

**DIVERSIDAD DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS NO VOLADORES Y
CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT EN UN REMANENTE DE BOSQUE
ALTOANDINO EN EL CORREGIMIENTO DE GABRIEL LÓPEZ, TOTORÓ, CAUCA**

DEIBY WILLIAM MALFITANO HURTADO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2017**

**DIVERSIDAD DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS NO VOLADORES Y
CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT EN UN REMANENTE DE BOSQUE
ALTOANDINO EN EL CORREGIMIENTO DE GABRIEL LÓPEZ, TOTORÓ, CAUCA**

DEIBY WILLIAM MALFITANO HURTADO

Trabajo de grado requisito para optar al título de Biólogo

M. Sc. María del Pilar Rivas Pava

Directora

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2017**

Nota de aceptación

Directora María del Pilar Rivas Pava

Jurado Ph.D. Luis Germán Gómez Bernal

Jurado M. Sc. Weimar Aurelio Pérez Muñoz

Popayán, 26 de Julio de 2017

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
1.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. MARCO TEÓRICO	3
3. ÁREA DE ESTUDIO	6
4. METODOLOGÍA	8
4.1. MÉTODOS DE CAMPO.....	8
4.1.1. Caracterización de hábitat	10
4.2. MÉTODOS DE LABORATORIO	15
4.2.1. Determinación taxonómica de ejemplares	15
4.3. ANÁLISIS DE DATOS.....	16
4.3.1. Esfuerzo y éxito de captura de los pequeños mamíferos no voladores	16
4.3.2. Análisis de la diversidad	16
4.3.2.1. Abundancia relativa de los pequeños mamíferos no voladores.....	16
4.3.2.2. Riqueza específica de los pequeños mamíferos no voladores	17
4.3.2.3. Estructura de los pequeños mamíferos no voladores.....	17
4.3.2.4. Representatividad del muestreo	18
4.3.2.5. Abundancia proporcional de los pequeños mamíferos no voladores.....	18
4.3.2.5.1. Dominancia de especies	18
4.3.2.5.2. Equidad o uniformidad de la comunidad de pequeños mamíferos no voladores.....	19
4.3.3. Análisis estadísticos	20
4.3.3.1. Comparación de variables de hábitat	20
4.3.3.2. Relación y selección de variables de hábitat	21
4.3.3.3. Correlación entre las variables de hábitat y las especies	21
5. RESULTADOS	22

5.1.	Esfuerzo de muestreo y éxito de captura.....	22
5.1.1.	Abundancia de pequeños mamíferos no voladores.....	22
5.1.2.	Riqueza esperada.....	25
5.2.	DIVERSIDAD DE ESPECIES	26
5.3.	CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT	27
5.3.1.	Selección de las variables de hábitat y relación con los sitios de captura-no captura.....	30
5.3.2.	Variables de hábitat y correlación con especies de pequeños mamíferos no voladores	32
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
6.1.	Éxito de captura	34
6.2.	Abundancia, Riqueza y Diversidad	36
6.3.	Caracterización de hábitat	38
7.	CONCLUSIONES	41
8.	RECOMENDACIONES	42
9.	BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.....	7
Figura 2. Uso del suelo en diferentes actividades agropecuarias en los alrededores del remanente de bosque altoandino.....	8
Figura 3. Estaciones con trampas tipo Sherman.	9
Figura 4. Representación del área usada para medir las variables de hábitat.	10
Figura 5. Cuadrícula usada para medir variables de hábitat en cada estación.....	10
Figura 6. Marcaje de roedor en parte basal de la oreja.	14
Figura 7. Abundancia relativa de los tres órdenes, obtenida a partir de las capturas.	22
Figura 8. Abundancia relativa de la captura de los especies de pequeños mamíferos no voladores.	24
Figura 9. Especies de pequeños mamíferos no voladores capturados en el remanente bosque altoandino..	24
Figura 10. Curva de acumulación de especies y comparación con estimadores usados para el análisis de la riqueza específica de las muestras.	25
Figura 11. Carga de los dos primeros componentes principales para cada una de las variables de hábitat.	31
Figura 12. Relación entre las variables de hábitat, las estaciones y los sitios de muestreo, obtenidas a partir del Análisis de componentes principales. .	32
Figura 13. Correlación entre las especies y las variables de hábitat seleccionadas, obtenido mediante el análisis de correspondencia canónica.....	34
Figura 14. Evidencia de alteración del hábitat..	36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables a evaluadas en el bosque altoandino, para la caracterización de hábitat de los pequeños mamíferos no voladores.	11
Tabla 2. Datos descriptivos de las salidas de campo.....	22
Tabla 3. Abundancia relativa y referencias usadas para la determinación de las especies.....	23
Tabla 4. Comparación con funciones usadas para el análisis de la riqueza específica de las muestras y la medición de la estructura.	25
Tabla 5. Ubicación taxonómica de las especies capturadas.	26
Tabla 6. Índices de diversidad de la comunidad de pequeños mamíferos no voladores.	27
Tabla 7. Datos de análisis descriptivo y comparación de variables de hábitat entre los sitios de captura y no captura mediante la prueba de Kruskal-Wallis. ..	28
Tabla 8. Datos de análisis descriptivo y comparación de variables de hábitat de cuatro especies de roedores mediante la prueba de Kruskal-Wallis.	29
Tabla 9. Matriz de covarianza del análisis de componentes principales (ACP) de las variables de hábitat analizadas con los componentes con mayor porcentaje de varianza.	30
Tabla 10. Matriz obtenida a partir del ACC, donde se observan los dos primeros ejes obtenidos y el porcentaje de importancia de cada uno.....	32
Tabla 11. Puntaje de los dos primeros ejes del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC).....	33
Tabla 12. Comparaciones del esfuerzo de muestreo y éxito de captura de diferentes estudios relacionados con los pequeños mamíferos no voladores.....	35

INTRODUCCIÓN

La población colombiana habita aproximadamente en el 70% de la zona andina de nuestro país y así se ha mantenido en los últimos 100 años, convirtiendo muchos de los paisajes cubiertos anteriormente por vegetación nativa, en paisajes rurales con pequeñas y grandes parcelas de cultivos, pastos y parches de bosque en donde la fauna busca refugio (CONDESAN, 2012).

Según Etter y Wyngaarden (2000) la región Andina de Colombia tiene aspectos destacables como su alta diversidad biológica y una gran heterogeneidad de ecosistemas, producto de varios factores que propician su variabilidad geográfica y su gran rango altitudinal, derivado de su compleja topografía y una amplia heterogeneidad geológica. A pesar de esto hay que considerar que en especial los bosques andinos se encuentran dentro de los ecosistemas más desconocidos y afectados por los procesos humanos que los transforman (agricultura, deforestación y ganadería).

Colombia posee un total hasta ahora registrado de 518 especies de mamíferos que están representados en 14 órdenes, 49 familias y 215 géneros, donde los pequeños mamíferos no voladores están principalmente representados por el orden Rodentia con 132 especies, de las cuales 31 son especies endémicas (Ramírez-Chaves *et al.*, 2016) lo que demuestra una gran riqueza para este grupo.

En el Departamento del Cauca son pocos los estudios relacionados con los pequeños mamíferos no voladores y aunque existen colecciones relativamente extensas depositadas en museos nacionales y extranjeros, se requiere de mayores investigaciones que relacionen aspectos de diversa índole (Ramírez-Chaves y Pérez, 2010), relacionados con su biología, ecología, comportamiento, selección de hábitat y su diversidad regional, entre otros. Por esto, es preciso conocer y registrar la presencia de los pequeños mamíferos, específicamente los no voladores, que incluye el orden más diverso, Rodentia, que representa casi la mitad de las especies de mamíferos presentes en el mundo (2277), cerca de 500 géneros y 33 familias, por

lo cual es considerado el grupo más exitoso dentro de los mamíferos (Ginsberg, 2013). Es importante y necesario realizar en primer lugar un inventario de las especies de pequeños mamíferos no voladores que habitan en los bosques altoandinos de la cordillera central y conocer las características de su hábitat, para poder aplicar futuras estrategias de conservación.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la diversidad y caracterizar el hábitat de la comunidad de los pequeños mamíferos no voladores en un remanente de bosque altoandino en el corregimiento de Gabriel López, Municipio de Totoró, Departamento del Cauca.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la diversidad de los pequeños mamíferos no voladores en el área de estudio.
- Estudiar las características del hábitat de las especies más abundantes al comparar las diferentes variables entre las estaciones de captura y no captura.

2. MARCO TEÓRICO

La diversidad puede parecer un concepto directo que se puede medir de manera rápida, esto se debe a que la mayoría de las personas tienen una comprensión intuitiva de lo que se entiende por diversidad. Sin embargo, cuanto más se examina, más compleja se convierte y al verla desde diferentes ángulos, puede conducir a diferentes percepciones de lo que en ella se involucra, debido a que la diversidad no consiste en uno sino en dos componentes que son la variedad y la abundancia relativa de las especies (Marrugan, 1988), ésta última utilizada principalmente en el seguimiento y comparación de las tendencias poblacionales como herramienta valiosa en la toma de decisiones, en el seguimiento de planes de manejo y como criterio de muchas investigaciones (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Los conceptos relacionados con el hábitat que los biólogos deben tener en cuenta incluyen que el hábitat es específico y tiene un significado concreto, que depende de la escala y las mediciones que son igualmente importantes. La gestión en la conservación del hábitat será de poco valor a menos que los biólogos determinen en principio las características y el uso del hábitat de un animal dentro de un ambiente específico. Por supuesto, los hábitats son variables, pero todos ellos incluyen los recursos y las condiciones específicas en un área que induce su ocupación, esto incluye la supervivencia y la reproducción (Krausman, 1999).

El término hábitat se utiliza frecuentemente para describir un área que aporta un tipo particular de vegetación, alimento, cobertura, agua, temperatura, precipitación y topografía. Así mismo, para las especies existen otros factores especiales, como por ejemplo la presencia o ausencia de depredadores, presas y competidores que representan numerosos componentes que son únicos para los organismos en cuestión, por lo que se define como hábitat a los recursos y condiciones presentes en un área ocupada por un determinado individuo, incluyendo la supervivencia y la reproducción. El hábitat implica más que la estructura de la vegetación siendo la suma de los recursos específicos que necesitan los organismos para su supervivencia y reproducción (Krausman, 1999).

Debido a que es difícil establecer una metodología apropiada para determinar la escala percibida por los organismos, se procede a delimitar el hábitat caracterizándolo por las variables físicas, de tal manera que su variación es el resultado de un proceso continuo que puede ser subdividido en componentes separados y analizados estadísticamente (Morris, 1989).

El término pequeños mamíferos no voladores, es usado para referirse a algunos grupos de mamíferos que generalmente pertenecen al orden Rodentia, Didelphimorphia, Soricomorpha, Paucituberculata y algunos carnívoros (Gómez-Laverde, 1994) que tienen un peso inferior a dos kilogramos.

El orden Rodentia reúne especies entre las que se encuentran todos los regímenes alimenticios (herbívoros, carnívoros y omnívoros). En cuanto a su dentición tienen incisivos frontales de crecimiento continuo, que compensa su desgaste y un diastema que separa los incisivos de los dientes molares, además su ciclo reproductivo presenta un corto periodo de gestación en la mayoría de las especies (Moutou y Bouchardy, 1992).

El orden Didelphimorphia, es un grupo de metaterios que colonizaron los continentes de Australia y Sudamérica, en una época en la que éstos se encontraban aislados del resto del mundo. Se caracterizan por un sistema de reproducción particular, pues sus crías nacen tras una corta gestación y un escaso desarrollo, albergándose dentro de un marsupio (característica principal de este grupo) dentro del cual se encuentran las mamas (Moutou y Bouchardy, 1992).

La especie del orden Soricomorpha tienen la cola corta, menor o igual a la mitad de la longitud cabeza-cuerpo, tienen dientes con cúspides muy puntiagudas, sus incisivos son largos y proyectados hacia afuera, su rostro es muy largo con los ojos y orejas muy pequeños. Sus extremidades son cortas y tienen sus cinco dedos provistos de garras. Son terrestres y habitan en tierras frías de la región andina en Colombia (Cuartas-Calle y Muñoz, 2003).

Representados en Colombia por la familia Caenolestidae, se encuentran los mamíferos del orden Paucituberculata. Son muy pequeños, sus incisivos inferiores centrales son muy proyectados hacia adelante y los laterales se asemejan a los caninos, los incisivos superiores pueden tener forma de espátula mientras que otros son agudos. Su rostro es alargado con los ojos y orejas pequeños, tienen cinco dedos, de los cuales cuatro tienen garras y sus pulgares tienen uña. Son de hábitos nocturnos y terrestres (Cuartas-Calle y Muñoz, 2003).

Los miembros del orden Carnívora de acuerdo a Emmons (1999), están adaptados para encontrar, atrapar y matar su presa por lo que son animales oportunistas cuyos caninos son usualmente grandes y presentan premolares afilados. Los pequeños mamíferos carnívoros están representados en su mayoría por especies de la familia Mustelidae, éstos son plantígrados de cabeza ancha, de ojos y orejas pequeños, su cola es más corta que la cabeza y el cuerpo, siendo éste último usualmente delgado.

Dentro de los estudios de pequeños mamíferos no voladores en la región andina de Colombia se encuentran los realizados por Zuñiga *et al.* (1988) quienes midieron la densidad poblacional de pequeños mamíferos en dos comunidades de un bosque andino en la Cordillera Oriental, López-Arevalo *et al.* (1993) analizaron la ecología de los pequeños mamíferos en la Reserva Biológica Carpanta en la cordillera Oriental, encontrando 11 especies, Gómez-Laverde (1994) registró 12 especies de pequeños mamíferos no voladores en el Parque Regional Natural Ucumarí. Sánchez *et al.* (2004) realizaron un inventario de los mamíferos en un bosque de la Reserva Río Blanco en la Cordillera Central, Pérez (2006) caracterizó el hábitat y midió la diversidad de los roedores cricétidos en un bosque de roble en el Departamento del Cauca, Rojas (2008) estudió la composición y estructura de la comunidad de los pequeños mamíferos no voladores en una reserva forestal del flanco oriental de la Cordillera Central y recientemente Liévano-Latorre y López-Arévalo (2015) investigaron sobre la comunidad de mamíferos no voladores de un área periurbana andina en Cundinamarca.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de campo se realizó en un remanente de bosque altoandino (Aprox. 2902,3 ha) (Sitio 1: 2°31'8.02"N - 76°16'18.96"W y Sitio 2: 2°31'0.19"N - 76°15'22.68"W; Altitud: 3310 msnm), ubicado en la vereda Chuscales del corregimiento de Gabriel López, municipio de Totoró (Figura 1). El municipio de Totoró se encuentra ubicado en la zona oriental del Departamento del Cauca, con una extensión de 42198 ha distribuidas en alturas entre pisos bioclimáticos desde el subandino hasta el páramo, la mayor parte de su territorio es montañoso y su relieve corresponde a la cordillera central, cuenca alta del río Cauca (Alcaldía de Totoró, 2002).

Totoró limita por el norte con los municipios de Cajibío y Silvia, por el este con el municipio de Inzá, por el sur con el área en litigio entre el Departamento del Cauca y el Departamento del Huila, al igual que con los municipios de Puracé y Popayán y por el oeste con una parte de los municipios de Popayán y Cajibío.

Debido a las características del clima y el relieve, abunda el recurso hídrico. En el centro y oriente del municipio abundan las lagunas entre ellas se encuentran: La Herradura, Punta Brava, Guanacas La Palma, la Ciénaga de Calvache y las quebradas que generalmente se unen entre sí para desembocar a ríos y cursos mayores de caudal permanente y abundante que finalmente desaguan a la subcuenca del río Palacé y microcuenca del río Cofre y finalmente al río Cauca (Alcaldía de Totoró, 2002).

La red hídrica del municipio de Totoró hace parte de la Cuenca del Alto Cauca, está formada por el río Cauca y sus afluentes como son la subcuenca del río Palacé, microcuenca del río Cofre y corrientes superficiales importantes dentro del municipio como el río Molino, entre otros.

ÁREA DE ESTUDIO

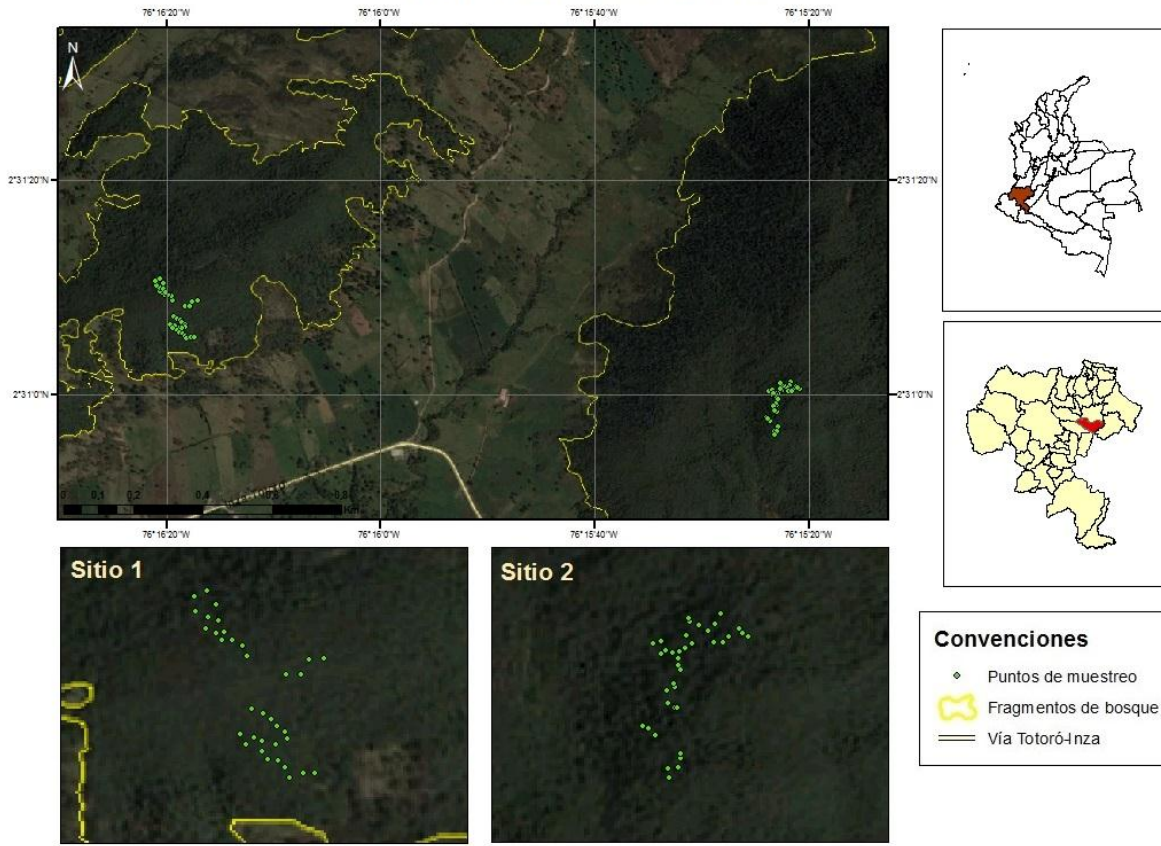


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio en el Departamento del Cauca, Municipio de Totoró, Vereda Chuscales (Mapa elaborado con Google Earth y ArcGis 10.3).

Según la Alcaldía de Totoró (2002), el corregimiento de Gabriel López se localiza al oriente del municipio de Totoró, tiene una extensión aproximada de 9203 km², geológicamente pertenece a las llamadas colinas intermontanas de la cordillera central y está situado en la franja de bosque altoandino-subpáramo, entre 3000-3500 msnm (Rangel, 2005), afectado por heladas y muy fuertes vientos.

La vereda Chuscales tiene un área aproximada de 2108 km² y está localizada en el extremo nororiental del área municipal, hace parte de la microcuenca de la quebrada Chuscales que tiene un área de 835 ha y la longitud de su cauce es de 7 km formando parte de la subcuenca del río Palacé (Alcaldía de Totoró, 2002). En esta zona predomina la actividad agropecuaria destinadas principalmente al cultivo de papa de diferentes variedades y a la producción de leche con sus derivados (Figura 2a y 2b).

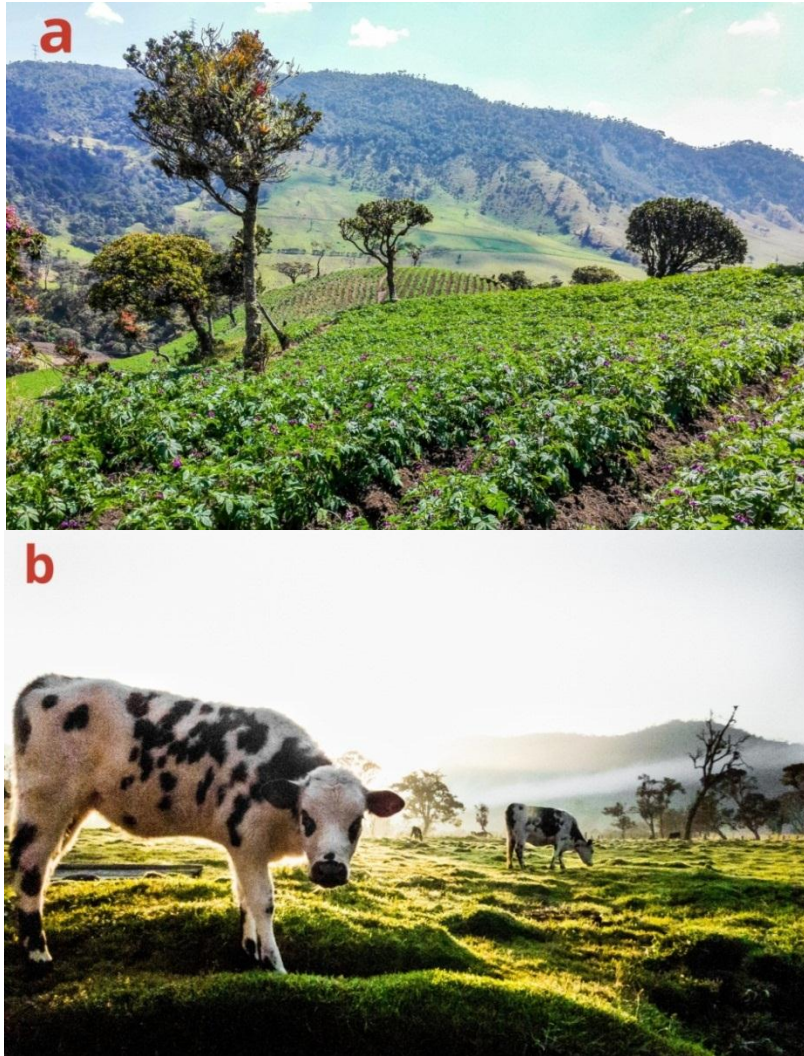


Figura 2. Uso del suelo en diferentes actividades agropecuarias en los alrededores del remanente de bosque altoandino: a) Cultivo de papa; b) Ganado vacuno.

4. METODOLOGÍA

4.1. MÉTODOS DE CAMPO

Se realizaron un total de 2 salidas de campo, el muestreo en el sitio 1 se realizó del 22 al 29 de junio del 2015 (temporada lluviosa) y el segundo muestreo en el sitio 2 se realizó del 29 de enero al 05 de febrero del 2016 (temporada de seca), con una duración de 8 días cada una. Para el muestreo se utilizaron trampas tipo Sherman, 50 medianas (23 cm x 7.5 cm x 9 cm) y 33 Grandes (38 cm x 10 cm x 11 cm).

En cada sitio de muestreo se realizó un transecto dividido en diferentes estaciones, en cada una se colocaron dos trampas (1 pequeña y 1 grande), que fueron cebadas con dos tipos de cebo, la primera mezcla compuesta de avena en hojuelas, maní tostado-molido, grasa animal (proporción 4:2:1), esencia de vainilla y esencia de banano (15 ml de cada esencia), el segundo tipo de cebo compuesto de avena en hojuelas, maní tostado-molido (proporción 2:1) y atún rayado en aceite (160 g), se alternaron de la siguiente manera: dos estaciones con el primer tipo de cebo y la siguiente con el segundo tipo, separando cada estación a una distancia aproximada de 10 m.

Todas las trampas se colocaron a nivel del suelo cerca de árboles, junto a troncos, sobre la hojarasca, dentro de cavidades o entre hierbas y arbustos, las estaciones fueron marcadas con una cinta plástica de color rojo en la que se anotó el número de la estación y el tipo de cebo del que estaba compuesta (Figura 3).

Las trampas fueron envueltas en vinipel® para prevenir el ingreso de agua, adicionalmente se introdujo algodón con el objetivo de facilitar un nido que protegiera del frío de la noche al individuo capturado. Todas las estaciones fueron revisadas diariamente y se cebaron de nuevo para garantizar la efectividad del cebo.



Figura 3. Estaciones con trampas tipo Sherman.

4.1.1. Caracterización de hábitat

Se delimitó un área circular de 9 m² alrededor de las estaciones con un radio de 1.7 m (Figura 4), además de utilizar para la medición de las variables de microhábitat una cuadrícula de 50 cm x 50 cm dentro del área del círculo (Figura 5).

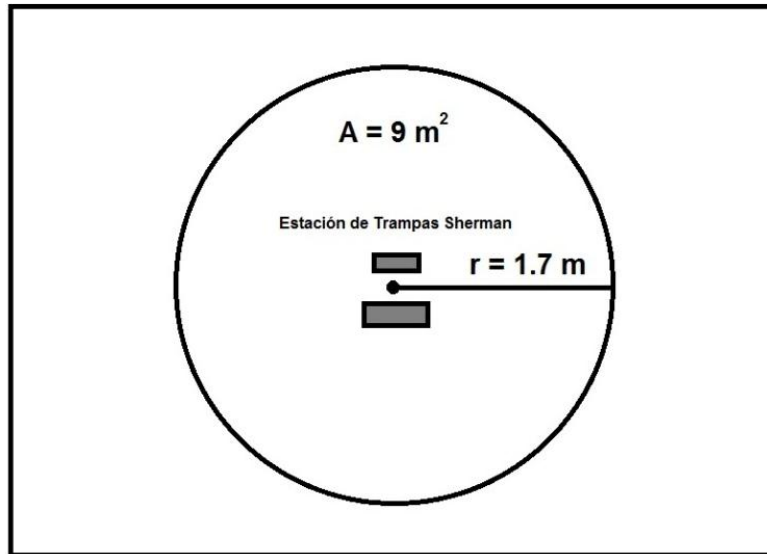


Figura 4. Representación del área usada para medir las variables de hábitat.



Figura 5. Cuadrícula usada para medir variables de hábitat en cada estación.

Tanto en los lugares de captura y no captura se tomaron datos de la ubicación geográfica y se midieron 28 variables descriptivas del hábitat (Tabla 1) en un formato de campo (Anexo A) basadas en el trabajo realizado por Pérez (2006).

Tabla 1. Variables a evaluadas en el bosque altoandino, para la caracterización de hábitat de los pequeños mamíferos no voladores.

CÓDIGO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN Y MÉTODO
01- ALTDOSEL	Altura del dosel.	Promedio de Altura aproximada (cm) del dosel en la estación de muestreo, medida con una vara métrica.
02- NUESTVER	Número de estratos verticales.	Conteo del número de estratos vegetales en la estación de muestreo, por apreciación visual (arbóreo, arbustivo y herbáceo).
03- CONTARBOL	Conteo de árboles.	Árboles > 12 m de altura dentro del círculo.
04- CONTSUBARB	Conteo de subarbóreos	Plantas cuyo intervalo está entre 5 a 12 m de altura dentro del círculo.
05- ALTARBOL	Altura de árboles.	Promedio de la altura (cm) de árboles mayores a 12 m de altura dentro del área del círculo.
06- ALTSUBARB	Altura de subarbóreos	Promedio de la altura (cm) de plantas entre 5 a 12 m de altura dentro del área del círculo.
07- ALTARBUST	Altura de arbustos.	Promedio de la altura (cm) de los arbustos, entre 1.5 a 5 m de altura dentro del área círculo, con una cinta métrica.
08- ALTHIERBA	Altura de las hierbas	Promedio de la altura (cm) de las hierbas cuyo intervalo está entre 0.3 y 1.5 m de altura

		dentro del área del círculo, medida con una cinta métrica.
09- ALTRASANT	Altura de plantas rasante	Promedio de la altura (cm) de las plantas rasantes <0.3 m de altura dentro del círculo, medida con una cinta métrica.
10- DAPARBOL	Diámetro del tronco de los árboles a la altura del pecho.	Diámetro (cm) del tronco de los árboles, medido a una altura de 1.5 m, obtenido a partir de la circunferencia por la siguiente formula: $DAP = CAP/\pi$, dentro del área del círculo.
11- DAPSUBARB	Diámetro de las plantas del estrato subarbóreo a la altura del pecho.	Diámetro (cm) del tronco de los individuos del estrato subarbóreo, medido a una altura de 1.5 m, obtenido a partir de la circunferencia por la siguiente formula: $DAP = CAP/\pi$, dentro del área del círculo.
12- DAPARBUST	Diámetro a la altura del pecho de los arbustos.	Igual que DAPARBOL pero solo se incluirán individuos con $DAP > 5$ cm.
13- COBARBOL	Cobertura del estrato árboles.	Porcentaje estimado de cobertura de árboles dentro del área del círculo.
14- COBSUBARB	Cobertura del estrato subarbóreo	Porcentaje estimado de cobertura de subarbóreos dentro del área del círculo.
15- COBARBUST	Cobertura del estrato arbustivo.	Porcentaje estimado de cobertura de arbustos dentro del área del círculo.
16- COBHIERBA	Cobertura de las hierbas.	Porcentaje estimado de hierbas medido con una cuadrícula de 50 cm x 50 cm, dentro del círculo.
17- COBORGANIC	Cobertura de la hojarasca.	Porcentaje de hojarasca

		estimado con una cuadrícula de 50 cm x 50 cm, dentro del círculo.
18- COBROCAS	Cobertura de las rocas.	Porcentaje estimado de rocas presentes en el suelo medido dentro del círculo.
19- COBTRONC	Cobertura de los troncos caídos.	Porcentaje estimado de troncos caídos en el suelo medido con la cuadrícula dentro del círculo.
20- COBSUELO	Cobertura del suelo desnudo.	Porcentaje estimado de suelo desnudo medido con la cuadrícula dentro del círculo.
21- COBBRIOF	Cobertura de briófitos.	Porcentaje estimado de briófitos presentes medidos en una cuadrícula de 50 cm x 50 cm, dentro del círculo.
22- COBDOSEL	Cobertura del dosel.	Porcentaje estimado por proyección de las sombras sobre el área del círculo.
23- PENLUZ	Penetración de la luz.	Medida en una cuadrícula de 50cm x 50cm (Pérez, 2006) dentro del círculo.
24- PROFHOJAR	Profundidad de la hojarasca.	Profundidad de la hojarasca (cm) medida aleatoriamente en 5 punto dentro el círculo, medida con una regla dispuesta de manera vertical.
25- NUCUEVAS	Número de cuevas.	Conteo de posibles cuevas de pequeños mamíferos no voladores, dentro del círculo.
26- SPVEGTOTAL	Número especies vegetales totales.	Conteo de especies vegetales totales mayores a 20 cm de altura dentro del círculo.
27- DIVALTFOLL	Diversidad de altura del follaje.	Índice de diversidad del Shannon-Wiener (H') de las alturas del follaje de los estratos

28- DISPALIM

Disponibilidad de alimento.

(August, 1983)

Conteo del número de frutos, semillas, hongos e insectos. Alimentos presente en el área del círculo, hasta una altura de 2 metros desde el suelo.

Los individuos capturados fueron transportados hasta el sitio de trabajo en campo para la toma de datos, que consistió en la fecha y hora de colecta, medidas morfométricas, características morfológicas y estado de desarrollo de sus órganos reproductivos, la disposición de las mamas y el peso. Todos estos valores y características fueron registrados en hojas de campo (Anexo B). Adicional a esto se realizó un marcaje en los individuos liberados, que consistió en cortar un mechón de pelo en la parte basal de la oreja para evitar recontar el mismo individuo en caso de recaptura (Figura 6).



Figura 6. Marcaje de roedor en parte basal de la oreja.

Finalmente se realizó la preparación de las pieles de los especímenes colectados y se extrajo el cráneo y esqueleto realizando la limpieza de estos para retirar cualquier residuo de carne, grasa y humedad. Este proceso fue necesario para su posterior

identificación e inclusión en la colección de mamíferos del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC).

4.2. MÉTODOS DE LABORATORIO

Los cráneos de los especímenes fueron limpiados manualmente y con la ayuda de escarabajos derméstidos, con el fin de retirar la mayor cantidad de tejido ajeno al tejido óseo, luego fueron lavados y secados para observar la estructura craneal de los pequeños mamíferos no voladores propuestas por diferentes autores (Anexos C al G).

4.2.1. Determinación taxonómica de ejemplares

La taxonomía sigue a Gardner (2007) y Patton *et al.* (2015). En especímenes colectados se tomaron las medidas estándar para mamíferos propuestas por Tirira (2008). La identificación de los ejemplares y los individuos liberados, se realizó por medio de la revisión de las claves taxonómicas de Patton *et al.* (2015), Gardner (2007), Cuartas-Calle y Muñoz (2003), Spencer y Cameron (1982), Hooper (1952), la revisiones realizadas por Hershkovitz (1962) y Hershkovitz (1941) además de las publicaciones de Weksler (2006), Voss (1988, 1993, 2003), Voss *et al.* (2001), Moreno y Román (2013), Moreno y Albuja (2012), Luna y Pacheco (2002), (Gómez-Laverde *et al.* (1997), y por último se realizaron las comparaciones con los especímenes depositados en la colección de referencia de mamíferos de la Universidad del Cauca (MHNUC).

Para determinar a qué especies correspondían los individuos capturados y que posteriormente fueron liberados, se realizó una comparación (con la ayuda de los datos morfométricos tomados a cada individuo antes de liberarlos) con diferentes publicaciones (referenciadas anteriormente) donde describen a cada especie asignándoles rangos de medidas e igualmente comparando estos datos con los obtenidos de los especímenes colectados en este trabajo.

4.3. ANÁLISIS DE DATOS

4.3.1. Esfuerzo y éxito de captura de los pequeños mamíferos no voladores

Las diferentes maneras de utilizar el espacio por parte de las distintas especies de pequeños mamíferos no voladores, pueden constituir un factor de incertidumbre al momento de calcular los valores de abundancia de sus poblaciones mediante un muestreo, por lo que una forma de disminuir esta incertidumbre consiste en medir la intensidad del muestreo (Polop *et al.*, 2003), por lo cual se midió el esfuerzo de muestreo y el éxito de captura. Según Gómez-Laverde (1994), el esfuerzo de captura (E.C) se define como el número total de trampas activas, multiplicado por el número de unidades de esfuerzo (total de noches de muestreo).

$$E.C = N^{\circ} T \times N^{\circ} UE$$

El éxito de captura (Ex.C) lo define como el porcentaje de la eficiencia del muestreo.

$$Ex.C = \left(\frac{C.T}{N^{\circ} T \times N^{\circ} UE} \right) \times 100$$

Dónde:

C.T = Número total de individuos capturados

N° T = Número de trampas activadas por noche

N° UE = Número de unidades de esfuerzo (total de noches de muestreo)

4.3.2. Análisis de la diversidad

4.3.2.1. Abundancia relativa de los pequeños mamíferos no voladores

Con el fin de realizar el reconocimiento y cuantificación aproximada de los pequeños mamíferos no voladores de la zona de estudio, se calculó la proporción de la

abundancia total correspondiente a individuos capturados de cada grupo taxonómico expresada en porcentaje.

4.3.2.2. Riqueza específica de los pequeños mamíferos no voladores

La riqueza de especies se refiere al número especies presentes en la comunidad, por lo que para medir el número de especies esperadas y comparar la diversidad de los pequeños mamíferos de la zona con otros trabajos realizados, se calculó la riqueza de especies por medio del índice de Jackknife de primer orden, al usar el número de especies que ocurrieron solamente en una muestra y así reducir el sesgo de los valores estimados al evitar la subestimación del verdadero número de especies de la comunidad de pequeños mamíferos no voladores (Moreno, 2001).

$$Jack\ 1 = S + L \frac{m - 1}{m}$$

Dónde:

S = Número de especies en la muestra

L = Número de especies que ocurrieron solamente en la muestra

m = Número de muestras

4.3.2.3. Estructura de los pequeños mamíferos no voladores

Se estimó el número de especies esperadas en base al número de especies raras de la muestra, al usar el índice de Chao 1 que se muestra a continuación.

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Dónde:

S = Número de especies en una muestra

a = Número de especies representadas por un único individuo en la muestra

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra

4.3.2.4. Representatividad del muestreo

Con el propósito de observar la representatividad del muestro de la comunidad estudiada en el remanente de bosque altoandino, se usó el índice de completitud que relacionó la riqueza observada en el muestreo con la riqueza estimada a partir de los índices de Jack 1 y Chao 1 (Flores-Maldonado *et al.*, 2015).

$$IC = \frac{S\text{ Obs}}{S\text{ Est}}$$

Dónde:

S Obs: Especies observadas en el muestreo

S Est: Especies estimadas mediante métodos de medición de riqueza y estructura

4.3.2.5. Abundancia proporcional de los pequeños mamíferos no voladores

En base al número total de especies capturadas y el valor de importancia de cada una de estas se usaron los siguientes índices que permitieron medir la dominancia y la equidad de la comunidad de pequeños mamíferos.

4.3.2.5.1. Dominancia de especies

Para establecer si existían especies dominantes en la comunidad de pequeños mamíferos se realizó el índice de Simpson (λ), que permitió medir la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en la muestra fueran de la misma especie.

$$\lambda = \sum P_i^2$$

Dónde:

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

- **Número efectivo de especies:** Con la finalidad de comparar la dominancia de especies en relación con la abundancia de estas se usó la serie de números de Hill, obteniendo una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa (Moreno, 2001).

$$NA = \sum P_i^{1/(1-A)}$$

De toda la serie los más importantes son:

N_0 = Número total de especies (S)

N_1 = Número de especies abundantes = $e^{H'}$

N_2 = Número de especies muy abundantes = $1/\lambda$

4.3.2.5.2. Equidad o uniformidad de la comunidad de pequeños mamíferos no voladores

Para medir la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies del muestreo realizado, se usó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, ya que este mide el grado promedio de incertidumbre al predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar (Moreno, 2001).

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Según lo planteado por Marrugan (1988) el valor de diversidad de Shannon-Wiener suele encontrarse entre 1,5 y 3,5 y raras veces supera el valor de 4,5, y considera diversidad baja en aquellos resultados que sean menores a 1,5.

Al medir la equidad o uniformidad de la comunidad de los pequeños mamíferos capturados teniendo en cuenta la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001) se calculó el índice de Pielou que indica si las especies encontradas son igualmente abundantes cuando el valor se acerca a 1.

$$J' = \frac{H'}{H' \max}$$

Dónde:

$$H' \max = \ln (S)$$

Otra medida utilizada para medir la equidad de la comunidad de pequeños mamíferos es el índice de Hill que usa los valores de abundancia de especies de los números de la serie de Hill. Este índice alcanza valores altos cuando la equidad es alta (dos o más especies co-dominan la comunidad) o bien cuando una especie domina incipientemente a la comunidad (Moreno, 2001).

$$E' = \frac{N2}{N1}$$

4.3.3. Análisis estadísticos

Con el fin de medir las características de hábitat de las especies encontradas, se realizaron diferentes análisis estadísticos que permitieron identificar las características de hábitat, usadas en los sitios de muestreo por las especies de pequeños mamíferos capturados y entre las estaciones de trampeo con capturas y sin capturas. Estos análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico IBM® SPSS® Statistics versión 24.0.0.0 y PAST versión 3.14.

4.3.3.1. Comparación de variables de hábitat

Para observar si las especies capturadas se encontraban en sitios con características de hábitat específicas, se realizó la prueba comparaciones múltiples

de Kruskal-Wallis, al elegir como hipótesis que cada una de las variables son iguales entre los sitios de captura y no captura, luego para identificar si entre especies existían diferencias relacionadas con el uso del hábitat, se analizaron las variables de hábitat de cada una de las cuatro especies más abundantes y nuevamente con una prueba Kruskal-Wallis se analizó dicha diferencia, asumiendo como hipótesis que cada una de las variables para cada especie son iguales.

4.3.3.2. Relación y selección de variables de hábitat

Con el propósito de eliminar las variables de hábitat que mostraran información redundante, los datos estandarizados obtenidos de cada variable fueron analizados mediante el análisis de componentes principales (ACP), para reducir las variables de hábitat a un menor número de componentes (Componente 1 y 2) y utilizar estos componentes para relacionar las 28 variables. Este análisis permitió observar las variables de hábitat que se encontraban más correlacionadas, dejando solo las que menos se correlacionaron y que mostraron mayor carga en cada uno de los componentes, pues el ACP es una técnica estadística que sintetiza la información (variables) al identificar patrones que resaltan sus semejanzas y diferencias, lo que permite reducir su dimensión (número de variables) a nuevos componentes que son la combinación lineal de las variables originales (Quinn y Keough, 2002).

4.3.3.3. Correlación entre las variables de hábitat y las especies

Al buscar posibles correlaciones entre las variables de hábitat y las especies de pequeños mamíferos no voladores capturados, se usaron las variables de hábitat seleccionadas previamente con el ACP. De esta manera se realizó el análisis de correspondencia canónica (ACC), que es una técnica estadística desarrollada en ecología para relacionar la composición de una comunidad con las variables medioambientales. Este análisis crea ejes continuos obtenidos por la combinación lineal de las variables ambientales, que permite observar si la variación de la comunidad (ocurrencia o abundancia de las especies) puede estar relacionada con la variación ambiental (Ter Braak, 1986).

5. RESULTADOS

5.1. Esfuerzo de muestreo y éxito de captura

En el periodo de muestreo hubo un total de 35 capturas y 34 individuos (una recaptura) con un esfuerzo de muestreo total de 1278 trampas-noche (Tabla 2).

Tabla 2. Datos descriptivos de las salidas de campo.

Sitio	N° Total de Trampas activas	N° Estaciones	N° Total noches de muestreo	N° capturas	Esfuerzo de captura (Trampas/noche)	Éxito de captura
1	72	36	7	15	504	2.98%
2	78	39	8	20	624	3.20%
Total	150	75	15	35	1278	\bar{x} 3.09%

5.1.1. Abundancia de pequeños mamíferos no voladores

El orden Rodentia fue el más abundante con 91% de representatividad (todos de la familia Cricetidae), seguido del orden Paucituberculata 6% (2 individuos Caenolestidos) y el orden Carnívora 3% (un representante de la familia Mustelidae) (Figura 7).

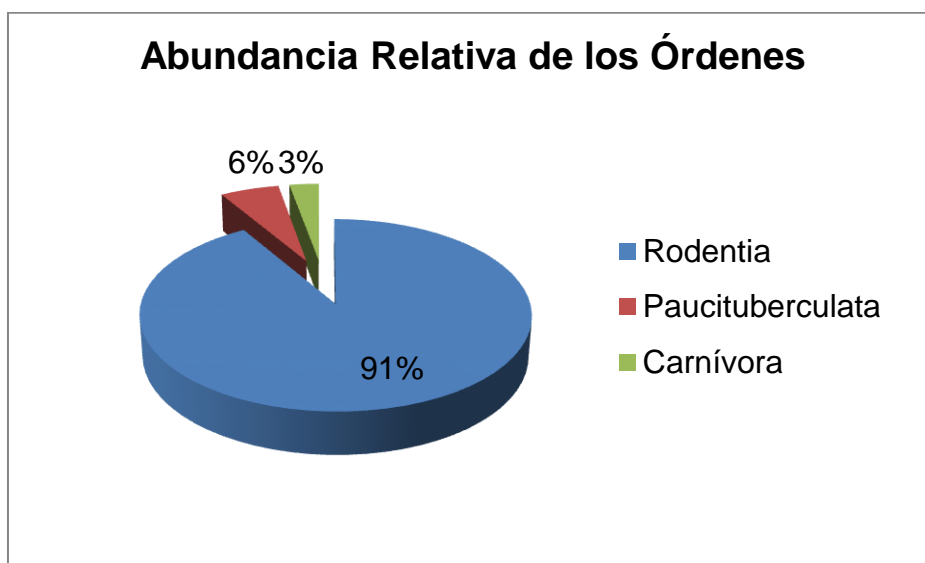


Figura 7. Abundancia relativa de los tres órdenes, obtenida a partir de las capturas.

Se identificaron 6 especies de pequeños mamíferos no voladores por medio de la revisión bibliográfica (Tabla 3) y por comparación con la colección de referencia de mamíferos del museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Los especímenes colectados se encuentran en proceso de inclusión en el catálogo de mamíferos y les fueron asignados temporalmente sus respectivos números de campo (DWMH-007 hasta DWMH-024)

Tabla 3. Abundancia relativa y referencias usadas para la determinación de las especies.

Orden	Especies	Capturas	%	Determinación taxonómica
Rodentia	<i>Thomasomys cf. cinereiventer</i>	16	46	(Patton <i>et al.</i> , 2015)
	<i>Thomasomys laniger</i>	7	20	(Patton <i>et al.</i> , 2015) (Gómez-Laverde <i>et al.</i> , 1997)
	<i>Thomasomys cinnameus</i>	4	11	(Patton <i>et al.</i> , 2015)
	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	5	14	(Patton <i>et al.</i> , 2015)
Paucituberculata	<i>Caenolestes fuliginosus</i>	2	6	(Gardner, 2007) (Ojala-Barbour <i>et al.</i> , 2013)
Carnivora	<i>Mustela frenata</i>	1	3	(Ramírez-Chaves y Mantilla-Meluk, 2009)

En el orden Rodentia la especie más abundante fue *Thomasomys cf. cinereiventer*, seguida de *Thomasomys laniger*, *Thomasomys cinnameus* y *Reithrodontomys mexicanus*, el orden Paucituberculata solo estuvo representado por la especie *Caenolestes fuliginosus* 6% al igual que el orden Carnívora con la especie *Mustela frenata* 3% (figura 8). Las fotografías de cada especie se pueden apreciar en la figura 9.

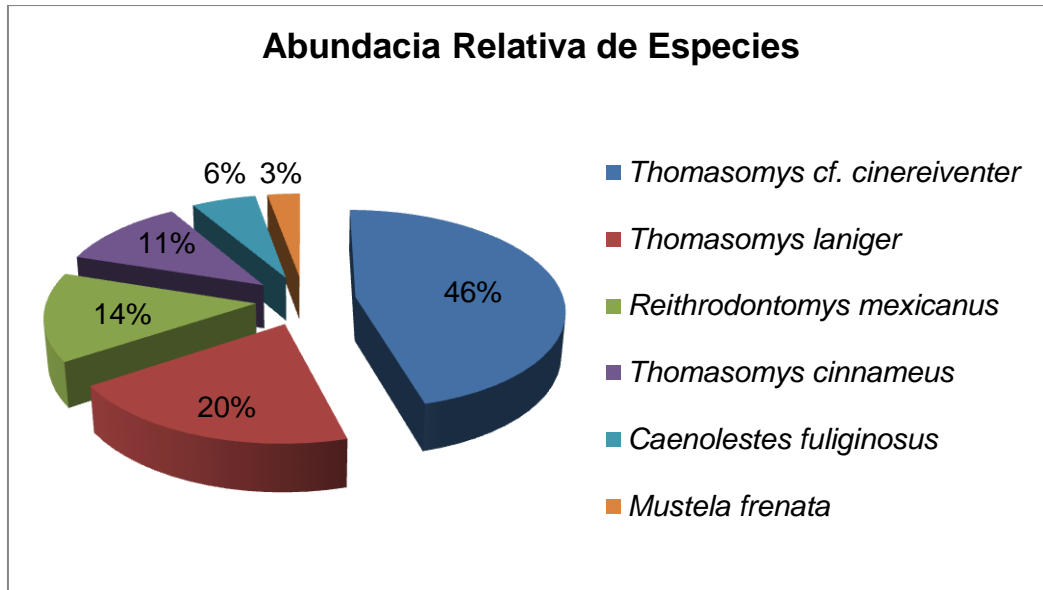


Figura 8. Abundancia relativa de la captura de los especies de pequeños mamíferos no voladores.



Figura 9. Especies de pequeños mamíferos no voladores capturados en el remanente bosque altoandino. (a) *Thomasomys laniger*. (b) *Reithrodontomys mexicanus*. (c) *Thomasomys cinnameus*. (d) *Thomasomys cf. cinereiventer*. (e) *Caenolestes fuliginosus*. (f) *Mustela frenata*.

5.1.2. Riqueza esperada

El número de especies registradas en fase de campo mostró como el número de especies se fue acumulando en función de los muestreos realizados en el remanente de bosque, observando en la curva de acumulación que en la octava noche se logra llegar al número de seis especies (Figura 10).

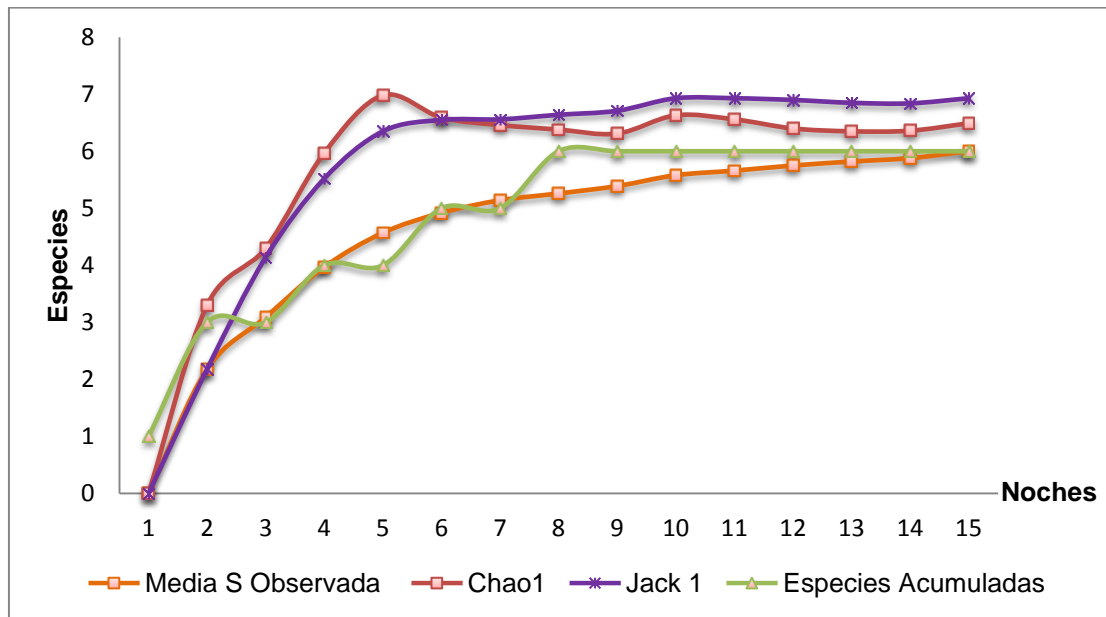


Figura 10. Curva de acumulación de especies y comparación con estimadores usados para el análisis de la riqueza específica de las muestras.

A partir de los valores de Chao 1 y Jackknife 1 se estimó la representatividad del muestreo determinando el nivel de completitud de los valores de riqueza, que se observan en la Tabla 4.

Tabla 4. Comparación con funciones usadas para el análisis de la riqueza específica de las muestras y la medición de la estructura.

	Riqueza estimada	Representatividad (%)
S Obs	6	
Chao 1	6,49	92,4
Jackknife 1	6,93	86,6

5.2. DIVERSIDAD DE ESPECIES

En el remanente de bosque ubicado en el corregimiento de Gabriel López se registraron 6 especies pertenecientes a 4 géneros y 3 órdenes. La ubicación taxonómica de las especies encontradas en el remanente de bosque de la vereda Chuscales se muestra a continuación (Tabla 5).

Tabla 5. Ubicación taxonómica de las especies capturadas.

Ubicación taxonómica
CLASE MAMALIA Linnaeus, 1758
Orden RODENTIA Bowdich, 1821
Suborden MYOMORPHA Brants, 1855
Familia CRICETIDAE G. Fischer, 1817
Subfamilia NEOTOMINAE Merriam, 1894
Género <i>Reithrodontomys</i> Giglioli, 1874
<i>Reithrodontomys mexicanus</i> Saussure, 1860
Subfamilia SIGMODONTINAE Wagner, 1843
Tribu Thomasomyini Steadman y Ray, 1982
Género <i>Thomasomys</i> Coues, 1884
<i>Thomasomys cinnamomeus</i> Anthony, 1924
<i>Thomasomys cinereiventris</i> Allen, 1912
<i>Thomasomys laniger</i> Thomas, 1985
Orden PAUCITUBERCULATA Ameghino, 1894
Familia CAENOLESTIDAE Trouessart, 1898
Género <i>Caenolestes</i> Thomas, 1895
<i>Caenolestes fuliginosus</i> Tomes, 1863
Orden CARNIVORA Bowdich, 1821
Familia MUSTELIDAE G. Fischer, 1817
Subfamilia MUSTELINAE G. Fischer, 1817
Género <i>Mustela</i> Linnaeus, 1758
<i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831

Los índices de diversidad presentados en la tabla 6, muestran la riqueza de especies en la comunidad de pequeños mamíferos $S=6$, indicando un valor alto comparándolo con el índice de Chao 1 y Jack 1 que muestran la riqueza esperada similar con las especies observadas en el muestreo, valores que se complementan con el índices de la dominancia de Simpson (0,723) y un valor de diversidad de Shannon-Wiener de 1,49.

Tabla 6. Índices de diversidad de la comunidad de pequeños mamíferos no voladores.

INDICE		COMUNIDAD
Riqueza específica (S)		6 especies
Chao 1		6,5
Jacknife 1		6,9
Índice de Simpson (λ)		0,7232
Serie números de Hill	N0	6
	N1	4,437
	N2	1,383
Índice de Shannon-Wiener (H')		1,49
Equidad de Pielou (J')		0,248
Equidad de Hill (E')		0,312

5.3. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT

Los análisis del hábitat relacionados con los sitios de Captura y No Captura que incluyen la información sobre la media, la desviación estándar y la prueba estadística de Kruskal-Wallis se presentan en la tabla 7, donde fueron excluidas 11 variables de hábitat de las 28 tomadas inicialmente para el muestreo en cada estación, ya que la desviación estándar fue superior a su respectiva media.

Tabla 7. Datos de análisis descriptivo y comparación de variables de hábitat entre los sitios de captura y no captura mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

VARIABLES	ESTACIONES		SIG Kruskal-Wallis P<0,05
	Capturas	No Capturas	
	n = 29 $\bar{X} \pm DE$	n =35 $\bar{X} \pm DE$	
ALTDOSEL	522,3 ± 320,9	657,5 ± 412,3	
NUESTVER	3,28 ± 0,59	3,37 ± 0,55	
ALTARBUST	246,5 ± 95,7	227,0 ± 89,27	
ALTHIERBA	68,52 ± 18,63	77,34 ± 22,51	0,052
ALTRASANT	15,19 ± 3,60	15,17 ± 3,71	
DAPARBUST	3,45 ± 3,01	2,87 ± 2,12	
COBARBUST	0,46 ± 0,30	0,33 ± 0,27	0,066
COBHIERBA	0,16 ± 0,16	0,28 ± 0,25	0,045
COBORGANIC	0,40 ± 0,32	0,49 ± 0,31	
COBBRIOF	0,46 ± 0,34	0,37 ± 0,30	
COBDOSEL	0,71 ± 0,19	0,66 ± 0,22	
PENLUZ	0,41 ± 0,27	0,43 ± 0,30	
PROFHOJAR	10,52 ± 5,43	10,17 ± 4,44	
NUCUEVAS	0,90 ± 0,67	1,11 ± 1,21	
SPTOTAL	9,4 ± 2,28	10,06 ± 2,11	
DIVALTFOLL	0,69 ± 0,15	0,71 ± 0,16	
DISPALIM	1,41 ± 1,55	1,54 ± 1,56	

La prueba de comparaciones múltiples para los sitios de captura y no captura muestra que la cobertura de hierbas (COBHIERBA) es la única variable de hábitat que presentó una diferencia estadísticamente significativa entre las estaciones mostrando que las estaciones donde fueron capturados los pequeños mamíferos poseen una proporción de cobertura herbácea menor ($\bar{X}=0,16 \pm 0,16$) en comparación con los sitios de no captura ($\bar{X}= 0,28 \pm 0,25$). Otras variables de hábitat como la altura de la hierba (ALTHIERBA) y la cobertura de los arbustos (COBARBUST) estuvieron cerca de la significancia estadística.

Para los análisis del hábitat relacionados con las especies solo se incluyeron las 4 especies de roedores que tuvieron mayor número de capturas (*T. cf. cinereiventer*, *T. laniger*, *R. mexicanus* y *T. cinnameus*), la especie *Caenolestes fuliginosus* con 2 capturas y *Mustela frenata* con 1 captura no fueron analizados. La información sobre la media, la desviación estándar y la prueba estadística de Kruskal-Wallis de las especies incluidas se describen a continuación (Tabla 8), descartando las variables de hábitat cuya desviación estándar fue superior a su respectiva media.

Tabla 8. Datos de análisis descriptivo y comparación de variables de hábitat de cuatro especies de roedores mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

VARIABLES	ESPECIES				SIG K-W P<0,05
	<i>T. cf. cinereiventer</i>	<i>T. laniger</i>	<i>R. mexicanus</i>	<i>T. cinnameus</i>	
	n=15 $\bar{X} \pm DE$	n=7 $\bar{X} \pm DE$	n=5 $\bar{X} \pm DE$	n=4 $\bar{X} \pm DE$	
ALTDOSSEL	547,0 ± 322,5	382,6 ± 164,0	308,6 ± 114,4	715,0 ± 347,7	
NUESTVER	3,27 ± 0,70	3,14 ± 0,38	3,0 ± 0,0	3,25 ± 0,50	
ALTARBUST	263,4 ± 99,4	252,3 ± 67,4	254,5 ± 92,5	172,1 ± 118,1	
ALTHIERBA	67,40 ± 21,68	73,55 ± 10,55	77,60 ± 17,94	75,82 ± 16,61	
ALTRASANT	14,88 ± 3,96	14,67 ± 4,63	13,74 ± 2,82	15,99 ± 3,47	
DAPARBUST	3,46 ± 3,23	3,14 ± 1,83	3,40 ± 2,42	3,40 ± 4,09	
COBARBUST	0,41 ± 0,30	0,48 ± 0,33	0,50 ± 0,26	0,45 ± 0,35	
COBHIERBA	0,14 ± 0,14	0,23 ± 0,16	0,14 ± 0,13	0,31 ± 0,23	
COBORGANIC	0,38 ± 0,29	0,37 ± 0,24	0,65 ± 0,32	0,40 ± 0,33	
COBBRIOF	0,50 ± 0,35	0,53 ± 0,25	0,19 ± 0,14	0,41 ± 0,39	
COBDOSEL	0,71 ± 0,23	0,63 ± 0,26	0,71 ± 0,14	0,70 ± 0,08	
PENLUZ	0,45 ± 0,34	0,63 ± 0,29	0,38 ± 0,23	0,48 ± 0,27	
PROFHOJAR	12,89 ± 5,55	8,59 ± 4,88	6,58 ± 3,97	13,90 ± 1,73	0,037
NUCUEVAS	1,0 ± 0,75	0,57 ± 0,79	0,60 ± 0,55	1,00 ± 0,00	
SPVEGTOTAL	8,73 ± 2,22	9,86 ± 2,55	9,4 ± 1,67	10,00 ± 2,58	
DIVALTFOLL	0,66 ± 0,17	0,71 ± 0,13	0,70 ± 0,11	0,66 ± 0,15	
DISPALIM	1,40 ± 1,68	1,14 ± 0,90	1,60 ± 1,14	2,75 ± 2,22	

La variable de hábitat profundidad de la hojarasca (PROFHOJAR) fue la única diferente estadísticamente entre las especies analizadas.

5.3.1. Selección de las variables de hábitat y relación con los sitios de captura-no captura

Se hizo un primer análisis de componentes principales, con el que se descartaron variables que presentaron cargas similares dentro de los mismos componentes. De este análisis se obtuvieron un total de seis variables de hábitat con menores correlaciones y mayores cargas dentro de cada componente, que luego fueron analizados nuevamente, siendo la diversidad de la altura del follaje, el número de estratos verticales, el DAP de subarbóreos, la altura del dosel, la cobertura del dosel y la altura de las hierbas las variables que cumplían con lo descrito anteriormente. El resultado final fue una matriz de covarianza, donde los primeros dos componentes explicaron el 69,2% de la variación (Tabla 9).

Tabla 9. Matriz de covarianza del análisis de componentes principales (ACP) de las variables de hábitat analizadas con los componentes con mayor porcentaje de varianza.

Covarianza		
Componente	Valores Propios	Porcentaje de Varianza
1	2.647	44.113
2	1.507	25.112

Las cargas de cada una de las variables seleccionada con el ACP y que están basadas en los respectivos coeficientes (Figura 11) mostraron que los dos primeros componentes explican mejor las variables analizadas. El diagrama de las cargas muestra que el componente 1 explica mejor el número de estratos verticales, el DAP de la vegetación subarbórea y la altura del dosel, mientras que el componente 2 explica la diversidad de la altura del follaje y la altura de las hierbas.

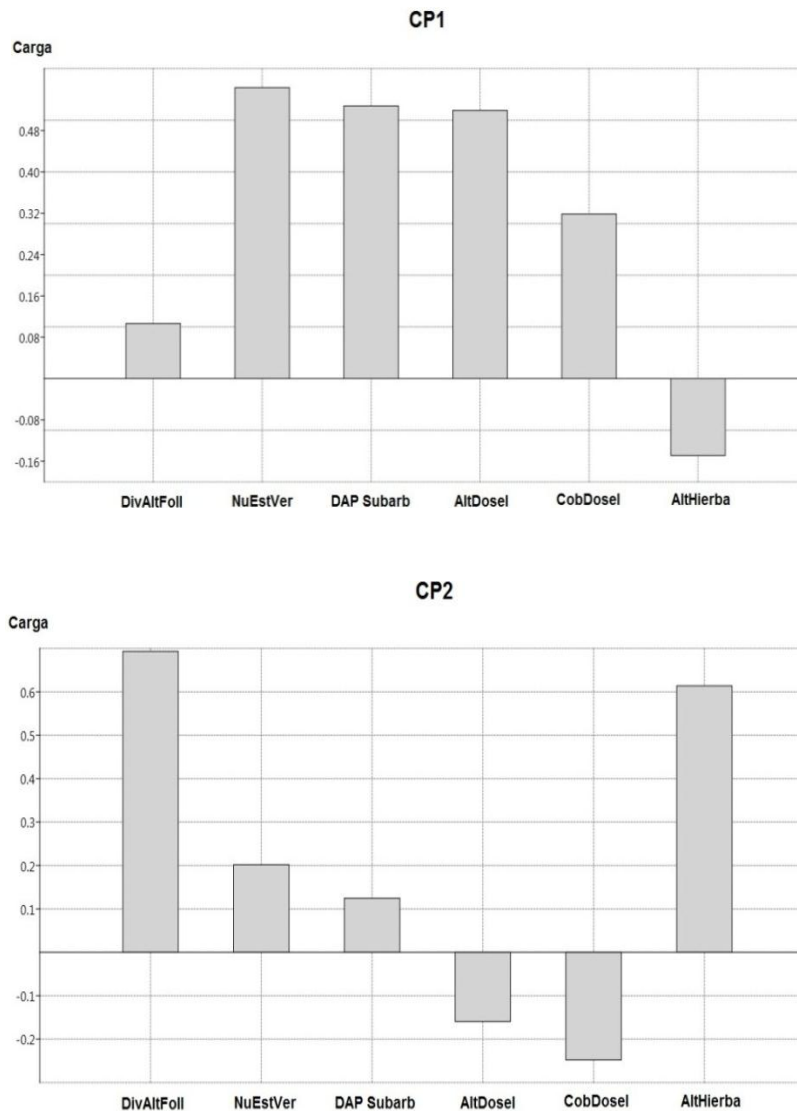


Figura 11. Carga de los dos primeros componentes principales para cada una de las variables de hábitat.

El diagrama de dispersión de puntos del ACP para cada sitio que está basado en la covarianza y que muestra los vectores de las seis variables de hábitat (Figura 12), muestra que las estaciones de captura y no captura se distribuyen por toda la gráfica en los componentes 1 y 2, descartando algún tipo de agrupación. Se observa que la mayoría de las estaciones del primer sitio de muestreo (puntos y círculos en color negro) se encuentran en dirección opuesta a la carga de los vectores calculados para las variables de hábitat de la altura de dosel, cobertura de dosel, DAP de subárboles y número de estratos verticales, indicando que el primer sitio de

muestreo se caracteriza por tener poca altura y escasa cobertura de dosel, pocos estratos verticales, y vegetación subarbórea con DAP pequeño.

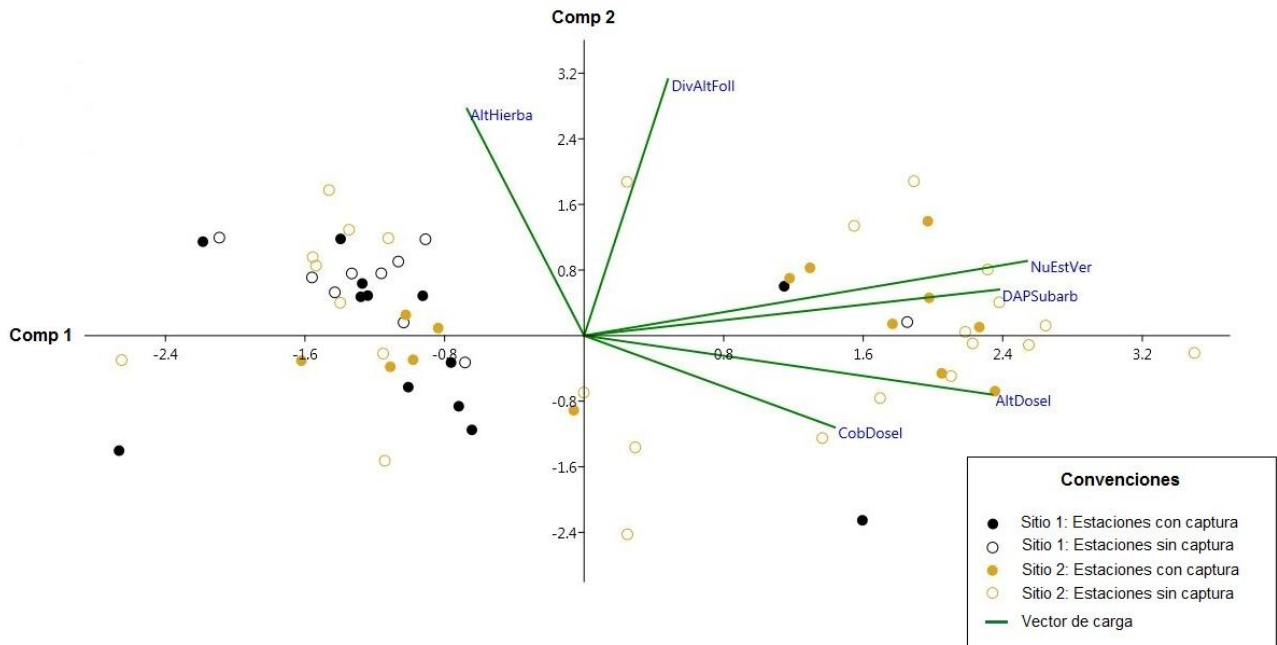


Figura 12. Relación entre las variables de hábitat, las estaciones y los sitios de muestreo, obtenidas a partir del Análisis de componentes principales (CP1-CP2).

5.3.2. Variables de hábitat y correlación con especies de pequeños mamíferos no voladores

Para establecer la relación entre las especies y las variables de hábitat se realizó un análisis de correspondencia canónica (ACC) que dio como resultado una matriz donde los primeros dos ejes explican el 84,6% de las correlaciones entre las especies y las variables de hábitat usadas (Tabla 10).

Tabla 10. Matriz obtenida a partir del ACC, donde se observan los dos primeros ejes obtenidos y el porcentaje de importancia de cada uno.

Ejes	Valores propios	%
1	0,376	45,25
2	0,328	39,39

Los puntajes para el ACC de las correlaciones entre cada eje y las variables ambientales (Tabla 11) muestran que el primer eje representa principalmente el número de estratos verticales y en menor medida la altura del dosel, el DAP de la vegetación subarbórea y la diversidad de la altura del follaje, además este eje está correlacionado negativamente con la altura de las hierbas. El eje 2 está positivamente correlacionado con tres variables (Altura de dosel, número de estratos verticales y el DAP de subárboles), pero en mayor medida con la altura del dosel.

Tabla 11. Puntaje de los dos primeros ejes del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC).

Variables de hábitat	Eje 1	Eje 2
AltDosel	0,277	0,426
NuEstVer	0,425	0,074
Althierba	-0,285	-0,073
DAPSubarb	0,271	0,255
CobDosel	0,059	-0,054
DivAltFoll	0,265	-0,215

La gráfica del ACC (Figura 13) muestra que las especies de roedores *Thomasomys laniger* y *Reithrodontomys mexicanus* están asociadas con bajas alturas de dosel compuestas por hierbas altas y vegetación subarbórea con DAP pequeño, mientras que *Thomasomys cf. cinereiventer* no se encuentra asociado con ninguna variable en particular. Por otra parte la especie *Thomasomys cinnamomeus* estuvo relacionada con lugares donde la diversidad de la altura del follaje y la cobertura de dosel eran bajas.

El resultado del análisis de correspondencia canónica para *Caenolestes fuliginosus* (2 individuos) y *Mustela frenata* (1 individuo) se encuentra por fuera del intervalo de confianza del 95% por lo que se descartó el análisis para estas dos especies.

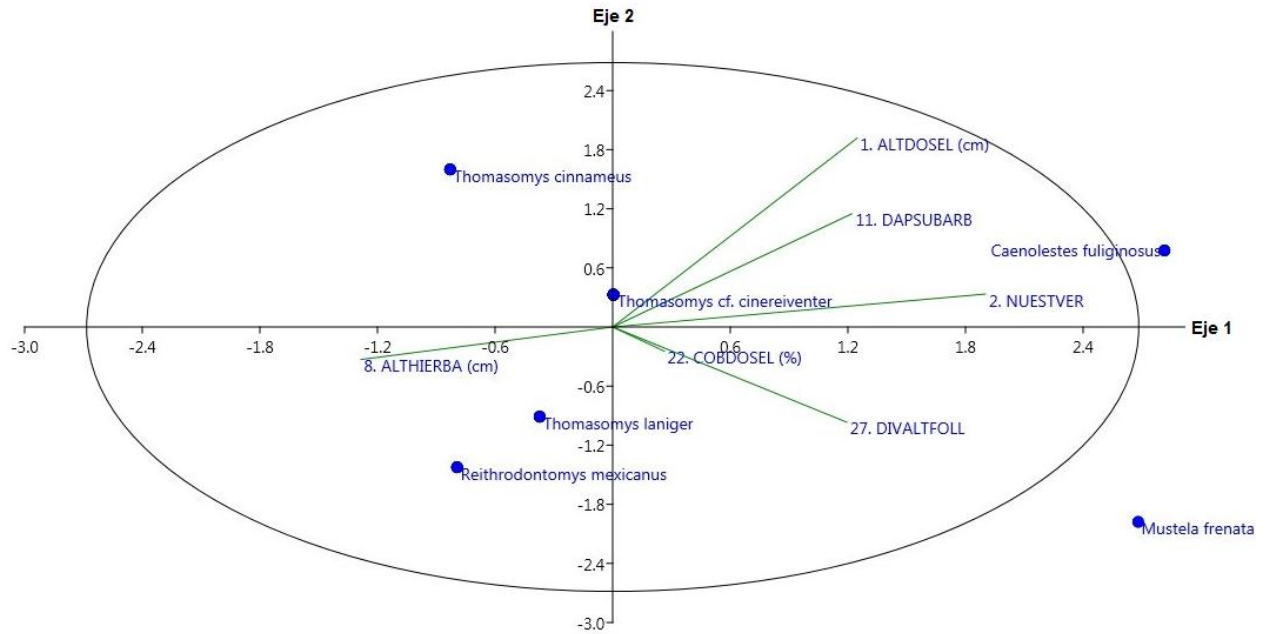


Figura 13. Correlación entre las especies capturadas y las variables de hábitat seleccionadas, obtenido mediante el análisis de correspondencia canónica (Eje 1-Eje 2).

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Éxito de captura

El esfuerzo de muestreo (1278 Trampas/noche) y éxito de captura (3,09%) en este trabajo es bueno comparado con estudios previos de mamíferos realizados en Colombia, como el inventario de mamíferos en los Andes centrales de Colombia (Sánchez *et al.*, 2004) donde el éxito de captura es menor a pesar de tener un esfuerzo de muestreo mayor, asimismo al comparar el estudio de los pequeños mamíferos periurbanos andinos en Cundinamarca (Liévano y López, 2015), se observó que el esfuerzo de muestreo y éxito de captura eran similares al que se obtuvo en el remanente de bosque altoandino de Gabriel López.

Por su ubicación geográfica sobre la cordillera central o por su ubicación altitudinal otros estudios son comparables con este trabajo, como los realizados en el Departamento del Tolima (Prado y Bejarano, 2009; Rojas, 2008), el estudio ecológico de los pequeños mamíferos en la Reserva Ecológica Carpanta (López-

Arevalo *et al.*, 1993) y el trabajo realizado por Ramírez y Pérez (2007) sobre los mamíferos de un fragmento de bosque de roble en el Departamento del Cauca. Los resultados de estas investigaciones se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12. Comparaciones del esfuerzo de muestreo y éxito de captura de diferentes estudios relacionados con los pequeños mamíferos no voladores.

Sitio	Altitud (m.s.n.m)	Esfuerzo muestreo (Trampas/noche)	Éxito de captura (%)
Remanente de bosque-Gabriel López (Cauca) presente estudio	3300	1278	3,09
Bosque de Roble (Cauca) (Ramírez y Pérez, 2007)	1700 - 1800	2484	0,97
Reserva forestal Bellavista (Tolima) (Rojas, 2008)	1628 - 2469	1800 - 1910	0,8
Reserva Natural Ibanasca (Tolima) (Prado y Bejarano, 2009)	2000 - 3000	720	1,66 – 4,16
Reserva Río Blanco (Caldas) (Sánchez <i>et al.</i> , 2004)	2600	1391	1,72
Reserva Biológica Carpanta (Cundinamarca) (López- Arévalo <i>et al.</i> , 1993)	3000 – 3100	7000	4,31
Reserva Passiflora (Cundinamarca) (Liévano y López, 2015)	2600 - 3000	1160	3,28

Hay que considerar que existen múltiples factores que influyen en el éxito de captura de los pequeños mamíferos no voladores, como son el tipo y la cantidad de trampas usada, el tiempo que permanecen activas, el tipo de cebo usado, las condiciones ambientales de la zona y el estado de alteración del lugar (la presencia de potreros, cultivos y asentamientos humanos cercanos), ya que para este muestreo solo se utilizaron trampas tipo Sherman. Además, en el primer sitio donde se instalaron las trampas se observaron helechos quemados sugiriendo que en la zona hubo un incendio años atrás (Figura 14a), información que fue corroborada con los habitantes de la zona y en el segundo sitio se observaron algunos claros de bosque con indicio

de tala de árboles (Figura 14b), ambas situaciones pudieron influir de alguna manera en la captura de estos pequeños mamíferos.



Figura 14. Evidencia de alteración del hábitat. (a) Incendios y (b) tala de árboles en el remanente de bosque altoandino.

6.2. Abundancia, Riqueza y Diversidad

Con este trabajo se confirma la distribución de cuatro especies de roedores en el Departamento del Cauca (*Thomasomys cf. cinereiventer*, *Thomasomys laniger*, *Thomasomys cinnameus* y *Reithrodontomys mexicanus*) así como la presencia de las especies *Caenolestes fuliginosus* y *Mustela frenata*, que se encontraron a una altitud de 3300 msnm., también se obtuvo un nuevo registro de las distribución dentro del Departamento del Cauca de *T. laniger* (registrada hasta ahora en el municipio de Puracé) *R. Mexicanus* y *M. frenata*, que no se encontraban registrada en esta zona, estos datos fueron comparados con el listado de mamíferos del Departamento del Cauca (Ramírez-Chaves y Pérez, 2010). Además, se reporta la ampliación altitudinal de la especie *R. mexicanus* y *T. cinnameus* que se encuentran reportadas hasta los 3000 y 3200 msnm respectivamente (Solari *et al.*, 2013).

La presencia de diferentes especies de roedores del genero *Thomasomys* puede deberse a que los andes tropicales son más ricos a niveles taxonómicos superiores como las tribus y géneros, especialmente en altitudes elevadas (Mena *et al.*, 2012), por otra parte la poca abundancia relativa de *C. fuliginosus* y *Mustela frenata* puede

estar relacionado con la selectividad y esfuerzo del muestreo más que por su verdadera abundancia en la zona.

Para el muestreo en el remanente de bosque altoandino, la riqueza de la comunidad de pequeños mamíferos no voladores mostró una buena representatividad ($S=6$), ya que en otros trabajos como el realizado por Prado y Bejarano (2009) se obtuvieron un total de 7 especies de pequeños mamíferos que fueron capturados en tres zonas altitudinales, encontrando solo 2 especies para el bosque altoandino, el presente trabajo también es comparable con el estudio realizado por Liévano y López (2015) en una zona periurbana con cinco unidades de vegetación, que dio como resultado la captura de 9 especies de pequeños mamíferos no voladores, de las cuales 5 especies se encontraron en el bosque altoandino y finalmente en el muestreo de la Reserva Biológica Carpanta (López-Arévalo *et al.*, 1993) se capturaron 10 especies de pequeños mamíferos no voladores distribuidas en tres tipos de vegetación (Bosque, ecotono y páramo) de las cuales 4 especies se encontraron dentro del Bosque.

Dicha riqueza también se encuentra representada en los valores porcentuales altos obtenidos con el índice de Chao 1 y Jackknife 2 (92,4% y 86,6%, respectivamente), que se observan en la curva de acumulación de especies que alcanzó la asíntota, por lo tanto el esfuerzo de muestreo fue suficiente para capturar una alta proporción de especies en la zona, lo que indica que hay una buena representatividad en el muestreo, que puede deberse al uso del remanente de bosque altoandino como refugio de las especies encontradas, pues según Cuautle (2007) el número de especies de un lugar se incrementa conforme aumenta la heterogeneidad del ecosistemas, esto debido a que tanto a nivel de macrohábitat como de microhábitat, con la heterogeneidad aumenta la posibilidad para encontrar refugio, alimento, cobertura vegetal y protección ante depredadores.

La diversidad de pequeños mamíferos no voladores de este trabajo ($H' = 1,49$) es similar a otros estudios como el realizado por Reinoso *et al.* (2008) en el Departamento del Tolima ($H' = 1,039$ y $H' = 1,144$) o el trabajo realizado por Pérez (2006) en el Departamento del Cauca ($H' = 1,22$). Este valor de diversidad es bueno si se tiene en cuenta que se encontraron alteraciones en el ecosistema (incendios y

tala de árboles), producto de actividades humanas que conducen a la homogenización de la estructura y la cobertura vegetal del remanente de bosque, lo que promueve la pérdida de la diversidad de la zona (Cuautle, 2007) asimismo, hay que considerar que la riqueza de los pequeños mamíferos generalmente disminuye con la altura en los andes tropicales (Mena *et al.*, 2012).

Al determinar la equidad de la comunidad de pequeños mamíferos no voladores la serie de números de Hill indica que existe una especie más abundante ($N_2 = 1,383$), el índice de dominancia de Simpson es alto ($\lambda = 0,732$) y el resultado de los índices de equidad de Pielou y Hill fueron bajos ($J' = 0,248$ y $E' = 0,312$), valores que explican la dominancia de la especie *Thomasomys cf. cinereiventer* (15 capturas), resultado que contrasta con el trabajo realizado por Rojas (2008) quien encontró solo 1 individuo de esta especie en un rango altitudinal de 1628 a 2469 msnm, lo que sugiere que esta especie puede estar mejor adaptada a hábitats con mayor altitud (superior a 2500 msnm) como ecosistemas montañosos o altoandinos (Tirira, 2008 y Mena *et al.*, 2012) y posiblemente existe una relación entre su competitividad frente a la explotación de los recursos y la eficiencia contra la depredación (Campbell y Reece, 2007) que le da cierta ventaja frente a las demás especies, por lo que este roedor puede influir sobre toda la comunidad de pequeños mamíferos no voladores y puede ejercer un control sobre la presencia o distribución de otras especies en el remanente de bosque estudiado.

6.3. Caracterización de hábitat

La diferencia significativa de la variable que evaluaba la cobertura herbácea entre los sitios de captura y no captura, indica que la comunidad de pequeños mamíferos no voladores capturados frecuenta lugares donde hay poca cobertura de hierbas dentro del remanente de bosque, sugiriendo que las especies capturadas usan zonas donde predominan coberturas con estratos intermedios como el arbustivo. Por otra parte, a pesar de que el análisis para comparar estos dos sitios solo mostró diferencias para la variable de la cobertura herbácea, los valores de las otras variables obtenidos a partir de la toma de datos en cada estación, es importante pues según Pérez (2006) los análisis que tienen como propósito evaluar los sitios de

captura y no captura son importantes porque indican la utilización del hábitat que realizan las especies capturadas en un área específica.

La diferencia de la profundidad de la hojarasca entre las cuatro especies de roedores muestra que *Thomasomys cf. cinereiventer* y *Thomasomys cinnameus* frecuentan lugares dentro del bosque donde la profundidad de la hojarasca es mayor, mientras que *Thomasomys laniger* y *Reithrodontomys mexicanus* prefieren sitios donde la hojarasca no es tan profunda. Estos resultados son similares a las observaciones de algunas especies de pequeños mamíferos realizada por Díaz de Pascual (1993) en una selva nublada, en la que plantea que algunas especies de pequeños mamíferos están relacionadas con los estratos arbustivos y la cantidad de hojarasca depositada en el suelo, mientras que otras especies prefieren solo la vegetación herbácea y arbustiva.

La información proporcionada mediante el análisis de componentes principales sobre la relación entre las estaciones de captura-no captura de las especies y las variables de hábitat seleccionadas, mostró que las estaciones comparten características de hábitat similares, pues no existe agrupación de los puntos en la gráfica obtenida en relación a la captura de los pequeños mamíferos no voladores registrados, esto posiblemente se debe a que las áreas muestreadas no eran tan heterogéneas como se esperaba, ya que cuando existe poca correlación entre las variables de hábitat los sitios de captura suelen ser menos heterogéneos (Cuautele, 2007), además hay que considerar la forma en la que estas especies usan su hábitat, ya que puede estar determinada por la heterogeneidad del ecosistema, que a su vez influye en la distribución de los recursos, la abundancia relativa de dichas especies y su distribución espacial (Díaz de Pascual, 1993).

Los resultados del estudio de la correlación entre las variables de hábitat y las cuatro especies de pequeños mamíferos no voladores analizadas, presentan diferencias en la selección de las características del hábitat. Se encontró que *T. laniger* y *R. mexicanus* están más relacionadas con la vegetación herbácea alta y la vegetación subarbórea con DAP pequeño, mientras que *T. cinnameus* está relacionada con lugares donde la diversidad de la altura del follaje y la cobertura del dosel son bajas, estas características de hábitat concuerdan con lo descrito por Tirira (2008), quien

menciona que los roedores del género *Thomasomys* trepan troncos a bajas alturas cerca al suelo y prefieren bosques con abundante vegetación arbustiva. Al igual que los roedores del género *Reithrodontomys* que a pesar de ser organismos principalmente terrestres, son buenos trepadores que suelen buscar refugio ya sea en la base de los árboles, sobre ellos o trepando arbustos.

Pérez-Torres (1994) plantea que estas diferencias probablemente se deben a que algunas especies son más selectivas que otras, como resultado de la manera en la que cada una utiliza su hábitat y así mismo, su distribución espacial es el resultado de la heterogeneidad ambiental que determina la existencia de varios tipos de vegetación que brinda hábitats contrastantes y proporcionan zonas de alimentación o nidación.

La relación de *T. cf. cinereiventer* es similar entre todas las variables de hábitat por lo que esta especie no tiene ninguna asociación específica con alguna variable de hábitat que favorezca su presencia en este remanente de bosque, esto puede sugerir que *T. cf. cinereiventer* se comporta como una especie generalista que hace uso de diferentes condiciones ambientales y recursos, razón que podría explicar su mayor abundancia relativa y su dominancia en comparación con las otras especies de pequeños mamíferos no voladores, ya que según Díaz de Pascual (1993) las diferencias en la manera como las especies seleccionan el ambiente es el resultado de la variación de las características del hábitat, no de las interacciones entre las especies y la abundancia relativa de las especies es el reflejo de la capacidad que estas poseen de seleccionar su hábitat.

La interacción entre los pequeños mamíferos no voladores y su hábitat no solo está determinada por variables relacionadas con la estructura de la vegetación de un sitio en particular, es por esto que se deben tener en cuenta otros métodos que permitan determinar las características de hábitat de las especies, como por ejemplo la comparación entre diferentes tipos de vegetación realizada por López-Arevalo *et al.* (1993) quien estudió la ecología de mamíferos en un bosque andino y páramo encontrando una mayor diversidad en la zona de ecotono y el trabajo realizado por Cuautle (2007), quien midió la diversidad de roedores en relación con la

heterogeneidad ambiental, comparando cinco tipos de hábitats diferentes. Además, se deben realizar muestreos que incluyan diferentes meses del año, que permitan medir variables climáticas relacionadas con las temporadas de húmedas y secas como el realizado por *Pozo et al.* (2006) quien concluyó que la diversidad de roedores es diferente en época lluviosa y seca por cambios en el comportamiento de algunas variables ambientales como la temperatura, la precipitación y humedad relativa.

7. CONCLUSIONES

- El esfuerzo de muestreo (1278 trampas/noche) y el éxito de captura (3.09%) para este estudio permitió obtener una buena representatividad de las especies de pequeños mamíferos del remanente de bosque altoandino.
- Las especies más abundantes fueron *Thomasomys cf. cinereiventer* con un 46% y *Thomasomys laniger* con un 20%, seguidas de *Reithrodontomys mexicanus* con 14%, *Thomasomys cinnameus* con un 11%, *Caenolestes fuliginosus* con un 6% y finalmente *Mustela frenata* con un 3%, confirmando la presencia de una alta abundancia del género *Thomasomys* en la región andina.
- Se reporta la presencia de las especies *T. laniger*, *R. mexicanus* y *M. frenata* en el municipio de Totoró y la ampliación del rango altitudinal para Colombia de *R. mexicanus* y *T. cinnameus* hasta los 3300 msnm.
- El remanente de Bosque altoandino ha sido afectado por quema y tala de árboles lo que pudo influir en la diversidad de Shannon-Wiener de la comunidad de pequeños mamíferos no voladores de la zona estudiada.
- No existe igualdad entre la abundancia de las especies de pequeños mamíferos no voladores pues los índices de equidad de Pielou y Hill fueron bajos, esto debido a la dominancia de *T. cf. cinereiventer*.

- La cobertura de las hierbas y la profundidad de la hojarasca son variables que influyen en las características del hábitat de la comunidad del remanente de bosque altoandino estudiado, ya que resultaron significativas al compararlas entre los sitios de captura-no captura y entre las especies.
- Las especies *T. laniger* y *R. mexicanus* están relacionadas con la vegetación herbácea alta y la vegetación subarbórea con DAP pequeño y lugares con poca profundidad de hojarasca.
- La especie *T. cinnameus* está relacionada con lugares donde la diversidad de la altura del follaje y la cobertura del dosel son bajas.
- La especie *T. cf. cinereiventer* no tiene ninguna asociación específica con alguna de las variables de hábitat seleccionadas lo que podría explicar su éxito en este tipo de hábitat.

8. RECOMENDACIONES

- Aunque el éxito de captura y el esfuerzo de muestreo fueron suficiente para la captura de los pequeños mamíferos de este trabajo, es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo en este tipo de estudios, con el objetivo de capturar especies raras que pueden habitar en estos ecosistemas altoandinos.
- Para futuros trabajos que tengan como objetivo el estudio del hábitat de los pequeños mamíferos no voladores, se debe incluir más variables de hábitat, buscar sitios más heterogéneos y hacer comparaciones con otro tipo de ecosistemas andinos, que permitan tener un registro completo y variado de las características del hábitat de estos organismos.
- Es necesario implementar estrategias de conservación de este bosque altoandino, ya que en él se encuentran especies de pequeños mamíferos que

actualmente se encuentran amenazados por la expansión de la ganadería y la agricultura.

- Para realizar futuros trabajos de conservación del bosque altoandino y de los pequeños mamíferos no voladores se deben hacer estudios más detallados que provean de información sobre el estado actual de la fauna y la flora de la zona.

9. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía. (2002). Esquema de Ordenamiento Territorial Volumen 2. Municipio de Totoró. 368 pp.

August, P. V. (1983). The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology*, 64(6), 1495–1507.

CONDESAN. (2012). Buenas prácticas para la gestión de los páramos. Quito. 179

Cuartas-Calle, C. y Arango, J. M. (2003). Marsupiales, Caenolestidos e Insectívoros de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 226 pp.

Cuautle, L. (2007). Diversidad de roedores en la reserva de la biósfera La Michilía en relación con la heterogeneidad ambiental a nivel macrohábitat y microhábitat (Tesis maestría). Instituto de Ecología, A.C. 84 pp.

Díaz de Pascual, A. (1993). Caracterización de hábitat de algunas especies de pequeños mamíferos de la selva nublada de Montezuma, Mérida. *Ecotrópicos*, 6(1), 1–9.

Etter, A. y Wyngaarden, W. (2000). Patterns of landscape transformation in Colombia, with Emphasis in the Andean Region. *AMBIO*, 29(7), 432–439.

Flores-Maldonado, J., Ruvalcaba-Ortega, I., Moreno-Talamantes, A., García-Aranda,

- M., Favela-Lara, S. y González-Rojas, J. (2015). Representatividad geográfica y ambiental del inventario de especies arbustivas en el Área de Protección de Recursos Naturales “Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín” Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 809–822.
- Gardner, A. L. (2007). *Mammals of South America, Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. University of Chicago Press. 669 pp.
- Ginsberg, J. R. (2013). Mammals, Biodiversity of. *Encyclopedia of Biodiversity*, 4, 681–707.
- Gómez-Laverde, M. (1994). Los Pequeños Mamíferos No Voladores del Parque Regional Natural Ucumari. In *Ucumarí, un caso típico de la diversidad biótica andina* (J.O. Rangel) (pp. 377–396). Pereira, Risaralda, Colombia: CARDER.
- Gómez-Laverde, M., Montenegro-Díaz, O., López-Arévalo, H., Cadena, A. y Bueno, M. (1997). Karyology, morphology, and ecology of *Thomasomys laniger* and *T. niveipes* (Rodentia) in Colombia. *Journal of Mammalogy*, 78(4), 1282–1289.
- Hershkovitz, P. (1941). The South American harvest mice of the genus *Reithrodontomys*. University of Michigan Press, 441, 1–7.
- Hershkovitz, P. (1962). Evolution of neotropical Cricetine rodents (Muridae) with special reference to the phyllotine group. *Fieldiana: Zoology*, 46, 524.
- Hooper, E. T. (1952). A systematic review of the harvest mice (Genus *Reithrodontomys*) of Latin America. *Miscellaneous Publication of the Museum of Zoology of the University of Michigan*, 77, 280.
- IBM Corp. (2016). *IBM SPSS Statistics para Windows, versión 24.0.0.0*. Armonk, Nueva York: IBM Corp.
- Krausman, P. R. (1999). Some basic principles of habitat use. *Grazing Behavior of*

Livestock and Wildlife, 70, 85–90.

Liévano-Latorre, L. F. y López Arévalo, H. F. (2015). Comunidad de mamíferos no voladores en un área periurbana andina, Cundinamarca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 20(2), 193–202.

López-Arévalo, H., Montenegro-Díaz, 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.

Luna, L. y Pacheco, V. (2002). A new species of *Thomasomys* (Muridae: Sigmodontinae) from the Andes of southeastern Perú. *Journal of Mammalogy*, 83(3), 834–842.

Marrugan, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement* (1st ed.). Springer Netherlands. 179 pp.

Mena, J. L., Solari, S., Carrera, J. P., Aguirre, L. F. y Gómez, H. (2012). Diversidad de pequeños mamíferos en los Andes tropicales: Visión General. *Cambio climático y biodiversidad en los Andes Tropicales* (pp. 307–324).

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA* (1st ed.). México. 83pp

Moreno, P. y Albuja V, L. (2012). Primer registro de *Thomasomys onkiro* (Rodentia: Cricetidae), para Los Andes sur del Ecuador. *Revista Politécnica*, 30(3), 9–17.

Moreno, P. y Román, J. (2013). Clasificación del género *Reithrodontomys* en el Ecuador y comentarios sobre la alimentación de la lechuza de campanario (*Tyto alba*) en los alrededores de Quito. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 8–9, 16–23.

Morris, D. W. (1989). Density-dependent habitat selection: Testing the theory with

- fitness data. *Evolutionary Ecology*, 3(1), 80–94.
- Moutou, F. y Bouchardy, C. (1992). *Los mamíferos en su medio*. Barcelona: Plural de ediciones S.A.
- Ojala-Barbour, R., Pinto, C. M., Brito M., J., Albuja V., L., Lee, T. E. y Patterson, B. D. (2013). A new species of shrew-opossum (Paucituberculata: Caenolestidae) with a phylogeny of extant caenolestids. *Journal of Mammalogy*, 94(5), 967–982.
- Ojasti, J. y Dallmeier, F. (2000). *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program (Vol. Serie #5). Washington, D.C. 304 pp.
- PAST. (2016). PAST: Paleontological Statistics software package for education. Versión 3.14.
- Patton, J., Pardiñas, U. y D'Elía, G. (2015). *Mammals of South America, Volume 2. Rodents*. University of Chicago Press. 1336 pp.
- Pérez-Torres, J. (1994). Aspectos ecológicos de una comunidad de roedores en la cordillera oriental Colombiana. *Universitas Scientiarum*, 2(1), 87–101.
- Pérez, W. (2006). *Caracterización del hábitat y diversidad de roedores (Cricetidae, Sigmodontinae) en un bosque de roble, vereda La Viuda, municipio de Cajibío, Cauca (Tesis pregrado)*. Universidad del Cauca. 40 pp.
- Polop, J., Priotto, J., Steinmann, A., Provencal, C., Castillo, E., Calderón, G., ... Coto, H. (2003). *Manual de control de roedores en municipios. Serie Enfermedades Transmisibles*. Fundación Mundo Sano; Instituto Nacional de Enfermedades Virales Humanas; GIEP. 96 pp.
- Pozo, W., Inayat, O. y Espinoza, S. (2006). Diversidad rodentológica en remanentes de bosque nativo y cercas vivas de la hacienda El Prado , serranía ecuatoriana . *Serie Zoológica*, 6(2), 33–44.

- Prado, C. y Bejarano, B. (2009). Pequeños mamíferos no voladores de la reserva natural Ibanasca (Tolima, Colombia). *Tumbaga*, 4, 121–134.
- Quinn, G. P. y Keough, M. J. (2002). *Experimental design and data analysis for Biologists* (1st ed.). New York: Cambridge University Press. 527 pp.
- Ramírez-Chaves, H. E. y Mantilla-Meluk, H. (2009). Nuevo Registro de la comadreja Colombiana *Mustela felipei* (Carnivora: Mustelidae), con Notas sobre su Distribución Conservación. *Mastozoología Neotropical*, 16(2), 379–388.
- Ramírez-Chaves, H. E. y Pérez, W. A. (2010). Mamíferos (Mammalia: Theria) del Departamento del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 11, 141–172.
- Ramírez-Chaves, H., Suárez-Castro, A. y González-Maya, J. F. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Notas Mastozoológicas*, 3(1), 1–20.
- Ramírez, H. y Pérez, W. (2007). Mamíferos de un fragmento de bosque de roble en el Departamento del Cauca, Colombia. *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 11, 65–79.
- Rangel-ch, J. O. (2005). La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestos*, 5, 292–304.
- Reinoso, G., Villa, F., García, J., Vejarano, M. y Esquivel, H. (2008). Biodiversidad faunística y florística de la cuenca del Río Lagunillas, Tolima, Colombia. 789-826.
- Rojas, D. (2008). Composición y estructura de pequeños mamíferos no voladores en un gradiente altitudinal en la Reserva Forestal Protectora Bellavista del flanco oriental de la Cordillera Central colombiana (Tesis pregrado). Universidad del Tolima. 121 pp.
- Sánchez, F., Sánchez-Palomino, P. y Cadena, A. (2004). Inventario de mamíferos en

- un bosque de los Andes centrales de Colombia. *Caldasia*, 26(1), 291–309.
- Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez-chaves, H. E. y Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20(2), 301–365.
- Spencer, S. R. y Cameron, G. N. (1982). *Reithrodontomys fulvescens*. *Mammalian Species*, 174, 1–7.
- Ter Braak, C. J. F. (1986). Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5), 1167–1179.
- Tirira, D. G. (2008). Mamíferos de los bosques húmedos del noroccidente de Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco y Proyecto PRIMENET. Publicación especial sobre los murciélagos del Ecuador 7. Quito. 352 pp.
- Voss, R. S. (1988). Systematics and ecology of Ichthyomyine rodents (Muroidea): patterns of morphological evolution in a small adaptative radiation. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 188(2), 259–493.
- Voss, R. S. (1993). A revision of the brazilian muroid rodent genus “*Delomys*” with remarks on “Thomasomyine” characters. *American Museum Novitates*, 3073, 44 pp.
- Voss, R. 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*, 3421, 1–47.
- Voss, R. S., Lunde, D. P. y Simmons, N. B. (2001). the Mammals of Paracou, French Guiana: A neotropical lowland Rainforest fauna Part 2. Nonvolant Species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 263(263), 3–236.
- Weksler, M. (2006). Phylogenetic relationships of Oryzomine Rodents (Muroidea:

Sigmodontinae): Separate and combined analyses of morphological and molecular data. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 296(296), 1–149.

Zuñiga, H., Rodriguez, J. y Cadena, A. (1988). Densidad de poblacion de pequeños mamiferos en dos comunidades del bosque andino. *Acta Biológica Colombiana*, 1(4), 85–93.

ANEXOS

Anexo A. Hoja de Campo de las variables de hábitat.

NOMBRE ESTACIÓN:

FECHA:

HORA:

1	ALT DOSEL (m)	
2	Nº ESTRA VERTIC	
3	Nº ARBOLES	
4	Nº SUBARB	
5	ALT ARBOL (m)	
6	ALT SUBARB (m)	
7	ALT ARBUST (m)	
8	ALT HIERBA (cm)	
9	ALT RASANT (cm)	
10	CAP ARBOL (cm)	
11	CAP SUBARB (cm)	
12	CAP ARBUST (cm)	
13	COB ARBOL (% dentro de círculo)	
14	COB SUBARBOL (% dentro de círculo)	
15	COB ARBUST (% dentro de círculo)	
16	COB HIERBA (% en cuadrícula)	
22	COB DOSEL (% sombra en área de círculo)	
16	COB HIERBA (% en cuadrícula)	
17	COB ORGANIC (% en cuadrícula)	
18	COB ROCA (% en cuadrícula)	
19	COB TRONC (% dentro de círculo)	
20	COB SUELO (% en cuadrícula)	
21	COB BRIOFITOS (% en cuadrícula)	
22	COB DOSEL (% sombra en área de círculo)	
23	PEN LUZ (con cuadrante o luxómetro)	
24	PROF HOJAR (cm)	
25	Nº CUEVAS	
26	SP VEG TOTAL	
27	DISP ALIM	

OBSERVACIONES (estado del tiempo y/o características particulares de lugar):

Anexo B. Hoja de campo para pequeños mamíferos no voladores.



No. de campo _____

No. de catálogo _____

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - MUSEO DE HISTORIANATURAL

Anexo 001. Formato de información de colecta para Mamíferos.

LOCALIDAD: _____

Departamento

Municipio

Corregimiento

Vereda

Altura msnm

Coordenadas

FECHA: Día _____

Mes _____

Año _____

IDENTIFICACIÓN _____ SEXO: Macho Hembra

Género

Especie

COLECTOR (ES) _____

Nombre(s) Completos (s)

Sigla

GENERALIDADES DE HABITAT Y CLIMA

METODO DE COLECCIÓN _____ HORA DE COLECCIÓN _____

No. TRAMPA Y/O ESTACIÓN _____ ALTURA DE LA TRAMPA _____

PREPARADOR (Nombre completo) _____

TIPO DE ESPECIMEN

PIEL CRÁNEO PIEL Y CRÁNEO PIEL, CRÁNEO Y ESQUELETO LÍQUIDO LÍQUIDO Y CRÁNEO EXTRAIDO

SUSTANCIAS UTILIZADAS PRESERVACIÓN. PIEL: _____

LÍQUIDO: _____

MEDIDAS colocar en paréntesis [] L. Total y L. Cola, si la cola está rota.

L. TOTAL _____ mm

EDAD: Juvenil Subadulto Adulto

L. COLA _____ mm

BASADOS EN: _____

L. OREJA _____ mm

L. PIE _____ mm

L. TIBIA-PIE _____ mm (en murciélagos)

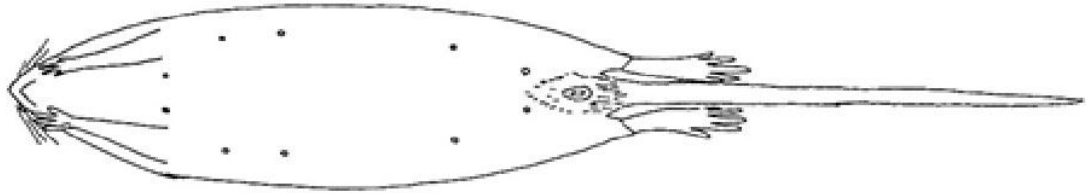
L. ANTEBRAZO _____ mm (en murciélagos)

PIESO _____ gramos

OTRO _____

DATOS REPRODUCTIVOS

HEMBRAS: Estado: Inactiva Activa Desarrollo mamario: pequeñas grandes pigmentadas con leche
Embriones: Si No Número Total _____ Posición Izq. _____ Posición Der. _____ Medidas mm _____
Guardados: Si _____ No _____ Cicatrices placentarias: Número _____ Posición Izq. _____ Posición Der. _____
Símfisis púbica: Cerrada Poco abierta Abierta Vagina: Inactiva cornificada túrgida Tapón vaginal
 Posición de las mamas: encerrar las que sean pertinentes.



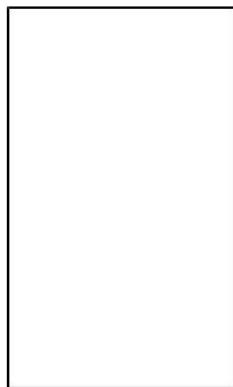
MACHOS: Estado: Inactivo Activo Posición Testículos: escrotales abdominales
Tamaño Testículos mm: Izq. Largo _____ x Ancho _____, Epidídimo: convolucionado no convolucionado
 Der. Largo _____ x Ancho _____, Vesículas seminales: Diminutas Pequeñas Grandes

COLECCIONES ESPECIALES

HUELLAS Pequeños Mamíferos no voladores
 (tomar de la piel fresca, limpiar las patas antes
 de prepararlo, completar la forma con lápiz si es necesario)

Mano derecha

Pié derecho



- Ectoparásitos
- Endoparásitos
- Heces
- Contenido estomacal
- Contenido bolsabucal
- Moldes de Huellas
- Espinas Pelos

Tejidos (Indique tipo de tejido y sustancia preservante)

Tipo: Hígado Corazón Músculo

Médula Otro: _____

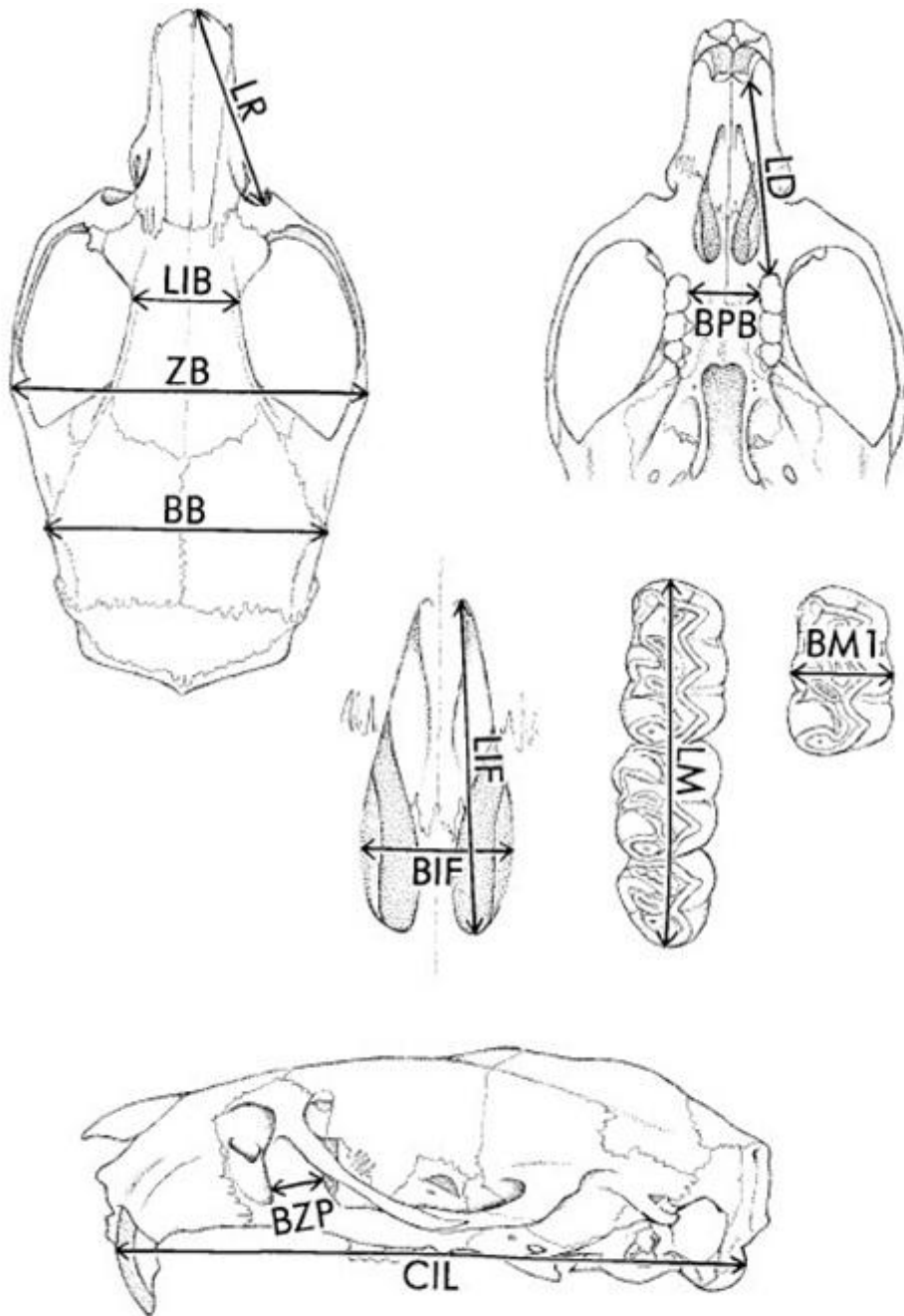
Sustancia y concentración: _____ []

_____ []

Fotografía Nos. _____

Otros Datos: _____

Anexo C. Medidas craneodentales del orden Rodentia.

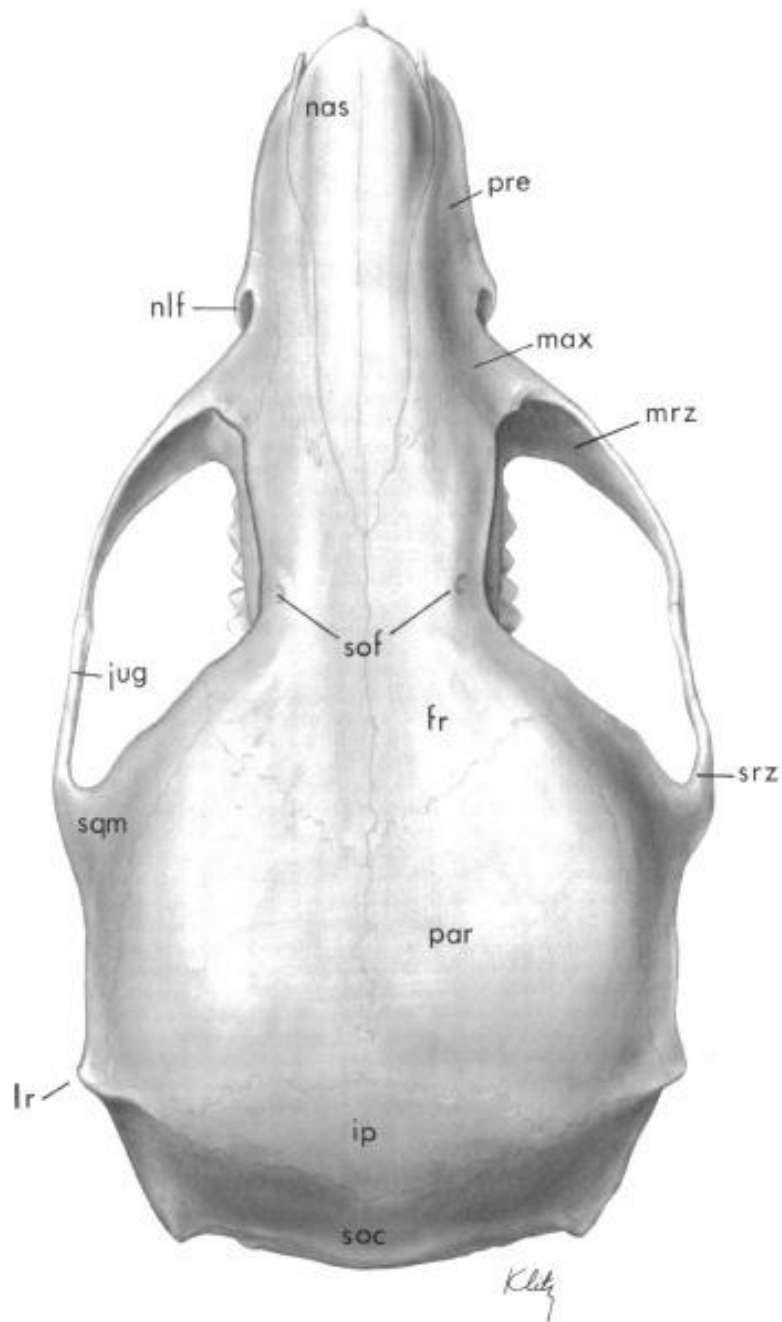


Medidas Craneodentales. Fuente (Voss et al., 2001)

CIL: Longitud Cóndilo-incisivo
LD: Longitud del Diastema
LM: Longitud de los Molares
LIF: Longitud del Foramen Incisivo
BIF: Ancho del Foramen Incisivo
BPB: Ancho del Puente Palatal

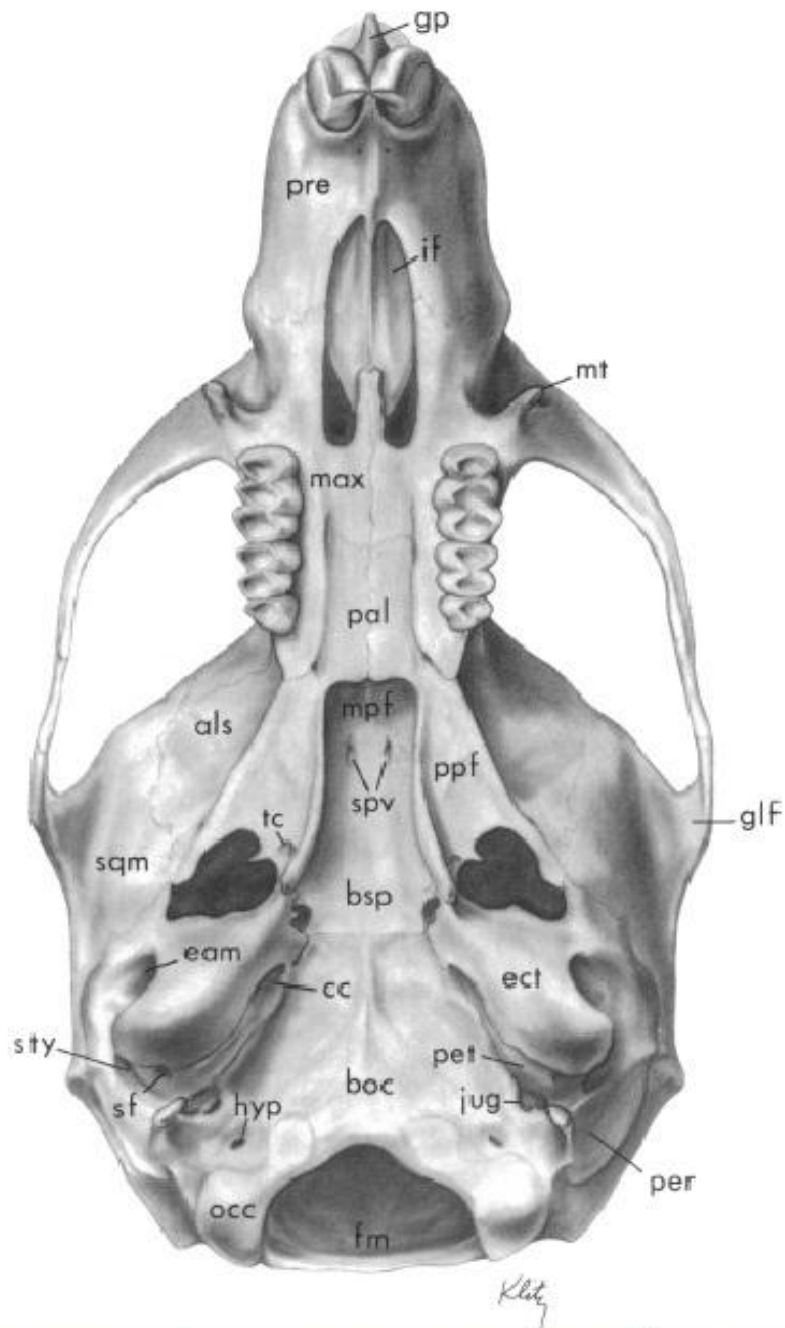
BZP: Ancho del Plato Cigomático
LR: Longitud del Rostro
LIB: Menor Ancho Interorbital
ZB: Ancho del Cigomático
BB: Ancho de la Caja Craneana
BM1: Ancho del Molar 1

Anexo D. Morfología craneal del orden Rodentia



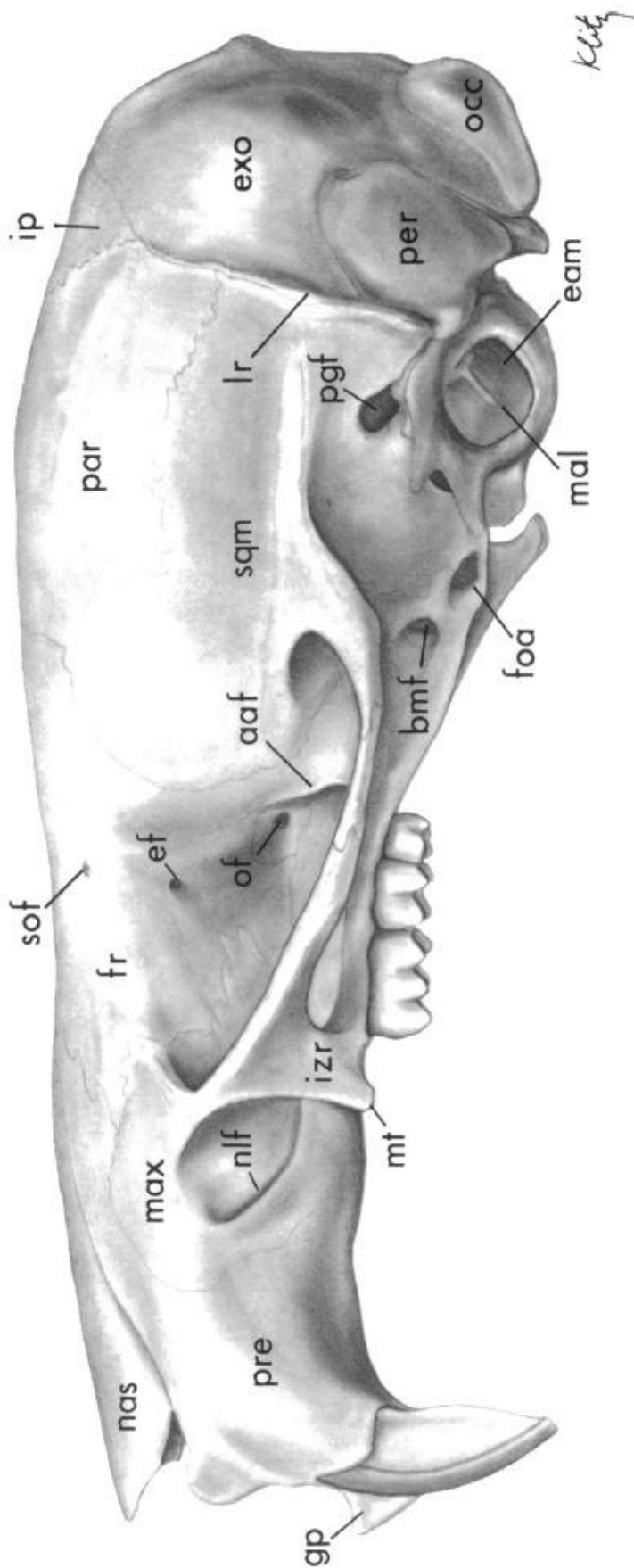
Vista Dorsal de Cráneo de Roedor. Fuente:(Voss, 1988).

fr: Frontal	par: Parietal
ip: Interparietal	pre: Premaxilar
jug: Yugal	soc: Supraoccipital
ir: Cresta Lambdoidal	sof: Agujero Supraorbital
max: Maxilar	sqm: Escamosal
mrz: Raíz Maxilar del Arco Zigomático	srz: Raíz Escamosal del Arco Zigomático
nlf: Agujero Nasolacrimal	nas: Nasal



Vista Ventral de Cráneo de Roedor. Fuente:(Voss, 1988).

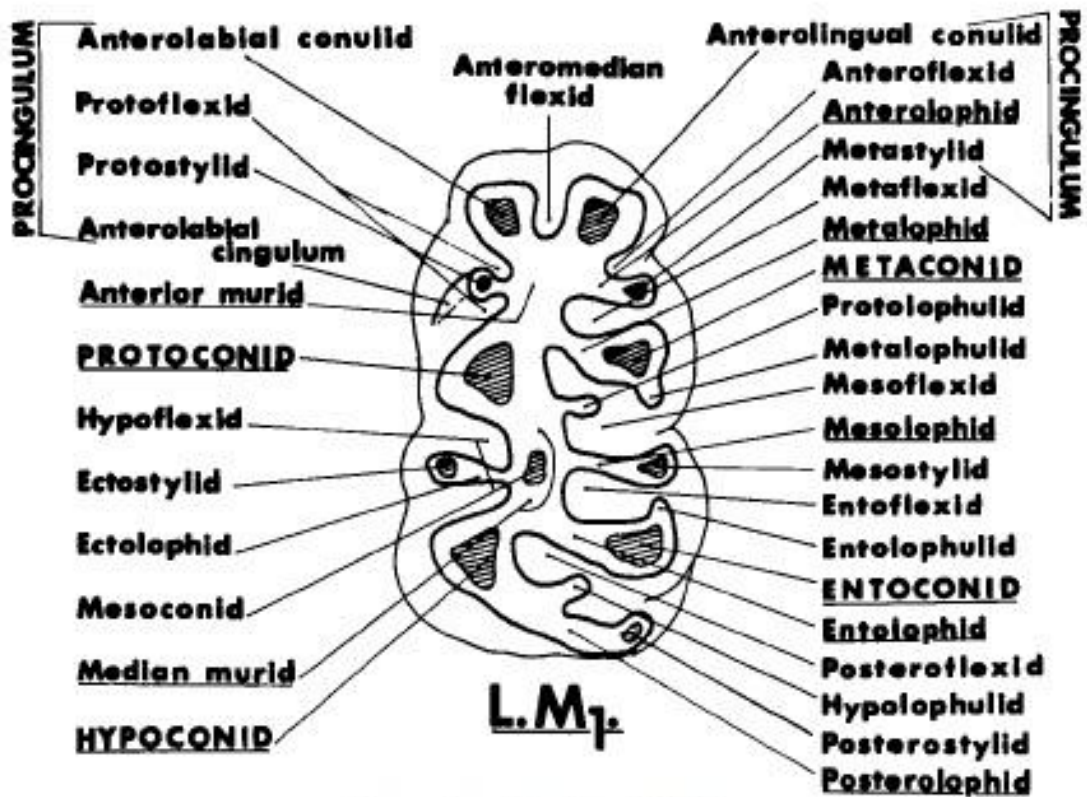
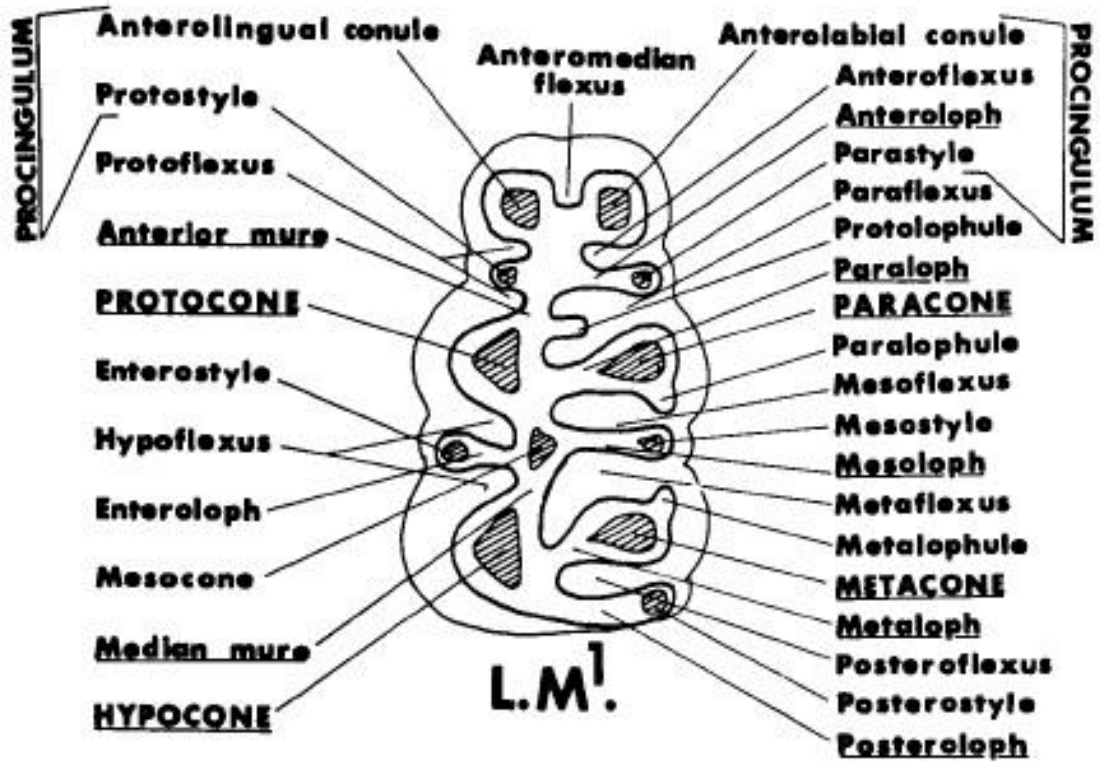
als: Alisfenoide	mpf: Fosa Mesopterigoidea
boc: Basioccipital	mt: Tubérculo Maseterico
bsp: Basiesfenoide	occ: Condilo Occipital
cc: Canal Carótido	pal: Palatina
eam: meato auditivo externo	per: Capsula Periótica del Mastoides
ect: Parte Ectotimpánica de Bula Auditiva	pet: Parte Petrosa de Bula Auditiva
fm: Agujero Magno	ppf: Fosa parapterigoidea
glf: Fosa Glenoidea	pre: Premaxilar
gp: Proceso Gnático	sf: Agujero Estapedial
hyp: Agujero Hipogloso	spv: Vacuidades Esfenopalatinas
if: Agujero Incisivo	sqm: Escamosal
jug: Agujero Yugular	sty: Agujero Estilomastoideo
max: Maxilar	tc: Canal transversal



Fuente: Voss, 1988

Fig. 10. Lateral view of skull of *Rheomys thomasi*. aaf, anterior alar fissure; bmf, buccinator-masticatory foramen; eam, external auditory meatus; ef, ethmoid foramen; exo, exoccipital; fof, foramen ovale accessorius; fr, frontal; gp, gnathic process; izr, interparietal; izr, inferior zygomatic root; lr, lambdoidal ridge; mal, malleus; max, maxillary; mt, malleus; nlf, nasal; nlf, nasolacrimal foramen; occ, occipital condyle; of, optic foramen; par, parietal; per, periotic capsule of mastoid; pgf, postglenoid foramen; pre, premaxillary; sof, supraorbital foramen; sqm, squamosal.

Anexo E. Nomenclatura de dientes molares de Cricetidos.



Fuente: (Reig, 1977)

Anexo F. Patrones de circulación Carótida de Roedores, Fuente de Voss (1988).

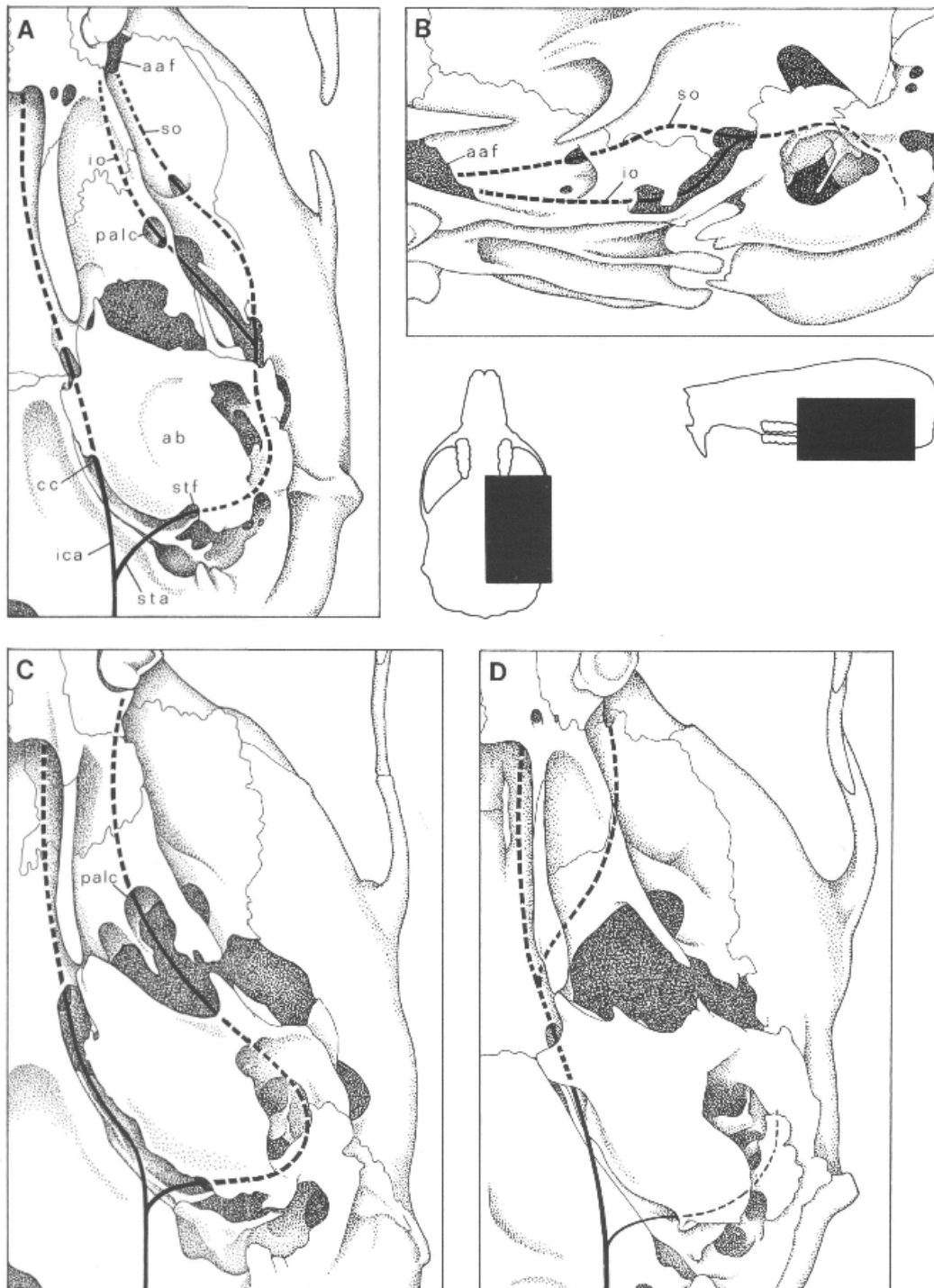
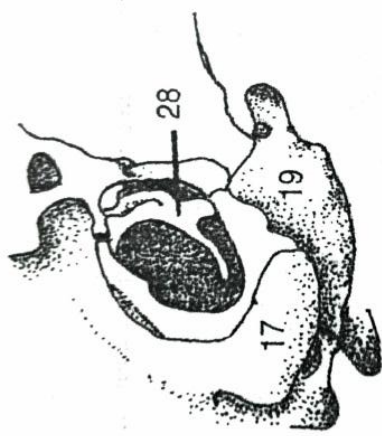
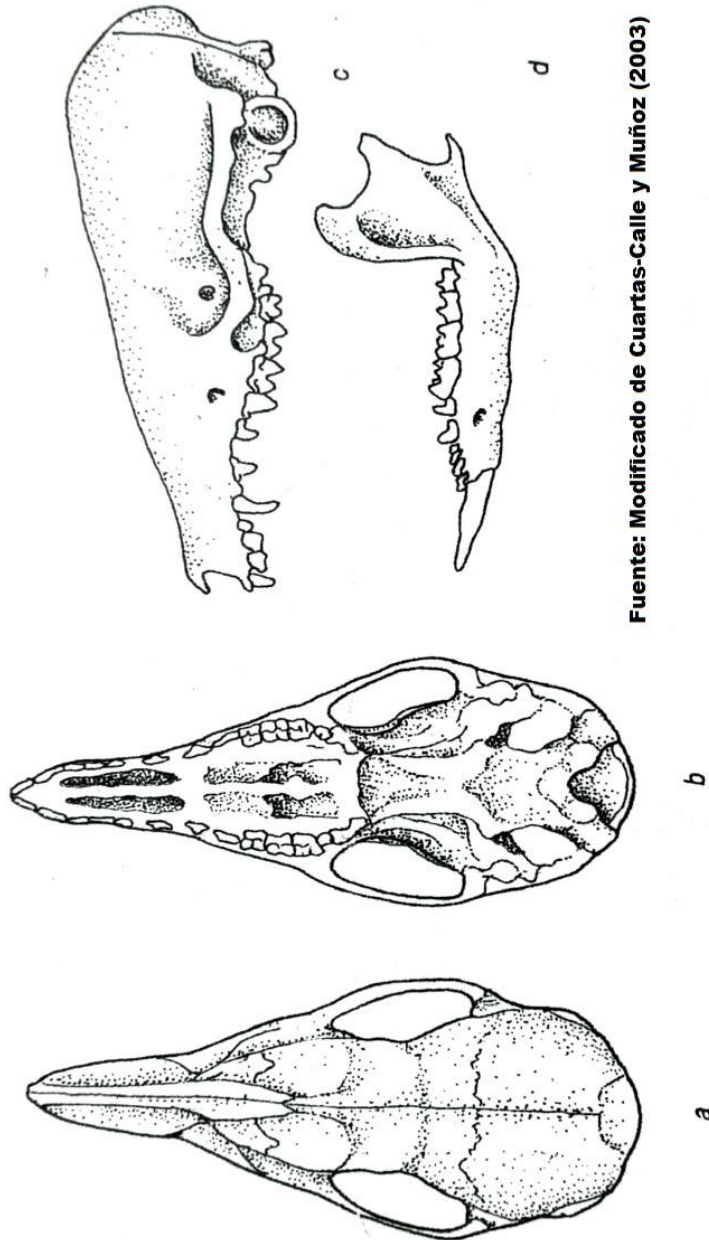


Fig. 18. Ichthyomyine carotid circulation patterns. **A and B,** *Neusticomys monticolus* (UMMZ 155606); **C,** *Anatomys leander* (UMMZ 126294); **D,** *Rheomys hartmanni* (UMMZ 111986). **aaf,** anterior alar fissure; **ab,** auditory bulla; **cc,** carotid canal; **ica,** internal carotid artery; **io,** infraorbital branch of stapedial artery; **palc,** posterior opening of alisphenoid canal; **so,** supraorbital branch of stapedial artery; **sta,** stapedial artery; **stf,** stapedial foramen.

Anexo G. Vista Craneal y Dentición de *Caenolestes fuliginosus*



Bulla timpánica tripartita de *caenolestes fuliginosus* 17. alisfenóide, 19, pterigoideo, 28, ectoteroideo. los tres huesos están separados.



Fuente: Modificado de Cuartas-Calle y Muñoz (2003)

Cráneo de *Caenolestes fuliginosus*

- a. Vista Dorsal
- b. Vista Ventral
- c. Vista lateral
- d. Mandíbula

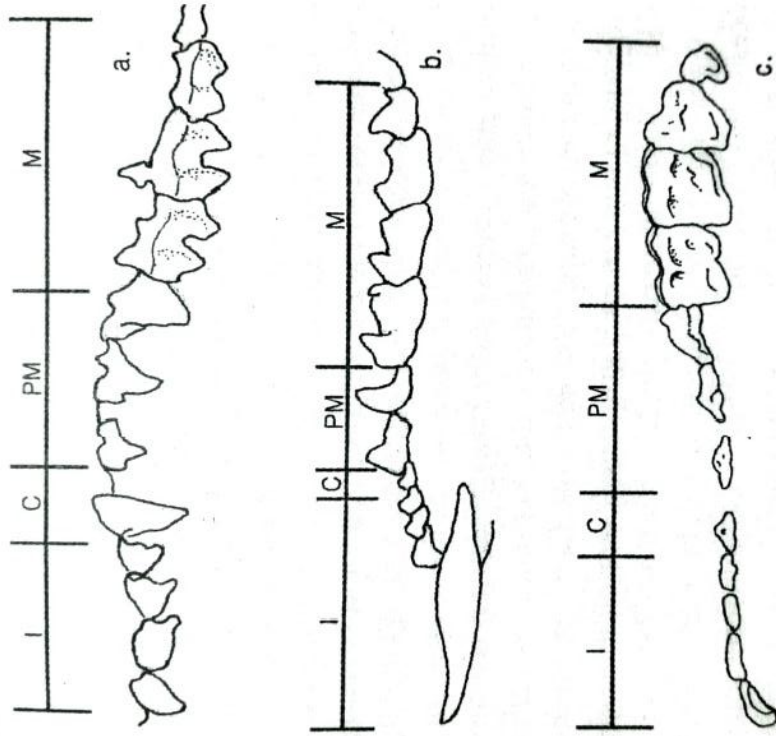


Figura 4.6 Dentición y nomenclatura de *Caenolestes fuliginosus*. a. Vista lateral de la serie dental superior (maxilar); b. Vista lateral de la serie dental inferior (mandíbula); c. vista ventral de la serie dental superior (maxilar). I: incisivos; C: caninos; PM: premolares; M: molares.

Fuente: dibujo elaborado por Carlos Cuartas-Calle, a partir de Hershkovitz (1999: 47).

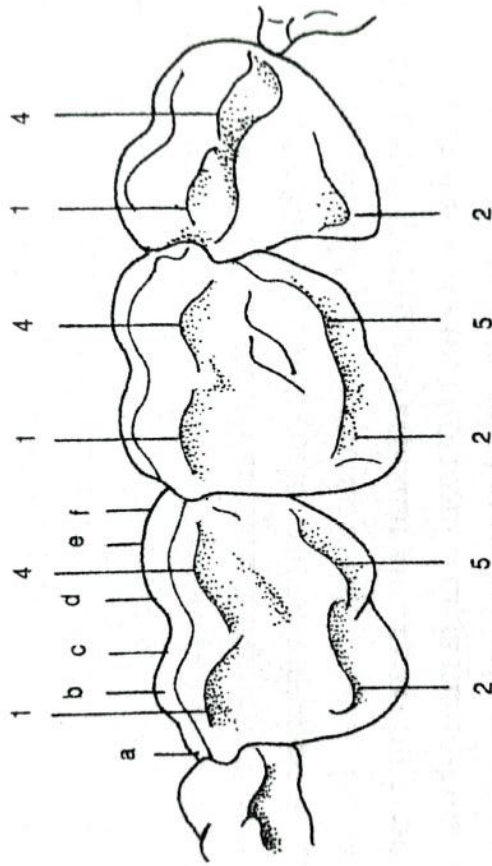


Figura 4.7 Cúspides de los molares de *Caenolestes fuliginosus*. 1. Paracono; 2. Protocono; 4. Metacono; 5. Hipocono; a. Mesioestilo; b. Ectostilo; c. Ectostilo; d. Metacono; e. Ectostilo; f. Distostilo. Fuente: dibujo elaborado por Carlos Cuartas-Calle, a partir de Hershkovitz (1999: 47).

Fuente: Modificado de Cuartas-Calle y Muñoz (2003)