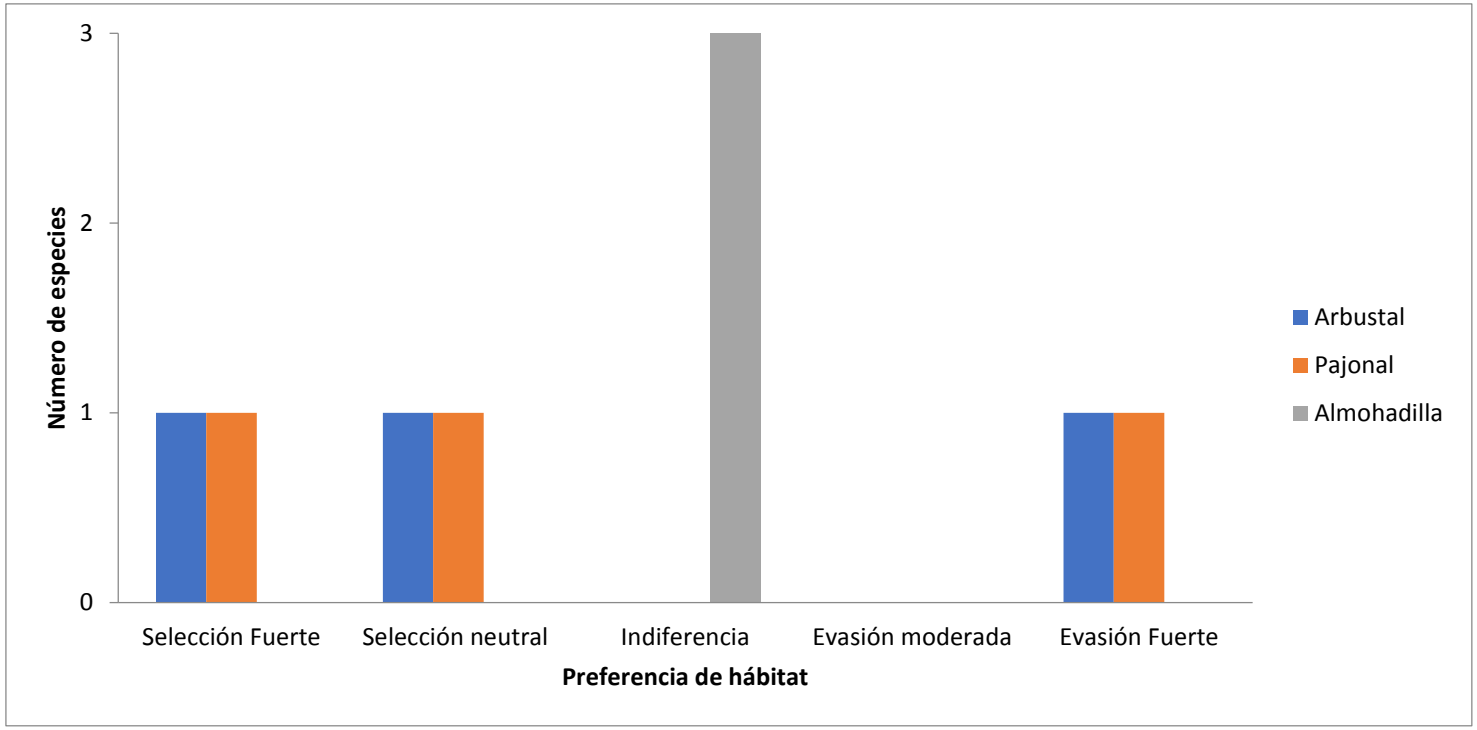


Figura 26. Preferencia de hábitat. Resultados de preferencia de hábitat de las tres especies de roedores basadas en el índice de Baltz.



Figura 27. Contenido interno de un nido de *Akodon mollis*. Se observa restos de arbustos, fibras vegetales y briofitas.



Figura 28. Restos alimenticios de *Akodon mollis*. Se observan flores de *C. jussieui* y otros restos vegetales.



Figura 29. Cabezuela de *Chuquiraga jussieui* roída por un individuo de *Akodon mollis*. Se observa la gran apertura entre las brácteas hasta la base del receptáculo, donde las semillas son consumidas.



Figura 30. Restos de alimenticios de *Akodon mollis*. Se observan elitros y alas de escarabajos.



Figura 31. Contenido interno de un nido de *Thomasomys paramorum.* Se observan restos de arbustos, fibras vegetales y pelaje.



Figura 32. Restos óseos encontrados en el interior de un nido de *Thomasomys paramorum.* Se observan varios huesos del antebrazo y brazo de un roedor de especie desconocida.



Figura 33. Restos de alimenticios de *Thomasomys paramorum*. Se observan brácteas de flores de *C. jussieui* y otros restos vegetales.



Figura 34. Primera forma de depredación de semillas ejercida por *Thomasomys paramorum* en transecto “Chuquiraga”. Se observan cabezuelas de *C. jussieui* transportadas y roídas en comederos**.**



Figura 35. Segunda forma de depredación de semillas ejercida por *Thomasomys paramorum* en transecto “Chuquiraga”. Se observa una cabezuela de *C. jussieui* roída hasta la base en el arbusto.



Figura 36. Restos de escarabajos de la Familia Melolonthidae consumidos por *Thomasomys paramorum***.** Se observan élitros de una o varias especies no identificadas, estos escarabajos también son consumidos por *A. mollis*.



Figura 37. Contenido interno del nido de *Phyllotis haggardi*. Se observa materia vegetal seca donde predominan pedazos de arbustos, musgos y hepáticas foliosos.



Figura 38. Predación de esporangios en plantas de *Phlegmariurus crassus var. manus-diaboli* por parte de *Phyllotis haggardi***.** Se observan microfilas roídas hasta llegar a los esporangios. Fotografía: Ricardo Zambrano C.



Figura 39. Resto de *Phlegmariurus crassus var. manus-diaboli* encontrado en un comedero de *Phyllotis haggardi*. Nótese la ausencia total de esporofilas en la base y los restos de esporangios vacíos. Fotografía: Ricardo Zambrano C.

9. TABLAS

Tabla 1. Especies de plantas encontradas en este estudio, se indica su forma de crecimiento y su abundancia como porcentaje de cobertura en cada transecto.

Familia	Especie	Forma de crecimiento	Porcentaje de cobertura			
			Chusalongo	Avioneta	Chuquiraga	Ladera
Apiaceae	*Azorella pedunculata*	Almohadilla	-	42	22	7
Apiaceae	*Oreomyrrhis andicola*	Roseta basal	34	7	-	-
Asteraceae	*Achyrocline alata*	Roseta acaulescente	3	-	20	7
Asteraceae	*Baccharis caespitosa*	Hierba postrada	57	58	35	180
Asteraceae	*Chuquiraga jussieui*	Arbusto	-	60	320	-
Asteraceae	*Diplostephium ericoides*	Arbusto	-	31	-	-
Asteraceae	*Cotula mexicana*	Hierba postrada	-	13	-	-
Asteraceae	*Gamochaeta americana*	Hierba erecta	-	2	7	12
Asteraceae	*Hypochaeris sessiliflora*	Roseta acaulescente	12	10	10	10
Asteraceae	*Lasiocephalus ovatus*	Hierba erecta	-	34	4	13
Asteraceae	*Loricaria thuyoides*	Arbusto	72	50	-	-
Asteraceae	*Monticalia peruviana*	Arbusto	-	25	-	-
Asteraceae	*Oritrophium limnophilum*	Hierba postrada	4	-	7	-
Asteraceae	*Senecio chionogeton*	Hierba erecta	-	6	-	-
Asteraceae	*Werneria nubigena*	Roseta acaulescente	33	44	125	112
Asteraceae	*Werneria pumila*	Roseta acaulescente	-	-	-	10
Asteraceae	*Xenophyllum humile*	Almohadilla	5	-	-	-
Brassicaceae	*Draba obovata*	Hierba postrada	1	-	-	-
Bryophyta	“Musgo pardo”	No vascular	4	-	-	-
Bryophyta	“Musgo verde”	No vascular	-	3	-	-
Bryophyta	“Musgo verde claro”	No vascular	-	-	8	42
Bryophyta	“Musgo verde pardo”	No vascular	-	20	-	-
Caprifoliaceae	*Valeriana mycrophilla*	Arbusto	-	7	-	-

Tabla 1 (continuación). Especies de plantas encontradas en este estudio, se indica su forma de crecimiento y su respectivo porcentaje de cobertura en cada transecto.

Familia	Especie	Forma de crecimiento	Abundancia			
			Chusalongo	Avioneta	Chuquiraga	Ladera
Campanulaceae	*Lysipomia montioides*	Hierba postrada	7	-	-	-
Caryophyllaceae	*Cerastium floccosum*	Hierba erecta	-	2	6	-
Cyperaceae	*Carex pygmaea*	Hierba erecta	29	37	35	20
Fabaceae	*Lupinus microphyllus*	Hierba erecta	3	-	-	-
Gentianaceae	*Gentiana sedifolia*	Hierba postrada	-	5	-	17
Gentianaceae	*Gentianella rupicola*	Hierba postrada	3	-	-	-
Gentianaceae	*Halenia weddelliana*	Hierba postrada	-	-	11	-
Geraniaceae	*Geranium harveyi*	Hierba postrada	27	-	-	-
Geraniaceae	*Geranium humboldtii*	Hierba postrada	2	65	92	55
Geraniaceae	*Geranium maniculatum*	Hierba postrada	20	33	6	-
Juncaceae	*Luzula racemosa*	Hierba erecta	5	-	-	-
Lycophyta	*Phlegmariurus crassus*	Licofita	14	-	-	-
Malvaceae	*Nototriche phyllanthos*	Hierba postrada	4	-	-	-
Orchidaceae	*Myrosmodes* sp.	No vascular	3	-	-	-
Orobanchaceae	*Bartsia laticrenata*	Hierba erecta	2	-	-	-
Ostropomycetidae	*Tamnolia vermicularis*	Liquen	5	10	18	-
Plantaginaceae	*Plantago rigida*	Almohadilla	454	-	45	40
Poaceae	*Agrostis breviculmis*	Penacho	14	39	-	-
Poaceae	*Calamagrostis fibrovaginata*	Penacho	1	-	-	-
Poaceae	*Calamagrostis intermedia*	Penacho	116	199	220	475
Poaceae	*Festuca chimborazensis*	Penacho	66	-	9	-
Rosaceae	*Lachemilla* sp.	Hierba postrada	-	1	-	-

Tabla 2. Resultados de los análisis ANOSIM (análisis de similitud; valores R y P) y SIMPER (disimilitud promedio) entre los transectos establecidos y sus especies vegetales asociadas.

	SIMPER	**ANOSIM**	
Comparación	**Disimilitud promedio %**	**R**	**P**
Global	**75,40**	**0,5361**	**0,0001**
Avioneta vs. Chuquiraga	69,98	0,3078	0,0023
Avioneta vs. Chusalongo	86,79	0,3883	0,0013
Avioneta vs. Ladera	66,22	0,4310	0,0090
Chuquiraga vs. Chusalongo	87,10	0,8256	0,0010
Chuquiraga vs. Ladera	61,35	0,6071	0,0003
Chusalongo vs. Ladera	80,96	0,7229	0,0001

Tabla 3. Recopilación de datos de individuos sometidos al método de bobina e hilo.

Código	Transecto	Especie	Sexo	Edad	Recorrido (m)	No. de nidos	No. de refugios visitados	No. de comederos visitados
A1	Avioneta	*Akodon mollis*	♂	Sub adulto	21,02	1	0	0
A2	Avioneta	*Akodon mollis*	♀	Adulto	69,79	1	0	0
A3	Avioneta	*Akodon mollis*	♂	Adulto	61,62	1	0	0
A4	Avioneta	*Akodon mollis*	♀	Adulto	10,46	0	0	0
A5	Avioneta	*Akodon mollis*	♂	Adulto	47,42	0	0	0
A6	Avioneta	*Akodon mollis*	♀	Adulto	14,57	0	0	0
A7	Avioneta	*Thomasomys paramorum*	♂	Adulto	77,17	0	0	0
A8	Avioneta	*Akodon mollis*	♀	Adulto	115,25	1	0	1
A9	Avioneta	*Akodon mollis*	♂	Adulto	36,15	0	1	0
A10	Avioneta	*Akodon mollis*	♀	Adulto	12,56	0	0	0
A11	Avioneta	*Akodon mollis*	♂	Adulto	7,22	0	0	0
A12	Avioneta	*Akodon mollis*	♀	Adulto	13,85	0	1	0
A13	Avioneta	*Thomasomys paramorum*	♂	Adulto	61,63	0	0	1
A14	Avioneta	*Akodon mollis*	♂	Adulto	11,92	0	0	0
A15	Avioneta	*Akodon mollis*	♀	Adulto	92,47	0	0	1
A17	Avioneta	*Akodon mollis*	♀	Adulto	79,44	0	0	0
A18	Avioneta	*Thomasomys paramorum*	♀	Adulto	79,94	1	1	0
A19	Avioneta	*Akodon mollis*	♂	Adulto	151,94	0	0	1
A20	Avioneta	*Akodon mollis*	♀	Adulto	141,70	1	2	1

Tabla 3 (continuación). Recopilación de datos de individuos sometidos al método de bobina e hilo.

Código	Transecto	Especie	Sexo	Edad	Recorrido (m)	No. de nidos	No. de refugios visitados	No. de comederos visitados
Cz1	Chusalongos	*Akodon mollis*	♂	Adulto	32,86	0	0	0
Cz2	Chusalongos	*Phyllotis haggardi*	♂	Sub adulto	16,83	0	1	1
Cz3	Chusalongos	*Phyllotis haggardi*	♂	Adulto	31,60	0	1	0
Cz4	Chusalongos	*Phyllotis haggardi*	♂	Adulto	97,23	1	0	0
Cz5	Chusalongos	*Akodon mollis*	♂	Adulto	54,71	0	1	0
Cz6	Chusalongos	*Thomasomys paramorum*	♀	Adulto	174,21	0	1	2
Cz7	Chusalongos	*Thomasomys paramorum*	♀	Adulto	47,21	0	0	0
Cq1	Chuquiraga	*Thomasomys paramorum*	♂	Sub adulto	96,88	1	0	1
Cq2	Chuquiraga	*Thomasomys paramorum*	♂	Adulto	95,66	0	0	3
Cq3	Chuquiraga	*Akodon mollis*	♂	Adulto	154,22	0	1	4
Cq4	Chuquiraga	*Akodon mollis*	♀	Adulto	116,16	0	1	1
Cq5	Chuquiraga	*Thomasomys paramorum*	♂	Adulto	47,90	0	1	1
Cq6	Chuquiraga	*Thomasomys paramorum*	♂	Adulto	99,82	1	0	3
Cq7	Chuquiraga	*Akodon mollis*	♀	Adulto	158,52	1	0	1
Cq8	Chuquiraga	*Thomasomys paramorum*	♂	Sub adulto	95,49	1	0	1
Cq9	Chuquiraga	*Akodon mollis*	♂	Adulto	144,04	0	0	2
Cq10	Chuquiraga	*Thomasomys paramorum*	♂	Sub adulto	44,10	1	0	0
Cq11	Chuquiraga	*Akodon mollis*	♀	Adulto	79,82	0	0	1
Cq12	Chuquiraga	*Akodon mollis*	♀	Adulto	43,98	0	1	0
L1	Ladera	*Akodon mollis*	♀	Adulto	99,16	0	0	0
L2	Ladera	*Phyllotis haggardi*	♀	Adulto	77,28	0	1	0
L3	Ladera	*Akodon mollis*	♂	Adulto	81,38	1	0	1
L4	Ladera	*Akodon mollis*	♂	Adulto	68,32	1	0	1
L5	Ladera	*Phyllotis haggardi*	♀	Adulto	57,83	0	1	0
					Total	**14**	**15**	**28**

Tabla 4. Recopilación de datos de individuos capturados como ejemplares testigo.

Id.	Código	Especie	Sexo
1	QCAZ 18155	*Thomasomys paramorum*	♂
2	QCAZ 18145	*Akodon mollis*	♂
3	QCAZ 18146	*Akodon mollis*	♂
4	QCAZ 18147	*Akodon mollis*	♂
5	QCAZ 18156	*Thomasomys mollis*	♂
6	QCAZ 18148	*Akodon mollis*	♂
7	QCAZ 18153	*Phyllotis haggardi*	♂
8	QCAZ 18149	*Akodon mollis*	♀
9	QCAZ 18154	*Phyllotis haggardi*	♂
10	QCAZ 18157	*Thomasomys paramorum*	♂
11	QCAZ 18158	*Thomasomys paramorum*	♂
12	QCAZ 18150	*Akodon mollis*	♀
13	QCAZ 18159	*Thomasomys paramorum*	♂
14	QCAZ 18151	*Akodon mollis*	♂
15	QCAZ 18160	*Thomasomys paramorum*	♂
16	QCAZ 18152	*Akodon mollis*	♀

Tabla 5. Resultados del análisis de diversidad alfa de Fisher y datos de desplazamiento para las tres especies de roedores encontradas.

Transecto	αF	Especie	Hembras capturadas	Machos capturados	Recapturas	Capturas totales	Distancia media recorrida por observación	DM	Dm	Desplazamiento en altitud	Distancia media recorrida por hembras	Distancia media recorrida por machos
Avioneta	0,5435	*T. paramorum*	1	4	**0**	**5**	60,12	151,94	13,85	0,76	151,94*	0,00
		A. mollis	10	11	**5**	**21**	141,70*	115,25	7,22	1,47	60,36	44,29
Chuquiraga	0,6853	*T. paramorum*	0	9	**0**	**9**	79,98	99,82	44,10	5,25	0,00	79,98
		A. mollis	6	3	**1**	**9**	116,12	158,52	43,98	11,17*	149,13	79,99
Chusalongo	1,9888	*T. paramorum*	2	1	**1**	**3**	110,71	174,21*	47,21	6,00	110,71	0,00
		A. mollis	0	2	**2**	**2**	88,33	97,23	79,44	7,50	0,00	88,33*
		P. haggardi	0	5	**1**	**5**	34,38	54,71	16,83	3,30	0,00	34,38
Ladera	1,2355	*A. mollis*	1	2	**0**	**3**	79,45	99,16	57,83	5,00	99,16	69,60
		P. haggardi	2	0	**0**	**2**	72,80	77,28	68,32	5,50	72,80	0,00
		Total	**22**	**37**	**10**	**59**						

DM, representa la distancia máxima recorrida (m). Dm, representa la distancia mínima recorrida (m). Los valores de la altitud promedio están en (m).
* valores máximos de cada ítem.

Tabla 6. Resultados del Análisis de Varianza de dos factores.

	gl	Sum C	Media C	Valor F	Pr(>F)
Especie	2	3302	1651	0,873	0,4262
Sexo	1	713	713	0,377	0,543
Especie:Sexo	2	10469	5234	2,767	0,0758
Residuos	37	69980	1891		

Códigos de significancia: 0 *** 0,001 ** 0,01 * 0,05 . 0,1

Tabla 7. Resumen de análisis de bondad de ajuste G-test y evaluación del tamaño de muestra

Especie	Valor p de G-test	Cherry (1996) test	
		n*pi>5	n*(1-pi)>5
Akodon mollis	0,002	Si	Si
Phyllotis haggardi	0,120	No	No
Thomasomys paramorum	0,010	No	No

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Ariatna José Villarreal Jaramillo, CI. 172515080-7 autora del trabajo de graduación intitulado: **"Caracterización del uso de hábitat de tres especies de roedores en páramos de la Reserva Ecológica Antisana",** previa a la obtención del grado académico de **LICENCIADA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea entregado al Sistema Nacional de Información de La Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca d la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 8 de abril de 2019

Ariatna José Villarreal Jaramillo
172515080-7