

COMPOSICIÓN DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS NO VOLADORES EN UN
FRAGMENTO DE BOSQUE DE ROBLE SOBRE LA CORDILLERA ORIENTAL
DE LOS ANDES COLOMBIANOS

LAURA CAMILA VARGAS RAMIREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2016

COMPOSICIÓN DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS NO VOLADORES EN UN
FRAGMENTO DE BOSQUE DE ROBLE SOBRE LA CORDILLERA ORIENTAL
DE LOS ANDES COLOMBIANOS

LAURA CAMILA VARGAS RAMÍREZ

Trabajo de grado para obtener el título de
Bióloga

Director

VICTOR HUGO SERRANO CARDOZO
Biólogo, Ph.D

Codirector

JAVIER ENRIQUE COLMENARES PINZÓN
Biólogo, MS.c (c)

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2016

DEDICATORIA

A mi madre por todo su esfuerzo, por nunca darse por vencida y por ser mi mayor motivación para salir adelante.

ADECIMIENTOS

A mi mamá Edith Basilia Ramírez Rubio por su apoyo incondicional, por ser mi ejemplo a seguir y por acompañarme en cada momento de este proceso.

A mi papá Camilo Antonio Vargas Serrano por el apoyo, por estar presente a pesar de las circunstancias, por cada momento compartido en mi niñez y en especial porque sin darse cuenta fue su profesión la que me encamino hacia la biología.

A mi familia por acompañarme en todo este proceso.

Al municipio de Santa Bárbara en especial a doña Arelis, don Robinson y toda su familia por recibirnos y acogernos en su hogar durante el año de muestreo.

A Gloria Paulina Uribe y Maritza Ballesteros por su apoyo en el momento preciso.

A mis compañeros de carrera por cada uno de los momentos compartidos.

Un Agradecimiento especial al profesor Víctor Hugo Serrano, a Javier Colmenares y en general a todos mis compañeros del laboratorio de ecología por compartir conmigo todos sus conocimientos, por sus consejos, por su acompañamiento en este trabajo y por creer en mí en los momentos difíciles.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	13
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
2.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	17
2.2 FASE DE CAMPO.....	17
2.3 FASE DE LABORATORIO.....	19
2.4 ANÁLISIS DE DATOS.....	19
3. RESULTADOS.....	21
3.1 DIVERSIDAD.....	21
3.2 ABUNDANCIA Y SU RELACIÓN CON EL MICROHÁBITAT.....	25
3.3 ABUNDANCIA Y SU RELACIÓN CON LA PRECIPITACIÓN.....	27
3.4 DINÁMICA POBLACIONAL.....	30
4. DISCUSIÓN.....	33
4.1 DIVERSIDAD.....	33
4.2 ABUNDANCIA Y SU RELACIÓN CON EL MICROHÁBITAT.....	34
4.3 ABUNDANCIA Y SU RELACIÓN CON LA PRECIPITACIÓN.....	36

4.4 DINÁMICA POBLACIONAL.....	38
5 CONCLUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Individuos capturados de cada especie en las 5 estaciones de muestreo durante toda la fase de campo.....	25
Tabla 2. Factores resultantes del análisis de componentes principales, con valor acumulado de 85.96% y las variables que los representan. En rojo, las variables que más aportan en cada factor.....	26
Tabla 3. Número de individuos de cada especie capturados en cada mes de muestreo y precipitación promedio mensual en el área de estudio.....	27
Tabla 4. Resultados χ^2 (esperados vs observados) para cada una de las especies. En rojo las especies que no presentaron una variación significativa de sus abundancias a lo largo del muestreo.....	29
Tabla 5. Resultados correlación de Spearman para cada una de las especies. En rojo la especie que tiene una relación significativa con la precipitación.....	30
Tabla 6. Tasa de reclutamiento y crecimiento poblacional mensual de las tres especies más abundantes.....	32

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Abundancia relativa de las especies capturadas en el área de estudio durante el año de muestreo.....	21
Figura 2. Individuos capturados. (A) <i>Rhipidomys fulviventor</i> , (B) <i>Nephelomys meridensis</i> , (C) <i>Marmosops caucuae</i> , (D) <i>Cryptotis cf. Tamensis</i> , (E) <i>Neomicroxus bogotensis</i> , (F) <i>Microryzomys minutus</i> , (G) <i>Thomasomys laniger</i>	22
Figura 3. Curva de acumulación de especies con cuatro estimadores de la diversidad.....	23
Figura 4. Curvas de rango abundancia y los respectivos valores para los índices de diversidad de Simpson y Shannon en cada una de las estaciones de muestreo.....	24
Figura 5. Abundancia de los individuos capturados en cada mes de muestreo. La línea punteada muestra la precipitación (mm).....	28

RESUMEN

TÍTULO: COMPOSICIÓN DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS NO VOLADORES EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE DE ROBLE SOBRE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES COLOMBIANOS*

AUTOR: LAURA CAMILA VARGAS RAMÍREZ **

PALABRAS CLAVE: ABUNDANCIA, BOSQUE DE ROBLE, DIVERSIDAD, MICROHÁBITAT, PRECIPITACIÓN.

En Colombia pocos trabajos han determinado asociaciones entre la composición de pequeños mamíferos y las características de sus hábitats. Durante 5 días consecutivos de cada mes, entre Octubre de 2014 y Septiembre de 2015 en un fragmento de bosque de roble en los andes orientales de Colombia en el departamento de Santander, se establecieron 5 estaciones de muestreo en un rango altitudinal entre los 2530 y los 2657 m, con 20 trampas tipo Sherman cada una. Así mismo, en cada estación se delimitaron 10 parcelas en las que se cuantificaron 17 variables estructurales de la vegetación. Un total de 358 individuos fueron capturados correspondientes a 5 especies de roedores, 1 de musaraña y una de marsupial, donde *Rhipidomys fulviventor* fue la especie mas abundante representando el 45% de todos los individuos. Se evidencio una correlación positiva significativa entre la profundidad de la hojarasca y la abundancia de *R. fulviventor*, *Thomasomys laniger*, *Neomicroxus bogotensis* y *Cryptotis tamensis*; por otra parte, la abundancia de *Nephelomys meridensis* y *Marmosops cauae* no se vio influenciada significativamente por las variables cuantificadas. La abundancia de individuos varió a través del tiempo, siendo Enero y Mayo los meses con mayor número capturas, sin embargo solo para el caso de *R. fulviventor* se pudo constatar una relación significativa con entre el número de individuos y el promedio de precipitación mensual. *Rhipidomys fulviventor*, *N. meridensis* y *M. cauae* fueron las especies más abundantes y sus tamaños poblacionales fueron estimados en 132, 81 y 54 individuos respectivamente; así mismo se determinó que Noviembre fue el mes con mayor índice de reclutamiento para cada especie, mientras que, Noviembre y Mayo representan los meses con mayor índice de crecimiento poblacional.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Víctor Hugo Serrano Cardozo, Ph.D. Codirector: Javier Enrique Colmenares Pinzón, biólogo, MS. c (c).

ABSTRACT

TITLE: COMPOSITION OF SMALL NON-VOLANT MAMMALS IN AN OAK FOREST FRAGMENT ON THE CORDILLERA ORIENTAL OF COLOMBIAN ANDES*

AUTHOR: LAURA CAMILA VARGAS RAMÍREZ**

KEYWORDS: ABUNDANCE, DIVERSITY, MICROHABITATS, OAK FOREST, PRECIPITATION

Few investigations in Colombia have determined associations between small mammals and the characteristics of their habitats. 5 sampling stations were established during 5 consecutive days of each month, between October 2014 and September 2015, every 25 meters at an altitudinal range between 2530 and 2657 meters high, with 20 Sherman traps each. Besides, in each station 10 plots were demarcated, in which 17 structural variables of vegetation were quantified. In total, 358 individuals were caught corresponding to 5 species of rodents, 1 shrew and 1 species of marsupials, being *Rhipidomys fulviventor* the most abundant species. It represented the 45% of the individuals that were caught. A significant positive correlation was found between the depth of the fallen leaves and abundance of *Rhipidomys fulviventor*, *Thomasomys laniger*, *Neomicroxus bogotensis* y *Cryptotis tamensis*; and not to the species *Nephelomys meridensis* y *Marmosops cauciae*. Abundance of individuals changed throughout the time being January and May the months with more captures, nevertheless only *Rhipidomys fulviventor* showed a significant relationship between the number of individuals and the monthly average precipitation. *Rhipidomys fulviventor*, *Nephelomys meridensis* y *Marmosops cauciae* were the most abundant species and their population sizes correspond to 132, 81 and 54 individuals respectively; in the same way, November was determined to be the month with the highest rate of caught individuals of each species, while November and May represent the months with the highest population growth

* Degree work.

** Science Faculty. Department of Biology. Director: Víctor Hugo Serrano Cardozo, Ph.D. Codirector: Javier Enrique Colmenares Pinzón, biólogo, MS. c (c).

INTRODUCCIÓN

Los pequeños mamíferos, son organismos fundamentales en las dinámicas de los ecosistemas ya que cumplen papeles funcionales como la depredación y dispersión de semillas y la polinización de diferentes especies vegetales, además de que son parte de la cadena trófica al ser presa de otros mamíferos, reptiles y aves, (Silva, 2001). La composición y abundancia de este grupo está regulada tanto por factores bióticos como abióticos (Montañez, 2009), y suele presentar alteraciones que generalmente están relacionadas con cambios temporales en las variables ambientales las cuales afectan en cierta medida la disponibilidad de recursos, que a su vez influyen en la supervivencia y reproducción de los individuos (Mendel *et al.* 2008; Andreazzi *et al.*, 2011).

Factores físicos como el clima afectan el desempeño de los individuos y como consecuencia la abundancia y distribución de las especies (Stenseth *et al.*, 2003). El impacto climático en los individuos y las poblaciones puede intervenir ya sea directa o indirectamente. De manera directa lo hace a través de la fisiología (procesos metabólicos y reproductivos), así, en las poblaciones de pequeños mamíferos que habitan en latitudes altas y por ende experimentan entornos altamente estacionales, es posible observar picos de crecimiento poblacional durante el verano debido a la reproducción, y una disminución durante el invierno (Stenseth *et al.*, 2003; Singleton *et al.* 2001), por el contrario, en el neotrópico se espera que estas fluctuaciones en las poblaciones se vean afectadas principalmente por la precipitación. De manera indirecta el clima actúa a través del ecosistema, afectando presas, depredadores y competidores, influenciando el crecimiento de la vegetación y la maduración de las semillas (Garsd & Howard, 1982; Stenseth *et al.* 2002). Por otra parte, la estructura de la vegetación y la complejidad del hábitat están involucrados en el comportamiento que muestran las poblaciones de pequeños mamíferos, influyendo por ejemplo en la selección del

hábitat (Busch *et al* 2001; Khidas *et al.*, 2002; Garratt *et al.*, 2012). La diversidad y abundancia de las poblaciones están estrechamente relacionadas a la cobertura vegetal y la composición de especies vegetales (Suárez & Bonaventura, 2001; Busch *et al.*, 2001; Khidas *et al.*, 2002), esto se debe a que las plantas proporcionan alimento, oportunidades de anidación, protección contra los depredadores y las condiciones ambientales extremas (Coetzee & Jackson, 1999).

Colombia se caracteriza por su diversidad geográfica, su ubicación latitudinal en la zona ecuatorial y la existencia de un sistema montañoso particular, que le permite poseer diferentes pisos térmicos con gran diversidad de suelos, flora, fauna y riqueza paisajística (Morales *et al.*, 2007). Por estas razones, el país es considerado como uno de los más diversos a nivel mundial y, para el caso concreto de los mamíferos, se ubica en la cuarta posición en cuanto a número de especies. (Romero *et al.*, 2008; IAvH, 2012). De las 500 especies que componen la mastofauna del país, las especies pequeñas de hábitos terrestres constituyen el 34% y están representados por los órdenes Rodentia (roedores), Didelphimorphia (marsupiales), Soricomorpha (insectívoros) y Paucituberculata (caenolestidos) (Solari *et al.*, 2013, Ramírez-Chaves & Suárez-Castro, 2014).

En Colombia los estudios sobre la composición de pequeños mamíferos no voladores se han enfocado principalmente en inventariar ambientes particulares y son pocos los trabajos que han determinado asociaciones entre la composición de estas especies y las características de sus hábitats (Otálora, 2003; Sánchez *et al.*, 2004; Ramírez & Pérez, 2007; Castaño & Corrales, 2010; Sánchez & Díaz, 2014). El estudiar aspectos como la composición y el efecto de la estacionalidad en los mamíferos pequeños facilita evaluar el estado de conservación actual de las especies, así como el de su hábitat y el de especies acompañantes (tanto animales como plantas) facilitando la ejecución a tiempo de acciones de conservación in-situ si es necesario. En este trabajo se caracteriza la composición de pequeños mamíferos no voladores en un fragmento de bosque de roble, en el flanco occidental

de la Cordillera Oriental de los Andes colombianos y dará como resultado no solo un inventario de especies, además establecerá las relaciones entre el microhábitat y la precipitación con la abundancia de pequeños mamíferos. A sí mismo, este proyecto será el punto de partida y brindará herramientas para desarrollar futuros estudios en la zona.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la composición de pequeños mamíferos no voladores en un fragmento de bosque de roble, en el flanco occidental de la Cordillera Oriental de los Andes colombianos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la riqueza y abundancia de pequeños mamíferos no voladores.
- Establecer la relación existente entre la abundancia de pequeños mamíferos no voladores y el microhábitat.
- Determinar los patrones de relación entre el promedio histórico de la precipitación en la zona y la abundancia de las especies más abundantes.
- Determinar la dinámica poblacional de las especies más abundantes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada geográficamente a 7°00'57.4" latitud norte y 72°53'51.4" longitud oeste sobre el flanco occidental de la Cordillera Oriental en el municipio de Santa Bárbara, Santander, Colombia. Esta zona presenta una precipitación anual de aproximadamente 1230 mm con un régimen de lluvias bimodal con dos periodos altos, de Abril a Mayo y de septiembre a Noviembre, y dos periodos bajos, de Junio a Agosto y de Diciembre a Marzo (Alcaldía de Santa Bárbara, 2015). El área de estudio corresponde a un fragmento de bosque Andino sin fuentes de agua cercanas, constituido por arboles de gran porte donde se destaca la abundancia del roble (*Quercus humboldtii*).

2.2 FASE DE CAMPO

Se realizaron 11 salidas de campo entre octubre del 2014 y septiembre del 2015 8 (exceptuando el mes de Febrero) con una duración de 8 días. Se establecieron 5 estaciones de muestreo separadas entre sí cada 100m, en un rango altitudinal entre los 2530 y los 2657 m de altura. Cada estación contó con dos subestaciones de muestreo, cada una de ellas con 10 trampas tipo Sherman (3x3.5x9) ubicadas en forma aleatoria. En total se colocaron 20 trampas por estación y 100 trampas en un área total de muestreo de 1.8 hectáreas. Las trampas permanecieron activas durante 5 noches consecutivas y fueron cebadas diariamente con una mezcla de maní molido, masa de maíz pelado, avena en hojuelas, grasa vegetal y esencia de vainilla.

Se consideraron como pequeños mamíferos aquellas especies que presentaron un peso menor a 1000g. (Coppeto *et al.*, 2006; Montañez, 2009). Los individuos

capturados fueron mantenidos en bolsas de tela y una vez revisada la totalidad de las trampas, se inició el procesamiento y la identificación taxonómica siguiendo a Gardner (2007) y Patton *et al.* (2015). Las medidas morfométricas que se tomaron fueron: longitud total (Lt), longitud cabeza-cuerpo (Lcc), longitud de la cola (Lc), longitud de la oreja (Lo) y longitud de la pata posterior (Lp). Los individuos fueron marcados con chips intradérmicos (PIT TAG 5 mm) en el dorso para determinar la densidad poblacional, a estos mismos individuos se les aplicó iodopovidona en el lugar de la inyección antes de ser liberados para evitar infecciones. Se colectaron algunos individuos de cada especie con el fin de utilizar las características morfológicas y craneales para su identificación taxonómica. Todos los individuos colectados fueron depositados en la colección mastozoológica del museo de historia natural de la Universidad Industrial de Santander.

Con el fin de caracterizar el microhábitat en cada una de las estaciones, se establecieron 10 parcelas de 5m x 5m. Partiendo de la metodología usada por Cerqueira & Freitas (1999) y Lima *et al.* (2010), dentro de cada parcela se tomaron datos de las siguientes variables: porcentaje de cobertura vegetal (%CV), número de árboles (NA), número de árboles con un perímetro mayor o igual a 10 cm (NA >10), promedio de los perímetros mayores o iguales a 10cm (PA), altura de árboles (AA), altura promedio del dosel (AD), número de arbustos (NB), altura de los arbustos (AB), número de hierbas (NH), número de troncos caídos (NT), número de troncos caídos con un perímetro mayor o igual a 10cm (NT >10), promedio de los perímetros de los troncos caídos mayores o iguales a 10cm (PT), promedio de las longitudes de troncos caídos con un perímetro igual o mayor a 10 cm (LT) y número de hoyos (NY). Finalmente, con una cuadrilla de 1m x 1m se midió el porcentaje de suelo desnudo (%SD), porcentaje de rocas (%Rc), porcentaje de hojarasca (%Hj) la profundidad de la hojarasca (PrH).

2.3 FASE DE LABORATORIO

La determinación taxonómica de los individuos colectados se realizó en laboratorio de ecología de la Universidad Industrial de Santander, para este fin se tuvieron en cuenta caracteres morfológicos externos y cráneo-dentales, se utilizó un estereoscopio y se siguieron los trabajos de, Gomez-Laverde *et al.*, 1997; Carleton & Musser, 1989; Voss *et al.*, 2004; Gardner, 2007; Rossi *et al.*, 2010; Díaz-N *et al.*, 2011; Alvarado-Serrano & D'Elía, 2013; García & Sánchez-González, 2013; Patton *et al.*, 2015; Quiroga-Carmona & Woodman, 2015.

2.4 ANÁLISIS DE DATOS

Se calculó el esfuerzo de captura multiplicando el número de trampas instaladas en el área de estudio por el número de noches de muestreo y los meses de muestreo. El éxito de captura se calculó mediante la fórmula $Ex. C. = (C.T/E.C) \times 100$, donde: Ex. C = éxito de captura, C.T. = total de individuos capturados y E.C = esfuerzo de captura.

Se abordaron los componentes de riqueza específica y estructura para el estudio de la diversidad en la zona de muestreo. En cuanto al primer componente, se estimó el índice de riqueza específica (s) y se realizó una curva de acumulación de especies. Para el segundo caso, se realizó una curva de rango abundancia y se estimaron los índices de Simpson (Simpson, 1949) y de Berger-Parker (Berger & Parker, 1970) para cuantificar el grado de dominancia y el índice de Pielou para verificar la equidad. Estos análisis fueron realizados en el programa Past3 (Hammer & Harper, 2001).

Para relacionar las condiciones físicas de los microhábitats con la abundancia de las diferentes especies, se realizó un análisis de componentes principales (ACP), con las variables estructurales de la vegetación. Una vez obtenidas las variables

más representativas, se realizó una regresión lineal múltiple paso a paso hacia atrás para analizar la relación entre la estructura del microhábitat y la abundancia de individuos de las diferentes especies. Los análisis estadísticos se realizaron en los programas Past3 (Hammer & Harper, 2001) y STATISTICA7 (Stat Soft, 2004).

Para evaluar la fluctuación temporal de las abundancias de las especies y su relación con los patrones de precipitación de la zona, se realizó en principio una prueba de Chi². Posteriormente se realizó una correlación de Spearman y una regresión lineal entre los valores promedio de precipitación de cada mes y el número de individuos capturados para cada especie. Los datos de las precipitaciones de la zona de estudio se obtuvieron de WorldClim (Hijmans, 2005) y los análisis estadísticos se realizaron en el programa Past3 (Hammer & Harper, 2001) y STATISTICA7 (Stat Soft, 2004).

La dinámica poblacional de las especies más abundantes se estimó realizando una matriz de presencias y ausencias mensuales, la cual fue ingresada al programa MARK y se usó el modelo Cormack-Jolly-Seber (White and Burnham, 1999) asumiendo que las poblaciones son abiertas.

3. RESULTADOS

3.1 DIVERSIDAD

El resultado de un esfuerzo y un éxito de muestreo de 4.312 trampas/noche y 8.3% respectivamente, fue la captura de 358 individuos correspondientes a 7 especies: 5 roedores, 1 musaraña y una especie de marsupial. *Rhipidomys fulviventor* (Fig. 2. A) fue la especie mas abundante con 160 (45%) individuos, seguida de *Nephelomys meridensis* (Fig. 2. B) con 91 (26%), *Marmosops caucaae* (Fig. 2. C) con 55 (15%), *Cryptotis cf. tamensis* (Fig. 2. D) con 29 (8%), *Neomicroxus bogotensis* (Fig. 2. E) con 10 (3%), *Microryzomys minutus* (Fig. 2. F) con 8 (2%) y finalmente *Thomasomys laniger* (Fig. 2. G) con tan solo 5 (1%) individuos (Fig. 1). La mayoría de los individuos de *C. cf tamensis* se capturaron en trampas de caída, que fueron dispuestas en las estaciones de muestreo con el fin de cuantificar la biomasa de insectos en un trabajo paralelo a este.

Figura 1. Abundancia relativa de las especies capturadas en el área de estudio durante el año de muestreo.

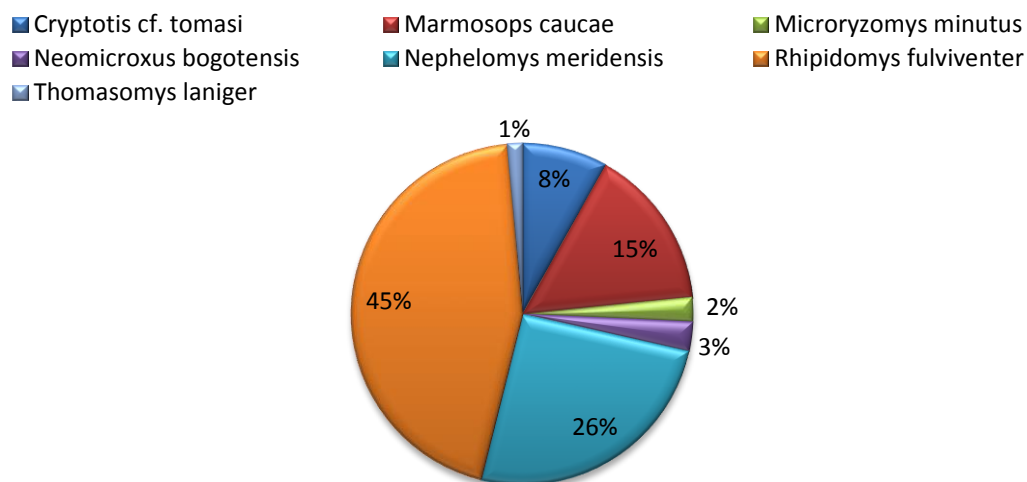
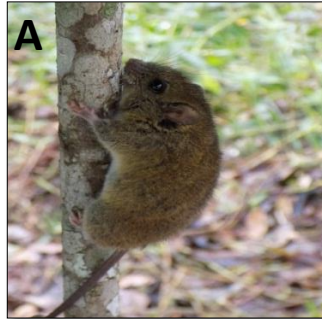


Figura 2. Individuos capturados. (A) *Rhipidomys fulviventor*, (B) *Nephelomys meridensis*, (C) *Marmosops caucuae*, (D) *Cryptotis cf. Tamensis*, (E) *Neomicroxus bogotensis*, (F) *Microryzomys minutus*, (G) *Thomasomys laniger*.



En la curva de acumulacion de especies (Fig. 1) se aprecia que cada uno de los estimadores alcanza la asintota, lo que sugiere que el muestreo realizado fue suficiente para registrar las especies de pequeños mamiferos presenten en el área de estudio. De otro lado, tanto el indice de Simpson, como el de Berger-Parker ($D=0.30$, $d=0.4469$) arrojaron bajos valores de dominancia y, como era de esperarse, el indice de Pielou ($J'=0.74$) muestra un valor alto de equidad. Estos valores se ven reflejados en las curvas de rango abundancia, en las cuales no se observan cambios drásticos en las pendientes (Fig. 2).

Figura 3. Curva de acumulación de especies con cuatro estimadores de la diversidad.

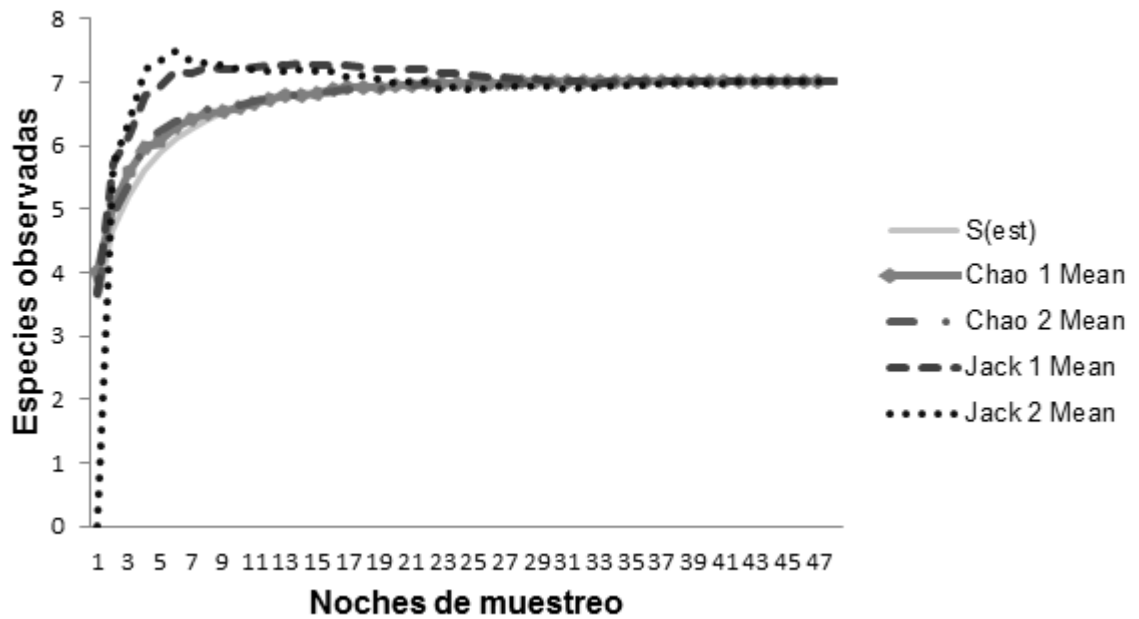
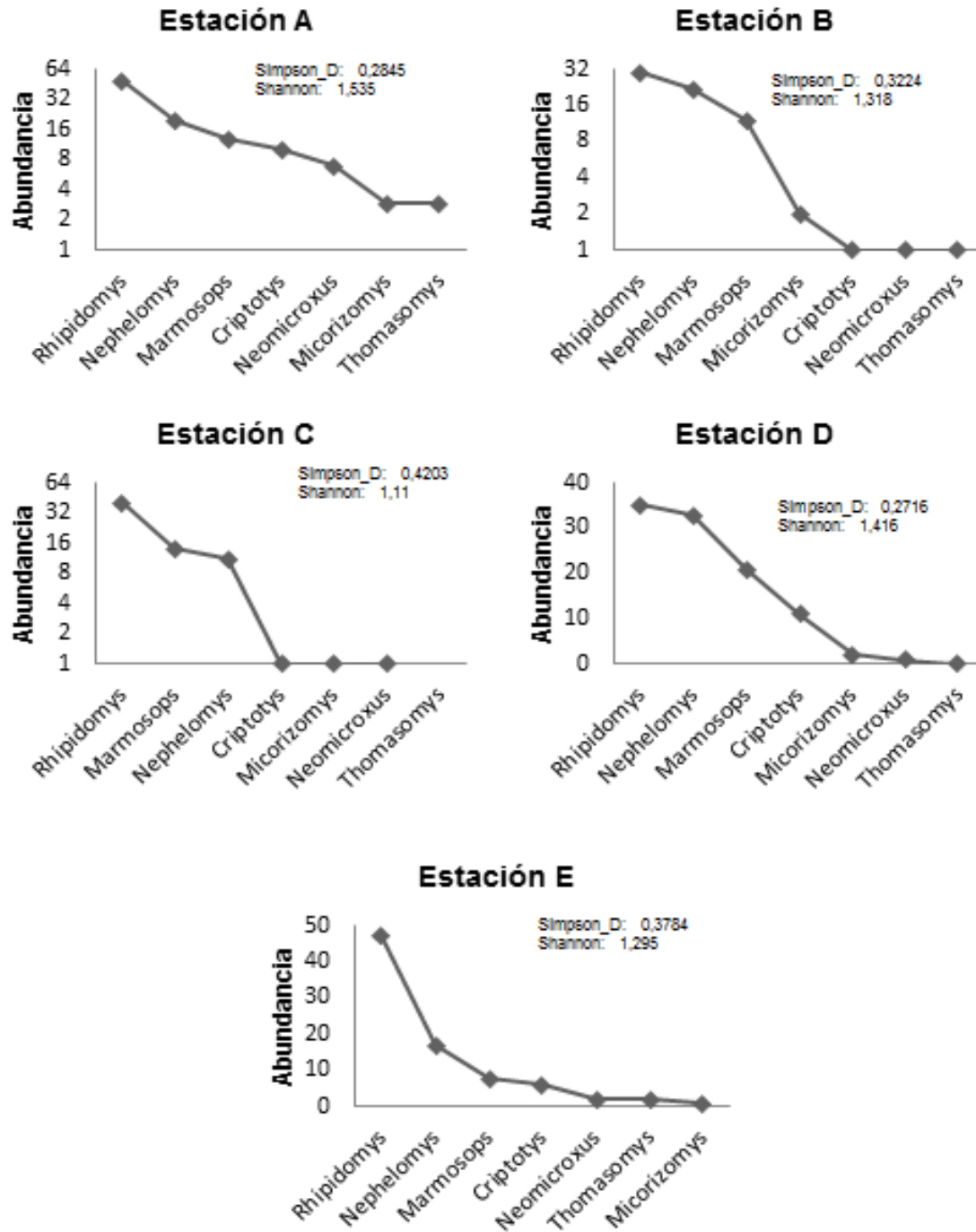


Figura 4. Curvas de rango abundancia y los respectivos valores para los índices de diversidad de Simpson y Shannon en cada una de las estaciones de muestreo.



3.2 ABUNDANCIA Y SU RELACIÓN CON EL MICROHÁBITAT

A excepción de *T.laniger* que no fue capturado en las estaciones C y D, las demás especies tuvieron presencia en todas las estaciones de muestreo (tabla. 1). Las estaciones A y B presentaron mayor número de capturas durante toda la fase de campo, con 105 y 103 capturas respectivamente, seguidas de la estación E con 83 y finalmente las estaciones D y C con 69 capturas cada una.

Tabla 1. Individuos capturados de cada especie en las 5 estaciones de muestreo durante toda la fase de campo.

Estación	<i>C. cf. tamensis</i>	<i>M. caucae</i>	<i>M. minutus</i>	<i>N. bogotensis</i>	<i>N. meridensis</i>	<i>R. fulviventer</i>	<i>T. laniger</i>	total
A 2530	10	13	3	7	20	49	3	105
B 2543	1	12	2	1	22	30	1	69
C 2581	1	14	1	1	11	41	0	69
D 2606	11	21	2	1	33	35	0	103
E 2657	6	8	1	2	17	47	2	83

De las 17 variables estructurales de la vegetación que fueron medidas, 9 fueron las más importantes en el Análisis de Componentes principales (PCA) las cuales se representaron en 5 factores por un valor acumulado del 85,96% (tabla. 2).

Tabla 2. Factores resultantes del análisis de componentes principales, con valor acumulado de 85.96% y las variables que los representan. En rojo, las variables que más aportan en cada factor.

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Número de árboles	0,850	0,426	0,125	-0,056	0,146
Número de árboles con un perímetro mayor o igual a 10 cm	0,805	0,433	0,138	-0,123	0,082
Promedio de los perímetros mayores o iguales a 10cm	-0,387	-0,111	0,656	-0,433	-0,145
Altura promedio del dosel	0,149	-0,365	0,741	-0,172	0,287
Altura de los arbustos	0,429	0,157	0,308	0,526	0,034
Promedio de las longitudes de troncos caídos con un perímetro igual o mayor a 10 cm	-0,200	0,022	0,442	0,609	-0,457
Porcentaje de suelo desnudo	-0,517	0,833	0,103	-0,022	0,140
Porcentaje de hojarasca	0,517	-0,833	-0,111	0,007	-0,135
Profundidad de la hojarasca	0,327	0,303	-0,020	-0,349	-0,772

La abundancia de *R. fulviventor* ($r^2= 0.12338$; $p<0.007$), *C.cf tamensis* ($r^2= 0.21152$; $p<0.0004$), *N. bogotensis* ($r^2= 0.09364$; $p<0.017$) y *T. laniger* ($r^2= 0.12785$; $p<0.006$) se vio influenciada por la profundidad de la hojarasca, mientras que para el caso de *M. minutus* ($r^2= 0.07806$; $p<0.027$) la abundancia se vio influenciada por número de árboles y el número de árboles con perímetro mayor o igual a 10cm. Por último, tanto *N. meridensis* ($r^2= 0.01369$; $p<0.201$) como *M. cauae* ($r^2= 0.04963$; $p<0.652$) mostraron q sus abundancias no está influenciada por ninguna de las variables estructurales de la vegetación medidas en la fase de campo.

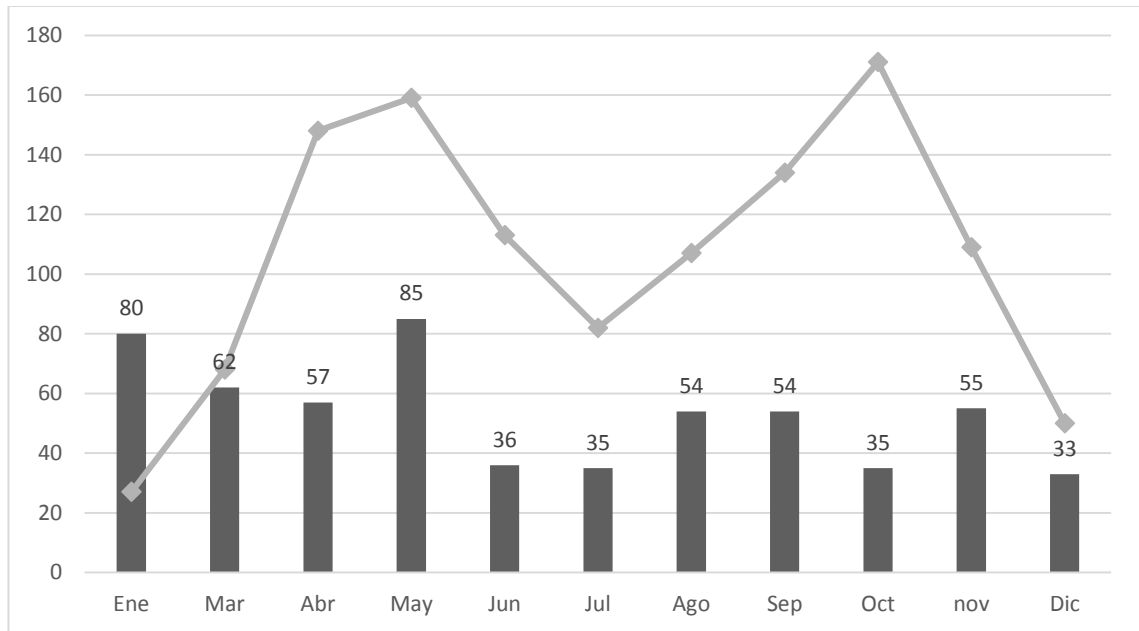
3.3 ABUNDANCIA Y SU RELACIÓN CON LA PRECIPITACIÓN

En general la abundancia de individuos varió significativamente a través del tiempo ($\chi^2= 59.922$; $p<0.0001$), siendo Enero y Mayo los meses con mayor número capturas, mientras que Julio, Octubre y Diciembre fueron los meses en los que menor número de individuos se capturaron (tabla. 3 y Fig.5).

Tabla 3. Número de individuos de cada especie capturados en cada mes de muestreo y precipitación promedio mensual en el área de estudio.

	<i>C. cf. tamensis</i>	<i>M. caucae</i>	<i>M. minutus</i>	<i>N. bogotensis</i>	<i>N. meridensis</i>	<i>R. fulviventer</i>	<i>T. laniger</i>	Precipitación
Enero	3	23	0	2	20	31	1	27
Marzo	0	11	0	2	11	37	1	68
Abril	4	10	2	2	8	31	0	148
Mayo	4	9	4	3	10	55	0	159
Junio	1	4	2	2	2	25	0	113
Julio	1	3	0	1	10	20	0	82
Agosto	2	7	1	1	12	31	0	107
Septiembre	2	7	0	1	9	35	0	134
Octubre	7	3	0	2	18	4	0	171
noviembre	3	9	0	1	24	18	1	109
Diciembre	2	5	0	0	12	12	2	50

Figura 5. Abundancia de los individuos capturados en cada mes de muestreo. La línea punteada muestra la precipitación (mm).



Sin embargo, al hacer el análisis para cada una de las especies se encontró que únicamente *C. tamensis* ($\chi^2=13.862$; $p<0.1941$) como *N. bogotensis* ($\chi^2=4.3529$; $p<0.963$) no presentan una variación significativa de sus abundancias a lo largo del muestreo (tabla. 4).

Tabla 4. Resultados χ^2 (esperados vs observados) para cada una de las especies. En rojo las especies que no presentaron una variación significativa de sus abundancias a lo largo del muestreo.

Especie	chi2	p
<i>Cryptotis tamensis</i>	13,862	0,1941
<i>Marmosops caucae</i>	38,22	0,0001
<i>Microryzomys minutus</i>	21,556	0,0001
<i>Neomicroxus bogotensis</i>	4,3529	0,963
<i>Nephelomys meridensis</i>	30,456	0,0007
<i>Rhipidomys fulvivent</i>	69,298	0,0001
<i>Thomasomys laniger</i>	10,4	0,0001

De otro lado, no hubo una relación significativa entre la precipitación promedio de cada mes y la abundancia de individuos ($r^2= 0.03653$; $p<0.91508$ - $r^2=0.03826$; $p<0.91107$). La tabla 5 corrobora esta información y muestra que solo la especie más abundante, es decir *Rhipidomys fulvivent* tiene una relación significativa con la precipitación ($r^2= 0.89346$; $p< 0.045873$).

Tabla 5. Resultados correlación de Spearman para cada una de las especies. En rojo la especie que tiene una relación significativa con la precipitación.

Especie	r	p
<i>Cryptotis cf. tamensis</i>	0,058	0,587
<i>Marmosops cauae</i>	0,398	-0,284
<i>Microryzomys minutus</i>	0,130	0,486
<i>Neomicroxus bogotensis</i>	0,435	0,435
<i>Nephelomys meridensis</i>	0,289	-0,352
Rhipidomys fulviverter	0,893	0,046
<i>Thomasomys laniger</i>	0,156	-0,458

3.4 DINÁMICA POBLACIONAL

Un total de 245 individuos fueron marcados con chips intradérmicos: *R. fulviverter* 132 individuos, *N. meridensis* 66, *M. cauae* 37, *N. bogotensis* 5, *M. minutus* 4 y finalmente *T. laniger* 1 individuo. Los 113 individuos que no se marcaron corresponden a aquellos que escaparon, se encontraron muertos o demasiado débiles en las trampas y los que fueron colectados para la determinación taxonómica.

El tamaño poblacional estimado para *R. fulviventor* fue de 132 (+/- 0.01) individuos para el área de estudio. Una mayor tasa de reclutamiento fue estimada durante los meses de Noviembre y Marzo contrario a Junio y Julio meses en los que se estimó una notable disminución en este valor. La tasa de crecimiento poblacional para la especie vario a través del tiempo encontrandose valores desde 0.64, hasta 8.89 en el mes de noviembre (tabla. 6).

El tamaño poblacional de *N. meridensis* fue de 81 (+/- 7.3) individuos para el área de estudio. Una mayor tasa de reclutamiento fue estimada durante los meses de Noviembre y Abril contrario a Diciembre y Marzo meses en los que se estimó una notable disminución en este valor. La tasa de crecimiento poblacional para la especie vario a través del tiempo encontrandose valores desde 0.54, hasta 1.69 en el mes de Noviembre (tabla. 6).

El tamaño poblacional de *M. caucae* fue de 54 individuos (+/-7.59) para el área de estudio. Una mayor tasa de reclutamiento fue estimada en el mes de Noviembre, sin embargo Abril y Agosto muestran un aumento en el valor de este indice con respecto a los otros meses. Contrario a esto, en Diciembre y Marzo se estimó una drastica disminución en El tamaño poblacional. La tasa de crecimiento poblacional para la especie vario a través del tiempo encontrandose valores desde 0.68 hasta, 0.14E+011 este ultimo valor corresponde al mes de Noviembre. Asi mismo tal como se observa en la tabla 6, un aumento en el valor de este indice se presento durante los meses de Enero, Abril y Agosto.

Tabla 6. Tasa de reclutamiento y crecimiento poblacional mensual de las tres especies más abundantes.

Mes/año	<i>Rhipidomys fulviventor</i>		<i>Nephelomys meridensis</i>		<i>Marmosops caucea</i>	
	Reclutamiento	Supervivencia	Reclutamiento	Supervivencia	Reclutamiento	Supervivencia
Noviembre (2014)	8,17 +/- 6,35	8,89 +/- 6,35	1,14 +/- 0,51	1,69 +/- 0,51	0,26E+13 +/- 0,00	0,14E+11 +/- 0,14E+15
Diciembre (2014)	0,08 +/- 0,15	0,79 +/- 0,17	0,001 +/- 0,10	0,54 +/- 0,10	0,23E-005 +/- 0,004	0,72 +/- 0,27
Enero (2015)	0,53 +/- 0,27	1,26 +/- 0,28	0,30 +/- 0,20	0,85 +/- 0,20	0,33 +/- 0,35	1,06 +/- 0,39
Marzo (2015)	1,20 +/- 0,40	1,93 +/- 0,40	0,02 +/- 0,11	0,57 +/- 0,12	0,17 +/- 0,31	0,90 +/- 0,31
Abril (2015)	0,28 +/- 0,15	1,00 +/- 0,15	1,06 +/- 0,56	1,60 +/- 0,55	0,55 +/- 0,41	1,31 +/- 0,46
Mayo (2015)	0,51 +/- 0,16	1,32 +/- 0,19	0,44 +/- 0,31	0,98 +/- 0,30	0,40E-009 +/- 0,00	0,68 +/- 0,21
Junio (2015)	0,84E-012 +/- 0,48E-018	0,64 +/- 0,06	0,23 +/- 0,23	0,78 +/- 0,22	0,17 +/- 0,26	0,92 +/- 0,29
Julio (2015)	0,38E-008 +/- 0,11E-015	0,47 +/- 0,05	0,79 +/- 0,46	1,34 +/- 0,45	0,20 +/- 0,32	0,93 +/- 0,32
Agosto (2015)	0,23 +/- 0,11	0,97 +/- 0,12	0,42 +/- 0,29	0,97 +/- 0,29	0,62 +/- 0,52	1,35 +/- 0,51
Septiembre (2015)	0,51 +/- 0,20	1,24 +/- 0,20	0,45 +/- 0,30	1,00 +/- 0,30	0,02 +/- 0,25	0,75 +/- 0,25

4. DISCUSIÓN

4.1 DIVERSIDAD

Un total de 7 especies representando 3 órdenes taxonómicos, se encontraron en el área de estudio. La riqueza de especies en cada orden fue proporcional a lo encontrado en otros trabajos, siendo Rodentia el orden con mayor número de especies, seguido de Didelphimorphia y finalmente Soricomorpha con un menor número de especies. Así mismo, los géneros muestreados corresponden a lo que se esperaría encontrar según la literatura y los trabajos de otros autores en este tipo de ecosistemas andinos (Zúñiga *et al.*, 1988; Sánchez *et al.*, 2004 Sánchez & Díaz, 2014). Por ejemplo, en un estudio realizado por Otálora en el 2003 en dos bosques de roble de los municipios de Charalá y Encino, se registraron un total de 16 especies de pequeños mamíferos de las cuales 4 podrían corresponder a especies registradas para este trabajo. Estas serían: *Akodon sp.* que podría ser *N. bogotensis*, *Orizomys albigularis* sería *N. meridensis*, *Rhipidomys sp.* sería *R. fulviventer* y *Thomasomys sp.* sería *T. laniger*.

En cuanto al comportamiento de la abundancia, en el presente trabajo no se encontró una especie dominante a lo largo del periodo de muestreo, como lo reportado por Lopez-Arevalo *et al.* (2013) quienes reportan que no existe una especie dominante en la zona si no que las abundancias se encuentran repartidas en las zonas. Cabe mencionar que el bosque de roble proporciona refugio y abundancia de recursos alimenticios, lo que probablemente propicia la estabilidad en la población de *R. fulviventer*, reflejándose esto en la dominancia de la especie (Sáenz- Jimenez, 2010).

De otro lado, la información obtenida por Montenegro-Diaz, *et al* (1991), en un trabajo realizado en el oriente de Cundinamarca señala que *R. latimanus* es una especie de hábitos arbóreos que, aunque pase la mayor parte del tiempo en el

dosel, también usa el suelo, donde encuentra refugio y parte de su dieta, la cual consiste principalmente de frutos y semillas, aunque puede incluir hojas tiernas e insectos. El hecho de que *R. fulviventer* use todos los niveles del bosque le otorga una ventaja sobre las demás especies de roedores que se registraron las cuales son de hábitos terrestres.

4.2 ABUNDANCIA Y SU RELACIÓN CON EL MICROHÁBITAT

El número de capturas fue similar en las 5 estaciones, probablemente porque estas no estaban muy separadas entre sí y las características de microhábitat eran por lo tanto similares.

De otro lado, 9 fueron las variables estructurales de la vegetación más importantes, sin embargo, la profundidad de la hojarasca, seguida del promedio del perímetro de los árboles fueron las variables correlacionadas significativamente con las abundancias de la mayoría de especies. Estas variables probablemente están relacionadas con la oferta de recursos alimenticios y refugio, los cuales son factores determinantes en la selección de hábitat por parte de las diferentes especies de micromamíferos (Cerqueira *et al.*, 1993; López –Arévalo *et al.*, 1993; Gomez-Laverde *et al.*, 1998; Cerqueira & Freitas, 1999).

Se encontró una relación positiva entre la profundidad de la hojarasca y la abundancia de 4 de las especies registradas. El hecho de que 3 de estas especies sean de hábitos principalmente terrestres (*N. bogotensis*, *T. laniger*, y *C. cf. tamensis*), puede ser un indicio de que en ecosistemas andinos las capas de vegetación acumulada son fundamentales para el forrajeo y la protección ante los depredadores a nivel del suelo. Por otra parte, la especie *R. fulviventer*, aunque tiene hábitos principalmente arbóreos, eventualmente puede descender y forrajear a nivel del sotobosque (Montenegro-Díaz *et al.*, 1991), por lo que una mayor profundidad de la hojarasca ofrecería los mismos beneficios que a las especies

terrestres. En un trabajo realizado en el Bosque Atlántico central de Brasil Gentile & Fernández (1999) reportan que *A. cursor* se encuentra más a menudo en lugares con una alta densidad herbácea cercana al suelo y alta densidad de hojarasca.

Aunque no se encontró una relación estadísticamente significativa entre la abundancia de las especies y las variables porcentaje de cobertura vegetal, número de hierbas y número y altura de arbustos, otros autores han reportado la importancia de estas variables en ecosistemas neotropicales de tierras bajas. Estudios realizados en el límite austral del Bosque Atlántico de Brasil, Dalmagro & Vieira (2005) y Lima *et al.* (2010) reportan para *A. montensis* una relación entre las especies y el alto porcentaje de cobertura vegetal, dado que la abundancia de cobertura vegetal disminuye la posibilidad de que un depredador pueda capturarlo. Así mismo, Lima *et al.* (2010) también reportan que *O. nigripes* usa lugares con una densa cobertura del sotobosque, en este caso una alta abundancia de arbustos. Esto mismo fue reportado para *O. longicaudatus* por Múrua & González, 1982 en bosques templados de Chile. Estos estudios sugieren que evitar la depredación es un aspecto importante de la selección de microhábitat por parte de pequeños mamíferos, en particular aquellos con hábitos terrestres (Lima *et al.*, 2010).

El hecho de que no se haya reportado una relación entre las variables medidas y la abundancia de *M. caucæ* y *N. meridensis*, sugiere que se deben incluir en el análisis más variables que permitan dar explicaciones más robustas acerca del comportamiento poblacional de las especies en determinados habitats. En un trabajo realizado en el valle de Pamparrão al sudeste de Brasil, Gentile & Fernández (1999) incluyeron variables como el porcentaje de musgo, líquenes y el número de raíces, encontrando una asociación positiva entre esta última variable y la abundancia de *Philander frenata*, una especie de marsupial que utiliza prácticamente los mismos estratos verticales que las especies de *Marmosops* (Voss *et al.*, 2004). Según los autores, esta variable puede ser indicativa de presencia de

madrigueras, de un estrato arbóreo denso y una vegetación con más años de desarrollado.

Así mismo, autores como Forero (2007) y Montañez (2009) además de medir variables estructurales de la vegetación para caracterizar el microhabitat miden variables abióticas tales como la Humedad relativa del suelo, la Humedad relativa y la Temperatura ambiental en grados centígrados. Montañez (2009) por ejemplo reporta que la humedad relativa del suelo, la humedad ambiental, el porcentaje de cobertura de plantas y el porcentaje de obstrucciones, está relacionado con presencias y ausencias de algunas especies, mientras que Forero (2007) no encuentra que los mamíferos mostraran preferencia por algún rango particular para alguna de las variables medidas.

4.3 ABUNDANCIA Y SU RELACIÓN CON LA PRECIPITACIÓN

La abundancia de las 7 especies registradas varió significativamente a lo largo del tiempo de muestreo, sin embargo, para la mayoría de especies, no tuvo relación con la precipitación, excepto en el caso de *R. fulviventer* que mostró un aumento de su abundancia hacia los meses con mayores lluvias. El aumento en la abundancia relacionado con la precipitación se ha reportado para otros roedores neotropicales, tal es el caso de *Peromyscus mexicanus*, (Rojas y Rodríguez, 2007), *H. catopterus*, *N. tenuipes*, *N. caracolus*, *O. trinitatis*, *O. fulvescens*, *R. venezuelae*, *R. venustus*, *S. hirsutus*, (García *et al.*, 2013) entre otros. Estos aumentos en la abundancia pueden darse debido a que el período lluvioso propicia la producción y caída de frutos y semillas (Rojas y Rodríguez, 2007) así mismo, la permanente nubosidad que caracteriza el bosque altoandino en este período, reduce el riesgo de heladas, lo que favorece una mayor actividad de las poblaciones y posiblemente un mayor éxito reproductivo (Montenegro-Díaz, *et al* 1991).

Para el caso de la segunda especie más abundante, *N. meridensis* no se observa una relación entre la precipitación y la abundancia de individuos durante todo el periodo muestreo, Cerqueira *et al.* (1993) reportan un patrón similar en *A. cursor* y *P. iheringi*, dos especies de roedores al sudeste de Brasil cuyas poblaciones aparentemente no fluctúan con relación a la precipitación. Aunque ellos no esperaban este resultado *sugieren* que tal vez las diferencias estacionales en la precipitación u otros factores climáticos no son lo suficientemente fuertes como para inducir patrones marcados de fluctuaciones de la población. En nuestro caso esta población podría estar influenciada por otras variables como lo son los recursos alimenticios, como frutos, semillas y artrópodos que son disponibles en el área de estudio durante todo el año, según lo reportado por Villamizar-Ramírez *et al.*, (2016).

Aunque los análisis estadísticos sugieren que no existe una relación entre la precipitación y las abundancias de *M. minutus* y *T. laniger*, esta relación no puede ser evaluada de manera robusta, ya que el número de individuos capturados de ambas especies fue muy bajo a lo largo de todo el muestreo. Esto puede deberse a que el tamaño poblacional es bajo, siendo especies raras en la zona o el cebo no funciona con la misma eficacia como con las demás especies.

En el caso particular de *C. cf tamensis* el seguimiento poblacional fue insuficiente debido al bajo número de individuos capturados y a la alta mortalidad ya que la mayoría de individuos eran encontrados muertos o moribundos, esto mismo es reportado por Lopez-Arevalo *et al.*, (1993) para *C. thomasi*. Es importante mencionar que en Octubre se registró una mayor cantidad de capturas para la especie, sin embargo este mes se encuentra sesgado por un mayor esfuerzo de muestreo debido a trabajos paralelos en los que se dispuso de una gran cantidad de trampas de caída para medir la biomasa de insectos. Para esta especie de musaraña de manera general se pudo evidenciar una mayor cantidad de capturas en los meses de Abril y Mayo, los cuales coinciden con el primer pico lluvioso del año.

Con respecto a *M. caucae* la mayor abundancia de individuos se registró en Enero que corresponde al mes más seco del año. Este patrón, según el cual la reproducción comienza cuando las condiciones ambientales aún no son favorables, se ha registrado también en otros marsupiales (Bronson, 1985). Para el caso concreto de especies neotropicales, diferentes trabajos han reportado el inicio de la reproducción en los periodos secos, extendiéndose hasta el final de los periodos de lluvias (O'Connell, 1989; Cerqueira, *et al.*, 1993; D'Andrea *et al.*, 1994) resultando en un incremento en el número de individuos hacia el final y después de este periodo como lo reportan Gentile *et al.*, (2000) para *D. aurita* y *P. frenata* en un trabajo realizado al sudeste de Brasil.

4.4 DINÁMICA POBLACIONAL

Los valores en las tasas de reclutamiento y crecimiento poblacional de *R. fulviventer*, *N. meridensis* y *M. caucae* mostraron variaciones a través del tiempo, alcanzando sus valores más altos durante el segundo pico de lluvias (Octubre – Noviembre). Esto puede explicarse por el ingreso de individuos, en su mayoría adultos inmigrantes provenientes de áreas aledañas y a los aportes por nacimientos que ocurren especialmente hacia los meses de mayor precipitación, donde hay una mayor oferta de recursos (Montenegro-Díaz *et al.*, 1991).

El hecho de que *R. fulviventer*, una especie de hábitos arbóreos muestre una tasa de reclutamiento y en especial de crecimiento poblacional, mayor que *N. meridensis* se podría explicar por su capacidad de utilizar diferentes estratos boscosos, lo que podría brindarle cierta capacidad para contrarrestar las fluctuaciones ambientales y por ende de recursos (O'Connell, 1982).

De otro lado, las tasas de reclutamiento y de crecimiento poblacional para las dos especies tienden a disminuir hacia el final de los picos de lluvia (Diciembre – Enero y Junio – Julio), esta tendencia se ha reportado en otros roedores de los Andes

colombianos, como lo son *C. instans*, *M. bogotensis*, *Oryzomys sp.*, *Thomasomys sp.*, *T. aureus* y *T. laniger* donde la disminución en estos valores se explican por la pérdida de individuos debido a emigración o muerte, debido a un posible efecto regulador de clima sobre la densidad de las poblaciones (López - Arévalo, 1993).

A excepción de lo que se observa en las dos especies de roedores la disminución en la tasa de reclutamiento y de crecimiento poblacional en *M. caucæ* se observa durante el primer pico de lluvias del año (Mayo). Esto se debe posiblemente al patrón reproductivo presentado por muchos marsupiales neotropicales donde se observa un tamaño poblacional grande al final de la temporada de lluvias e inicio de la temporada de seca (que coincide con el fin del periodo reproductivo), debido al reclutamiento de individuos adultos y sub-adultos previo al periodo reproductivo (D'Andrea *et al.*, 2007).

5. CONCLUSIONES

Un total de 7 especies de pequeños mamíferos fueron registradas y aunque *R. fulviventer* se destacó como la especie más abundante, no se evidenció dominancia de alguna especie en el área de muestreo. Aunque se reportó una variación en la abundancia de individuos a través del tiempo, únicamente *R. fulviventer* muestra una relación significativa entre la abundancia de individuos y la precipitación. De otro lado, la abundancia de individuos en la mayoría de las especies se vio influenciada significativamente por la profundidad de la hojarasca y únicamente *N. meridensis* y *M. caucæ* no mostraron influencia de ninguna de las variables estructurales de la vegetación medidas sobre la abundancia de sus individuos. Por último para las 3 especies más abundantes (*R. fulviventer*, *N. meridensis* y *M. caucæ*) sus tasas de reclutamiento y de crecimiento poblacional muestran variación a través del tiempo, con un aumento de sus valores durante el mes de noviembre.

BIBLIOGRAFÍA

ADAM, Mengistu, WELEGERIMA, Kiros & MEHERETU, Yonas. Abundance and community composition of small mammals in different habitats in Hugumburda forest, northern Ethiopia. En: *Journal of Biodiversity and Conservation*. 2015, Vol. 7, No. 2, p. 119–125.

ALCALDÍA DE SANTA BÁRBARA. 2015. Nuestro Municipio, información general, ecología [Página web municipal]. Recuperado de http://www.santabarbara-santander.gov.co/informacion_general.shtml.

ALVARADO-SERRANO, Diego. & D'ELÍA, Guillermo. A new genus for the Andean mice *Akodon latebricola* and *A. bogotensis* (Rodentia: Sigmodontinae). En: *Journal of Mammalogy*. 2013, Vol. 94, No. 5, p. 995–1015.

ANDREAZZI, Cecilia, RADEMAKER, Vitor, GENTILE, Rosana, HERRERA, Heitor, JANSEN, Ana & D'ANDREA, Paulo. 2011. Population ecology of small rodents and marsupials in a semi-deciduous tropical forest of the southeast Pantanal, Brazil. En: *Zoologia (Curitiba)*. 2011, Vol. 28, No. 6, p. 762–770.

BERGER, Wolfgang & PARKER, Frances. Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Sea Sediments. En: *Science*. 1970. Vol. 163, p. 1345-1347.

BRONSON, Franklin. Mammalian Reproduction: An ecological perspective. En: Biology of Reproduction. 1985, Vol. 32, No. 1 p. 1–26.

BUSCH Maria, MIÑO, Mariela, DADON, Jose & HODARA, Karina. Habitat selection by *Akodon azarae* and *Calomys laucha* (Rodentia, Muridae) in pampean agroecosystems. En: Mammalia. 2001, Vol. 65, No. 1, p. 29–48.

CARLETON, Michael & MUSSER, Guy. systematic studies of oryzomyine rodents (Muridae, Sigmodontinae): a synopsis of *Microryzomys*. En: Bulletin of the american museum of natural history. 1989, No, 191, p. 1-83.

CASTAÑO, John & CORRALES, David. Mamíferos de la cuenca del río la miel (caldas): diversidad y uso cultural. En: bol.cient.mus.hist.nat. 2010, Vol. 14, No. 1, p. 56–75.

CERQUEIRA, Rui, GENTILE, Rosana, FERNANDEZ, Fernando & D'ANDREA, Paulo. A five-year population study of an assemblage of small mammals in Southeastern Brazil. En: Mammalia. 1993, Vol. 57, No. 4, p. 507–517.

CERQUEIRA, Rui & FREITAS, Rosa. A new study method of microhabitat structure of small mammals. En: Rev. Brasil. Biol. 1999, Vol. 59, No. 2, p. 219-223.

COPPELO, Stephanie, KELT, Douglas, VAN-VUREN, Dirk, WILSON, James & BIGELOW, Seth. Habitat associations of small mammals at two spatial scales in the

northern Sierra Nevada. En: Journal of Mammalogy. 2006, Vol. 87, No. 2, p. 402–413.

COETZEE, Cornelius, JACKSON, Tim. The comparative behavior and ecology of *Parotomys brantsii* and *P. littledalei* (Mammalia, Rodentia, Otomyinae). En: Journal-Namibia Scientific Society. 1999, Vol. 47, p. 87-106.

DALMAGRO, Anabel & VIEIRA, Emerson. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. En: Austral Ecology. 2005, Vol. 30, No. 4, p. 353-362.

D'ANDREA, Paulo, CERQUEIRA, Rui & HINGST, Erika. Age estimation of the gray four eyed opossum, *Philander opossum* (Didelphimorphia: Didelphidae). En: Mammalia. 1994, Vol. 58, No. 2, p. 283-292.

FORERO-DÍAS, Diana. Preferencia de Hábitat y Microhábitat de algunos mamíferos pequeños en tres tipos de hábitat en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya. Trabajo de grado, bióloga. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias. Escuela de biología. 2007. 148p

GARCÍA, Franger, DELGADO-JARAMILLO, Mariana, MACHADO, Marjorie, AULAR, Luis & MÚJICA, Yoiber. Pequeños mamíferos no voladores de un bosque

nublado del Parque Nacional Yurubí, Venezuela: abundancias relativas y estructura poblacional. En: Interciencia. 2013, Vol. 38, No 10, p. 719-725.

GARCÍA, Franger & SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, Elvira. Morfometría geométrica craneal en tres especies de roedores arborícolas neotropicales (Rodentia: Cricetidae: Rhipidomys) en Venezuela. En: Therya. 2013, Vol. 4, No. 1, p. 157-178.

GARDNER Alfred. Mammals of South America. 1ed. Chicago, EE.UU: The University of Chicago, 2007. Vol.1

GARRATT, Claudia, MINDERMAN, Jeroen & WHITTINGHAM, Mark. Should we stay or should we go now? What happens to small mammals when grass is mown, and the implications for birds of prey. En: Annales Zoologici Fennici. 2012. Vol. 4, No 1-2, p. 113-122.

GARSD, Armando & HOWARD, Walter . Microtine Population Fluctuations - an Ecosystem Approach Based on Time-Series Analysis. En: Journal of Animal Ecology. 1982, Vol. 51, No. 1, p.225–234.

GARY, White & KENNETH, Burnham. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. En: Bird Study. 1999, Vol. 46, No. S1, S120-S139.

GENTILE, Rosana & FERNANDEZ, Fernando . Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. En: Mammalia. 1999, Vol. 63, No. 1, p. 29-40.

HAMMER, Øyvind, HARPER, David & RYAN, Paul. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. En: Palaeontología Electrónica. 2001, Vol. 4, No. 1, P. 1- 9.

HIJMANS, Robert, CAMERON, Susan, PARRA, Juan, JONES, Peter & JARVIS, Andy. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. En: International Journal of Climatology. 2005, Vol. 25, No. 15, p. 1965-1978.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. informe sobre el estado de los recursos naturales renovables y del ambiente, componente de biodiversidad, 2010-2011. 1ed. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2002. p 42.

KHIDAS, Kamal, KHAMMES, Nora, KHELLOUFI, Samia, LEK, Sovan & AULAGNIER, Stéphane. Abundance of the wood mouse *Apodemus sylvaticus* and

the Algerian mouse *Mus spretus* (Rodentia, Muridae) in different habitats of Northern Algeria. En: Mammalian Biology. 2002, Vol. 67, No. 1, p.34–41.

LEINER, Natalia, SETZ, Eleonore & SILVA, Wesley. Semelparity and factors affecting the reproductive activity of the brazilian slender opossum (*marmosops paulensis*) in southeastern brazil. En: Journal of Mammalogy. 2008, Vol. 89, No. 1, p.153–158.

LIMA Daniela, AZAMBUJA, Bethânia, CAMILOTTI, Vagner & CÁCERES, Nilton. Small mammal community structure and microhabitat use in the austral boundary of the Atlantic Forest, Brazil. En: Zoología (Curitiba). 2010, Vol. 27, No. 1, p. 99–105.

LOPEZ-AREVALO, Hugo, MONTENEGRO-DIAZ, Olga & CADENA, Alberto. Ecología de los pequeños mamíferos de la Reserva Biológica Carpanta, en la Cordillera Oriental colombiana. En: Studies on Neotropical Fauna and Environment. 1993, Vol. 28, No. 4, p. 193-210.

MENDEL Sylvia, VIEIRA, Marcus & CERQUEIRA, Rui. Precipitation, Litterfall, and the Dynamics of Density and Biomass in the Black-Eared Opossum, *Didelphis aurita*. En: Journal of Mammalogy. 2008, Vol. 89, No. 1, p. 159–167.

MONTAÑEZ-QUIROGA, Diana Paola. Preferencia y selección de habitat y microhabitat de mamíferos pequeños terrestres en la finca “El Prado” del municipio de Jesús María, Santander, Colombia. Trabajo de grado, bióloga. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias. Escuela de Biología 2009. 56 p.

MONTENEGRO-DIAZ, Olga, LOPEZ-AREVALO, Hugo & CADENA, Alberto. (1991). Aspectos ecológicos del roedor arborícola *Rhipidomys latimanus* Tomes, 1860 (Rodentia: Cricetidae) en el oriente de Cundinamarca, Colombia. En: Caldasia. 1991, Vol. 16, No. 79, p. 565-572.

MORALES, Mónica, OTERO, Javier, VAN, Thomas, TORRES, Andrea, CADENA, Camilo, PEDRAZA, Carlos, RODRÍGUEZ, Nelly, FRANCO, Carol, BETANCOURTH, Juan, OLAYA, Edgar, POSADA, Ernesto, CÁRDENAS, Luciano. Atlas de páramos de Colombia. 1 ed. Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2007. p 208.

MÚRUA, Roberto & GONZÁLEZ, Luz. Microhabitat selection in two chilean cricetid rodents. En: Oecologia. 1982, Vol. 52, No. 1, p. 12-15.

O'CONNELL, Margaret. Population biology of North and South American grassland rodents. A comparative review. En: Mammalian Biology in South America. The Pymatuning Symposia in Ecology, Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh. 1ed. Michael, Mares & Hugh, Genoway. p. 167-185

O'CONNELL, Margaret. Population dynamics of neotropical small mammals in seasonal habitats. En: Journal of Mammalogy. 1989, Vol. 70, No. 3, p. 532– 548.

OTÁLORA, Aída. Mamíferos de los bosques de roble. En: Acta Biológica Colombiana. 2003, Vol. 8, No. 2, p. 57–71.

PATTON, James, PARDIÑAS, Ulyses & D'ELÍA, Guillermo. Mammals of South America. 1 ed. Chicago, EE.UU: The University of Chicago, 2015. Vol. 2

QUIROGA-CARMONA, Marcial & WOODMAN, Neal. A new species of *Cryptotis* (Mammalia, Eulipotyphla, Soricidae) from the Sierra de Perijá, Venezuelan-Colombian Andes. En: Journal of Mammalogy. 2015, Vol. 96, No. 4, p. 800-809.

RAMÍREZ- CHAVES, Hector & SUÁREZ-CASTRO, Andres. Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. En: Mammalogy notes/Notas mastozoológicas. 2014, Vol. 1, No 2, p. 31-34.

RAMÍREZ-CHAVES, HECTOR & PÉREZ, Weimar. Mamíferos de un fragmento de bosque de roble en el departamnto del Cauca, Colombia. En: Boletín Científico - Centro de Museos - Museo de Historia Natural. 2007, Vol. 11, p.65-79.

RIVAS, Belkis. Características morfológicas y ecológicas de *Oryzomys albigularis* (Rodentia: Muridae) para Venezuela. En: Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. 1997, Vol. 147, No. 57, p. 3–13.

ROJAS, Licia y RODRÍGUEZ, Minor. Ecología poblacional del ratón *Peromyscus mexicanus* (Rodentia: Muridae) en el Parque Nacional Volcán Poás, Costa Rica. En: Revista de Biología Tropical. 2007, Vol. 55, No. 3-4, p. 1037-1050.

ROMERO, Milton, CABRERA, Edersson & ORTIZ, Néstor. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. 1 ed. Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2008. p. 181.

SÁENZ- JIMÉNEZ, Fausto. Aproximación a la fauna asociada a los bosques de roble del corredor Guantiva – La Rusia – Iguaque (Boyacá–Santander, Colombia). En: Revista Colombia forestal. 2010, Vol. 13, No. 2, p. 299-334.

SÁNCHEZ, Francisco, SÁNCHEZ-PALOMINO, Pedro & CADENA, Alberto. Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes centrales de Colombia. En: Caldasia. 2004, Vol. 26, No. 1, p. 291–309.

SÁNCHEZ-GIRALDO, Camilo & DÍAZ-NIETO, Juan. 2014. Dynamics of species composition of small non-volant mammals from the northern Cordillera Central of Colombia. En: Mammalia. 2014, Vol. 79, No. 4, p. 385–397.

SILVA, Marina. Abundance, diversity, and community structure of small mammals in forest fragments in Prince Edward Island National Park, Canada. En: Canadian Journal of Zoology. 2001, Vol. 79, No. 11 p. 2063–2071.

SIMPSON, Edward. Measurement of Diversity. En: Nature. 1949, Vol. 163, p. 688.

SINGLETON, Grant, KREBSS, Charles, DAVIS, Stephen, CHAMBERS, Lisa & BROW, Peter. Reproductive changes in fluctuating house mouse populations in southeastern Australia. Proceedings. En: Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 2001, Vol. 268, No. 1477, p.1741–1748.

SOLARI, Sergio, MUÑOZ, Yaneth, RODRÍGUEZ, José, DEFLER, Thomas, RAMÍREZ, Héctor & TRUJILLO, Fernando. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. En: Mastozoología Neotropical. 2013, Vol. 20, No. 2, p. 301-365.

STAT SOFT. INC. 2004. Statistica (data analysis software system) versión 7 [en línea]. <<http://www.statsoft.com/>> [Citado el 11 de Noviembre de 2015]

STENSETH, Nils, OTTERSEN, Geir, HURRELL, James, MYSTERUD, Atle, LIMA, Mauricio, CHAN, Kung-Sik, YOCCOZ, Nigel & ADLANDSVIK, Bjørn. (2003). Review article. Studying climate effects on ecology through the use of climate indices: the North Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond. Proceedings. En: Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 2003, Vol. 270, No. 1529, p. 2087–2096.

STENSETH, Nils, MYSTERUD, Atle, OTTERSEN, Geir, HURRELL, James, CHAN, Kung-Sik, LIMA, Mauricio &. (2002). Ecological effects of climate fluctuations. En: Science. 2002, Vol. 297, No. 5585, p.1292–1296.

SUÁREZ, Olga & BONAVENTURA, Stella. Habitat use and diet in sympatric species of rodents of the low Paraná delta, Argentina. En: Mammalia. 2001, Vol. 65, No. 2, p.167–176.

VILLAMIZAR-RAMÍREZ, Angela. Actividad reproductiva de *Nephelomys meridensis* (RODENTIA: CRICETIDAE) en la cordillera oriental de Colombia (Santa Bárbara, Santander). Trabajo de grado, Bióloga. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ciencias. Escuela de Biología. 2016. 46 p.

VOSS, Robert, TARIFA, Teresa & YENSEN, Eric. An Introduction to *Marmosops* (Marsupialia: Didelphidae), with the Description of a New Species from Bolivia and Notes on the Taxonomy and Distribution of Other Bolivian Forms. En: American Museum Novitates. 2004, No. 3466, p. 1–40.

WHITE, Gary & BURNHAM, Kenneth. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. En: Bird Study. 1999, Vol. 46, No. S1, S120-S139.

ZÚÑIGA, Herly, RODRIGUEZ, Jane & CADENA, Alberto. Densidad de población de pequeños mamíferos en dos comunidades del Bosque andino. En: Acta Biológica Colombiana. 1988, Vol. 1, No. 4, p. 86-93.