

**Preferencia de microhábitat de pequeños mamíferos no voladores
en un sector de bosque altoandino del municipio de Pamplona,
Norte de Santander, Colombia.**

Tesis de Pregrado

Universidad de Pamplona. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de
Biología.

Camilo Ernesto Angarita Yanes.

Preferencia de microhábitat de pequeños mamíferos no voladores en un sector de bosque altoandino del municipio de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Camilo Ernesto Angarita Yanes

Tesis para optar por el título de Biólogo

Directora

Yolima Martínez Guerrero

Dra. en Sostenibilidad y nuevos recursos

Universidad de Salamanca

Codirector

Luis Roberto Sánchez

Biólogo MSc Biología-Sistemática Vegetal

Grupo de Investigación en Recursos Naturales

Universidad de Pamplona

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Básicas

Departamento de Biología

Pamplona

2017

Dedicatoria

Para todos aquellos jóvenes interesados en la Mastozoología, que las dificultades no definan el rumbo de sus sueños.

Agradecimientos

- Ante todo a Dios por estar conmigo siempre.
- A mis padres por toda la confianza brindada, por su compromiso durante toda mi carrera universitaria y su contribución para que este trabajo fuese posible.
- A mis grandes amigos, por brindarme su compañía y sus consejos durante este arduo camino.
- Al grupo de Ecología y Biogeografía por el espacio físico brindado.
- A la Colección de Mamíferos “Alberto Cadena García” del Instituto de ciencias naturales de la Universidad Nacional de Bogotá por permitirme acceder a sus colecciones durante mi proceso de revisión.
- A mi directora Yolima Martínez por la orientación brindada y su gran compromiso.
- A los docentes Luis Roberto Sánchez y Carlos Galván por sus aportes en mi formación académica y personal, para ellos mis más grandes elogios.
- Al profesor Miguel Murcia por sus orientaciones en Estadística, y por toda su confianza y consejos brindados en estos años.
- Al Biólogo Carlos Cáceres por colaborarme en la elaboración de los mapas.
- Al guardabosques de la reserva Gerardo Carvajal , quien durante siete meses fue una compañía incondicional haciendo amena mis estancias, sin su colaboración no hubiese podido ejecutar este trabajo, para él toda mi gratitud.
- Y a todas aquellas personas que de alguna manera me colaboraron durante este proceso, haciendo realidad este trabajo que se presentará a continuación.

Resumen

Entre los meses de febrero y agosto de 2017 se estudió la preferencia de microhabitat por parte de pequeños mamíferos no voladores en un sector de bosque altoandino del municipio de Pamplona, concretamente en la Reserva el Volcán, para lo cual se desplegó una cuadrícula de muestreo compuesta por 30 trampas Sherman y 20 trampas de caída durante los cinco primeros meses, y un reemplazo de las Sherman en los meses siguientes por trampas de caída debido a la baja efectividad de las mismas, a su vez se midieron 12 variables estructurales en cada sitio de trapeo relacionadas con la vegetación. Con estos últimos datos se hizo un ACP para la reducción de variables y un análisis de regresión lineal múltiple para buscar correlaciones entre los nuevos componentes y las especies más abundantes.

Se capturaron un total de 54 individuos pertenecientes a tres familias y siete especies, *Cryptotis tamensis*, *Gracilinanus dryas*, *Microryzomys minutus*, *Neomicroxus bogotensis*, *Nephelomys meridensis*, *Rhipidomys fulviventor* y *Thomasomys hylophilus*. La especie más abundante fue *Microryzomys minutus* con 36 individuos y las menores abundancias se repartieron entre las demás especies.

Los componentes extraídos no explicaron la abundancia de *Microryzomys minutus* en el sector, indicando que es una especie con pocos requerimientos de microhábitat, no obstante, trabajos similares han demostrado su asociación a determinadas variables, por lo cual se hace una discusión al respecto. Con las demás especies debido al bajo número de individuos se contrastaron las observaciones más resaltantes con estudios similares para inferir tendencias que podrían presentarse en la reserva, que solo a la luz de estudios más intensivos y sistemáticos se puedan corroborar.

Tabla de Contenido

Capítulo 1	Introducción	10
Capítulo 2	Planteamiento del problema y justificación	12
2.1	Problema	12
2.2	Preguntas y predicciones en la investigación.....	13
2.3	Justificación	14
Capítulo 3	Marco Teórico.....	15
3.1	El bosque altoandino.....	15
3.2	Los pequeños mamíferos no voladores (PMNV).....	16
3.3	Hábitat y sus escalas	18
3.4	Selección, preferencia y uso.....	19
3.5	Estructura de la vegetación y su relación con los pequeños mamíferos no voladores.....	20
Capítulo 4	Objetivos	21
4.1	Objetivo General.....	21
4.2	Objetivos específicos	21
Capítulo 5	Metodología	22
5.1	Área de estudio	22
5.2	Diseño de Investigación.....	23
5.3	Fase de muestreo.....	24
5.4	Abundancia y Riqueza de pequeños mamíferos no voladores.....	27
5.5	Caracterización de variables a nivel de Microhábitat	28
5.6	Análisis de las variables.....	29
Capítulo 6	Resultados y discusión	30
6.1	Abundancia y riqueza de pequeños mamíferos no voladores.	30
6.1.1	Abundancia relativa	31
6.1.2	Riqueza de especies	35
6.2	Análisis de componentes principales	36
6.4	Preferencia de microhábitat	39
Capítulo 7	Conclusiones y recomendaciones.....	43
7.1	Conclusiones	43
7.2	Recomendaciones	44
Literatura citada	45

ANEXOS	57
--------------	----

Lista de Tablas

Tabla 1. Pequeños mamíferos de la reserva encontrados en el bosque altoandino.....	30
Tabla 2. Éxito de captura total y riqueza alfa en el bosque altoandino (N=Número de individuos; E.C=Esfuerzo de captura; E.C=Éxito de Captura; H' =alfa de fisher).....	30
Tabla 3. Éxito de captura por especie en el bosque altoandino.....	31
Tabla 4. ACP de las variables de vegetación medidas en el bosque altoandino, los valores significativos se encuentran en negrita.....	37
Tabla 5. Resumen del modelo de análisis de regresión lineal múltiple.....	38
Tabla 6. Anova. (Análisis de regresión lineal múltiple).....	38
Tabla 7. Coeficientes. (Análisis de regresión lineal múltiple).....	39

Lista de Figuras

- Figura 1.** Ubicación espacial de la reserva respecto al municipio de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.....22
- Figura 2.** Vista detallada del polígono de la Reserva el Volcán, en donde se muestran el campamento (Casa del Guardabosques) y el sitio de muestreo.....24
- Figura 3.** Diseño de la cuadrícula de trampeo empleado durante el estudio.....25

Lista de anexos

Anexo 1 . Formato de campo para mamíferos capturados.....	59
Anexo 2. Formato de campo para variables estructurales de vegetación.....	60
Anexo 3. Algunas imágenes de la Reserva el Volcán: A.) Casa del Guardabosques. B.) Sendero carreteable. C.) Franja de bosque altoandino de la reserva D.) Franjas de bosque en los alrededores de Pamplona.....	61
Anexo 4. (A.) Límites de la reserva junto a un potrero (B.) Punto de ingreso al área de muestreo (C.) Trampa Sherman (D.) Trampa de caída.....	62
Anexo 5. Detalles del interior del área de estudio.....	63
Anexo 6. Especies de pequeños mamíferos no voladores colectadas en un sector de bosque altoandino de la Reserva el Volcán, Pamplona, entre los meses de febrero y agosto de 2017: A.) <i>Cryptotis tamensis</i> , B.) <i>Gracilinanus dryas</i> C.) <i>Microryzomys minutus</i> D.) <i>Neomicroxus</i> <i>bogotensis</i> E.) <i>Nephelomys meridensis</i> F.) <i>Rhipidomys fulviventor</i> G.) <i>Thomasomys</i> <i>hylophilus</i>	64

Capítulo 1 Introducción

Dentro de la Clase Mammalia los pequeños mamíferos no voladores (PMNV) constituyen el grupo con el mayor número de especies, solo superado por los murciélagos. En el neotrópico han alcanzado la mayor diversidad de formas y adaptaciones, encontrándose en casi todo los ecosistemas y abarcando la mayoría de los pisos altitudinales, esto se debe principalmente a la variedad de recursos que explotan, representando a gran parte de los gremios tróficos, lo que permite la diferenciación y coexistencia de muchas especies. Este grupo, del que hacen parte los roedores, marsupiales y musarañas suelen presentar bajas tasas de movilidad debido a que sus áreas de acción son pequeñas, lo que los hace sensibles ante cambios en su hábitat, principalmente en lo que respecta a la cobertura de la vegetación, aspecto que parece incidir en procesos de selección y preferencia de sitios idóneos para subsistir, influyendo en sus patrones de abundancia y distribución.

En los Andes Colombianos existen ecosistemas estratégicos que se encuentran seriamente amenazados por actividades antrópicas como la deforestación y la ganadería, uno de estos es el bosque altoandino, en donde prácticamente la cobertura natural se ha perdido y lo poco que queda son relictos aislados, alterándose los procesos ecológicos de muchas especies que lo habitan.

Este panorama no es ajeno al municipio de Pamplona, sin embargo, existen actualmente áreas estratégicas que salvaguardan zonas representativas de bosque nativo como lo es la Reserva el Volcán, lugar que nos podría brindar información relacionada con la preferencia y uso de determinados sitios a escala de microhábitat por parte de PMNV. Este estudio

pretendió abordar estas interacciones, aportando información ecológica de estas especies en un ecosistema con poco abordaje de esta temática.

Capítulo 2 Planteamiento del problema y justificación

2.1 Problema

En Colombia el bosque altoandino junto a los demás ecosistemas de montaña es afectado por el avance de las fronteras agrícolas y pecuarias debido a que las zonas más densamente pobladas del país se encuentran circunscritas a estos ambientes (Vargas y Gómez, 2008).

Estos procesos antrópicos generan fenómenos como la reducción, fragmentación y deterioro del hábitat (Santos y Tellería, 2006), ocasionando la pérdida de la continuidad y conectividad del sistema, lo cual termina repercutiendo en las comunidades animales y vegetales.

Los pequeños mamíferos no voladores hacen parte de esas especies sobre las que estarían incidiendo estas transformaciones en el ecosistema, al tener una movilidad restringida pueden verse afectados por los cambios en el hábitat a escala local (Holmes y Drickamer, 2001) debido a sus pequeñas áreas de acción, dietas o hábitos particulares, ya sea a su favor o en su contra, lo que dependerá del cambio en ciertas variables ambientales y el nivel espacial en que estas puedan operar (Forero-Díaz, 2007).

La cobertura de la vegetación es una de estas variables de influencia, debido a que es una fuente importante en términos de disponibilidad de comida, protección contra depredadores y sitios de resguardo (Altricher *et al.*, 2004). Estas alteraciones en el hábitat pueden incidir en sus abundancias y distribuciones, lo cual puede llegar a alterar algunos procesos ecosistémicos como cambios en la productividad y diversidad (Martin y McComb, 2002).

En el municipio de Pamplona las transformaciones de las coberturas naturales son evidentes, encontrándose los pocos espacios de vegetación nativa restringidos hacia las partes altas del municipio, de tal manera que las zonas de vida subandina y andina han desaparecido casi por completo (Montaño y Gelvez, 2004). A esto se añade también la presencia de especies vegetales exóticas como *Pinus patula* y *Eucalyptus sp*, intensificando aún más esta problemática.

La Reserva el Volcán es una de las pocas áreas del municipio que se encarga de preservar estos remanentes que están confinados a las partes altas, abarcando las zonas de vida altoandina y de páramo, por el momento el área carece de estudios faunísticos esenciales como inventarios, monitoreos y estudios ecológicos puntuales que nos permitan comprender primero la presencia de las especies, y luego la manera en que están interactuando con el ambiente.

2.2 Preguntas y predicciones en la investigación.

1. ¿El bosque altoandino de la reserva presenta una alta abundancia y riqueza de pequeños mamíferos no voladores?

Hipótesis # 1: Debido al estado de conservación de las coberturas de vegetación en la reserva, es de esperarse una mayor disponibilidad de recursos y microhábitats que permitan una alta diversidad de pequeños mamíferos.

2. ¿Cuáles serán las especies de pequeños mamíferos más afectadas por las presiones antrópicas en el bosque altoandino?

Hipótesis # 2: Las especies con menores abundancias y mayores requerimientos específicos serán las más afectadas por alteraciones en el hábitat.

3. ¿Cuáles variables están determinando en mayor medida la presencia y permanencia de los individuos?

Hipótesis # 3: Variables de la vegetación a escala de microhábitat están incidiendo en la presencia de pequeños mamíferos, desde que ofrezcan sitios de forrajeo y refugio.

2.3 Justificación

En este contexto, estudios concernientes a establecer patrones de preferencia de microhábitat por pequeños mamíferos son importantes para entender los mecanismos involucrados en su distribución y abundancia a pequeña escala. En áreas bien preservadas es crucial para un soporte eficaz en propuestas de manejo y conservación de zonas donde la vegetación original ha sido removida por completo, además, estos procesos ecológicos no ocurre al azar, ya que las especies ocupan de manera preferencial los parches y sitios en donde los recursos se encuentren disponibles (Garshelis, 2000; Sponchiado, Melo y Cáceres, 2012).

En el país han sido pocos los trabajos llevados a cabo en esta temática (González y Alberico, 1994; Forero-Díaz, 2007; Montañez-Quiroga, 2009) destacándose solo uno llevado a cabo en ecosistemas a más de 3000 msnm (López-Arévalo, Montenegro-Díaz, y Cadena, 1993).

Este estudio permitirá generar un primer acercamiento, en un sector representativo de bosque altoandino, de las variables estructurales de la vegetación que pueden estar incidiendo a escala de microhábitat en la abundancia y riqueza de pequeños mamíferos no voladores, ya sea por preferencia o el uso de algún recurso. Los resultados nos pueden brindar un poco de información sobre aspectos ecológicos de estas especies de las cuales se conoce muy poco sus requerimientos en la alta montaña, viendo de qué manera se están segregando e interactuando ante cambios adversos, cada vez más comunes en nuestros ecosistemas.

Capítulo 3 Marco Teórico

3.1 El bosque altoandino

El bosque altoandino hace parte de la ecorregión global denominada bosques montanos de los Andes del norte según el fondo Mundial para la Naturaleza (WWF con sus siglas en inglés, 2017), los cuales son propios de los países del noroeste de Suramérica como son Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú.

En Colombia este ecosistema se encuentra entrelazado entre el bosque andino y el páramo, con temperaturas medias multianuales inferiores a los 9 °C (Van der Hammen y Otero, 2007), y con un rango altitudinal que varía dependiendo de la cordillera y el flanco, ya que las condiciones zonales en cada uno de estas unidades son diferentes. Por ejemplo, tenemos que para los casos de la cordillera occidental y central, el límite entre el bosque andino superior y bosque altoandino esta aproximadamente hacia los 3800 msnm, mientras que en la cordillera oriental y la Sierra Nevada de Santa Marta el límite entre el bosque altoandino y el páramo se encuentra más bajo, aproximadamente entre los 3200 y 3500 msnm, respecto a esto, parece ser que hay una influencia marcada por la precipitación multianual y las turberas de *Sphagnum*. (Van der Hammen y Otero, 2007).

Los bosques montanos son ecosistemas caracterizados principalmente por su compleja topografía, clima y geología, los cuales se han encargado de modelar una compleja historia biogeográfica, ayudando a crear varios hábitats y comunidades biológicas distintas, evidenciándose en aquellas especies cuya área de distribución se limitan a determinados flancos y sectores, llegando a considerarse como zonas con altos niveles de endemismo local y regional. (WWF, 2017).

3.2 Los pequeños mamíferos no voladores (PMNV)

Colombia es un país privilegiado en cuanto a su diversidad biológica, en lo referente a la clase mamíferos ocupa el puesto cuarto en América (518 especies) con 56 endemismos registrados hasta la fecha, del grupo se destacan los murciélagos y roedores con 205 y 132 especies respectivamente, convirtiéndolos en los órdenes con mayor riqueza en el país, (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro y González-Maya, 2016).

De esta clase, los pequeños mamíferos no voladores (PMNV) suelen abarcar tres grandes taxa, junto a los roedores encontramos a los marsupiales e insectívoros (Torre, 2004. Citado por Forero-Díaz, 2007, p 2), representados en los siguientes órdenes: *Rodentia*, *Paucituberculata*, *Didelphimorphia* y *Eulipotyphla*. Su delimitación corporal se basa principalmente en aspectos morfológicos, fisiológicos y rangos de peso, usualmente inferior a los 100 o 150 g (Robinson y Redford, 1986; Medellín, 1994; Sánchez y Cadena, 2004).

El estudio de este grupo en particular proporciona varias ventajas, una de estas es su abundancia, ya que debido a sus cortos tiempos de vida y altas tasas metabólicas, llegan a presentar unas altas tasas reproductivas, respondiendo con una mayor descendencia ante condiciones favorables (Silva, 2001. Citado por Forero-Díaz, 2007, p. 2), razón por la cual hacen parte de los llamados estrategias de la r (reproducción).

También pueden ser buenos indicadores ecológicos (Barnet y Dutton, 1995) debido a que tienen un área de acción pequeña, siendo determinantes a escala puntual (0-500 m²) (Corredor-Carrillo y Muñoz-Saba, 2010). Exhiben también especificidad de dieta y hábitat, (Barnet y Dutton, 1995) y son cruciales en la estabilidad de los ecosistemas debido a que realizan procesos de dispersión de semillas, polinización, control de poblaciones de insectos y por mantener una relación presa-depredador con ciertos carnívoros. (Solari *et al.*, 2001). Igualmente se ha evidenciado que mezclan físicamente el suelo, descomponiendo la materia

orgánica y la hojarasca (Carey y Harrington, 2001) e inclusive algunos son vectores y reservorios de enfermedades tropicales, haciéndolos un excelente modelo en estudios biomédicos (Reyes y Arrivillaga, 2009).

El grupo se adaptó para sobrevivir y aprovechar los recursos en ambientes heterogéneos con condiciones cambiantes, y su pequeño tamaño les permitió segregarse en el hábitat a través de varias escalas temporales y espaciales, permitiendo la coexistencia entre las especies (Wells, Pfeiffer, Lakim y Linsenmair, 2004). Sus poblaciones suelen variar según los ciclos estacionales, presentándose cierta fluctuación interanual, asociadas a veces con altas precipitaciones durante el fenómeno del niño (Jaksic, 2001, Jaksic y Lima, 2003).

En la alta montaña los pequeños mamíferos terrestres, particularmente los roedores, han alcanzado una alta diversificación, debido al rol biogeográfico que ha jugado los Andes (Reig, 1986). Para la cordillera oriental colombiana se han reportado 22 especies que sobrepasan los 3000 msnm (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, y González-Maya, 2016). En estas condiciones tienen que superar muchos retos fisiológicos como la regulación de la temperatura, inclusive se ha observado que algunos roedores altoandinos toleran concentraciones muy bajas de oxígeno atmosférico, y que al parecer, la baja presión barométrica que existe a grandes altitudes parece limitar la distribución de las especies de tierras bajas, mas no las de alta montaña en donde al parecer intervienen otros procesos (McNab, 2002).

En Colombia las investigaciones en PMNV se han centrado principalmente en inventarios puntuales y de diversidad (Gómez-Laverde, 1994 ; Sánchez y Cadena, 2004; Ramírez y Pérez, 2007; del Pilar Viancha, Cepeda-Gómez, Muñoz-López, Hernández-Ochoa y Rosero-Lasprilla, 2012; Medina, Macana-García y Sánchez, 2017), en estudios poblacionales (Zúñiga, Rodríguez y Cadena ,1990; Cadena y Malagón, 1994), y estudios puntuales en

especies (Gómez-Laverde *et al.* 1997) . Entre los estudios sobre selección y preferencia de hábitat y microhábitat se destacan los trabajos de López-Arévalo *et al.*, 1993, González y Alberico, 1994; Forero-Díaz, 2007 y Montañez-Quiroga , 2009 quienes lo han abordado desde diferentes enfoques.

3.3 Hábitat y sus escalas

El concepto de hábitat es uno de los más importantes en el ámbito de la ecología, sin embargo su definición se ha vuelto tema de varias discusiones (Hall, Krausman y Morrison, 1997). Sarmiento (2000) define el hábitat como “la suma total de las condiciones ambientales características de un sitio específico ocupado adecuado a las demandas de la población. Morris (2003) lo considera como ciertas condiciones físicas y abióticas delimitadas espacialmente. En sentido general es el lugar donde vive un animal (Odum,1971), sin embargo Alfonso, Tessaro y González (2011) establecen un concepto bastante completo en donde definen al hábitat como “el área que proporciona el apoyo directo a una especie determinada (una población o a una comunidad), considerando factores bióticos y abióticos (*e.g* espacio físico, calidad del aire, del agua, asociaciones vegetales, alimento, cobertura de protección, suelo, orografía del terreno, entre otras)”(p.319).

Para el estudio del hábitat se suelen diferenciar dos escalas: El macrohábitat, definido como el área espacial en la que los individuos realizan todas sus funciones biológicas, asociándose frecuentemente a una comunidad de plantas, y el microhábitat , compuesto por aquellas variables ambientales que afectan el comportamiento del individuo y que ocurren dentro de su rango de hogar(Morris, 1987).

La definición de microhábitat en el contexto de la investigación con pequeños mamíferos llegó a fijarse en términos de una única dimensión de nicho (vegetación estructural), (Hutchinson 1957a, 1959). En este nivel se suele observar cierta selectividad, en donde se

evidencia una percepción al momento de escoger sitios específicos dentro de los componentes del hábitat en forma diferencial, (Maitz y Dickman, 2001; Traba, Acebes, Campos y Giannoni, 2010). Por lo que se considera, qué, estas especies podrían ser especialistas a escala de microhábitat, lo cual mostraría diferentes estrategias de explotación de recursos en hábitats con una gran riqueza de especies (Bonaventura, Piantanida, Gurini y Sánchez López, 1991)

La partición de microhábitat le permite a las especies coexistir, pero no explica la distribución de las especies a través de macrohábitats (Jorgensen, 2004), no obstante, esta partición puede influir en la sobrevivencia de los individuos (Manning y Edge, 2004) y las dinámicas poblacionales (Bowman, Sleep, Forbes y Edwards, 2000).

3.4 Selección, preferencia y uso

Morrison, Marcot y Mannan (2012) realizaron unas definiciones clave sobre las interacciones de las especies con el hábitat, resaltándose los conceptos de selección, preferencia y uso.

La selección es definida como un proceso jerárquico que involucra decisiones conductuales tanto innatas como aprendidas por un animal sobre qué hábitat debería usar a diferentes escalas ambientales. Está condicionada por la disponibilidad, que es la accesibilidad que tiene un animal tanto a recursos físicos como biológicos (Krausman, 1999).

La preferencia por su parte describe el uso relativo de diferentes lugares o hábitats por un individuo o una especie. Se asume que la preferencia es independiente de la disponibilidad debido a que un animal puede acceder a diferentes recursos de igual forma (Litvaitis, Titus, Anderson, 1996). El uso en cambio, se define como la manera en que un animal consume un conjunto de entidades físicas y biológicas en un hábitat. Este tema proviene principalmente

del concepto de nicho ecológico de Hutchinson (1957b), con el que se trata de describir las características medioambientales requeridas por una especie en particular. El hábitat puede ser usado con diversos propósitos, tanto para protección contra depredadores, nidación y resguardo, como para forrajeo, reproducción y descanso. (Krausman, 1999).

3. 5 Estructura de la vegetación y su relación con los pequeños mamíferos no voladores.

Gran parte de las variables que afectan a los mamíferos pequeños se deben a la estructura de la vegetación, ya que al perturbarse la cobertura (escala de macrohábitat) , la complejidad estructural de la vegetación se altera, generándose variaciones en las características ambientales a escala de microhábitat (Forero-Díaz, 2007), por lo tanto, la cobertura se define como uno de los mayores determinantes tanto en la distribución como en la abundancia local de pequeños mamíferos (Freitas, Cerqueira y Vieira, 2002). Se ha demostrado que los pequeños mamíferos usan algunos microhábitats con más frecuencia que otros, evidenciándose aquí unas diferencias en la calidad estructural de esos sitios (Stevens y Tello, 2009).

Entre las variables de microhábitat que se relacionan con la estructura de la vegetación y que se han usado con mayor frecuencia en trabajos similares, se encuentran el número, cobertura y altura de árboles, arbustos y hierbas, diámetros a la altura del pecho (DAP), diámetros de la copa, cuantificación de estratos verticales y densidades de grupos particulares (helechos, palmas, enredaderas) (Díaz de Pascual 1993; González y Alberico 1993; Lacher y Alho, 2001, Lima, Azambuja, Camilotti y Cáceres, 2010 ; Sponchiado, Melo y Cáceres, 2012). También existen otras variables importantes relacionadas con la vegetación como los troncos caídos (Bellows, Pagels y Mitchell, 2001; Lima *et al.* 2010), el espesor de la hojarasca (Stancampiano y Schnell , 2004) y el tipo de sustrato (Lacher y Alho, 2001).

Capítulo 4 Objetivos

4.1 Objetivo General

- Determinar las preferencias de microhábitat por parte de pequeños mamíferos no voladores en un sector de bosque altoandino del municipio de Pamplona.

4.2 Objetivos específicos

- Estimar la abundancia relativa y riqueza de especies de pequeños mamíferos no voladores en un sector de bosque altoandino del municipio de Pamplona.
- Caracterizar las variables estructurales de la vegetación asociadas a los pequeños mamíferos no voladores en un sector de bosque altoandino del municipio de Pamplona.
- Identificar las variables que están determinando en mayor medida la variación y presencia en el número de individuos de cada especie.

Capítulo 5 Metodología

5.1 Área de estudio

El área estratégica de El Volcán es una reserva forestal perteneciente al municipio de Pamplona, establecida por la Corporación Autónoma de la Región Nororiental (CORPONOR) en 1996, se ubica en las veredas el Totumo y Alto Grande, en las coordenadas $07^{\circ} 20' 52.3'' N$, $072^{\circ} 40' 49.2'' O$. Presenta una extensión total de 590 hectáreas y rangos altitudinales entre 2830 y 3600 msnm, incluyendo las zonas de vida altoandina y páramo, con temperaturas anuales entre 6 y $20^{\circ} C$ (Mercado, Jiménez y Sánchez, 2011). (Figura 1)

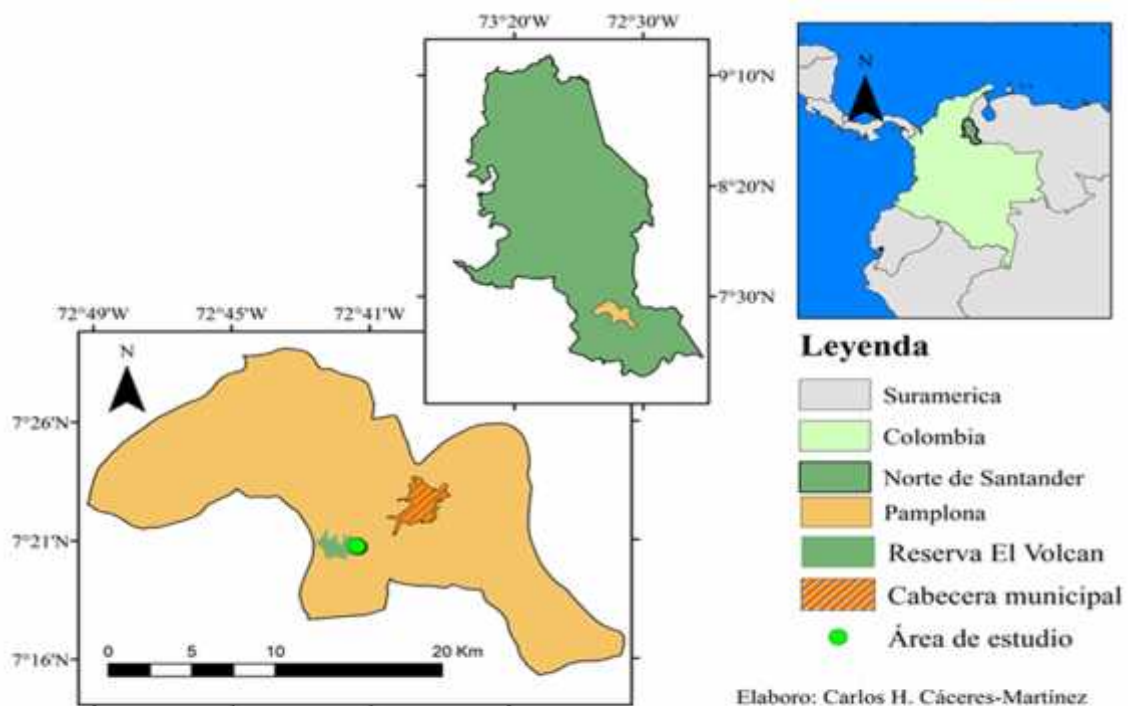


Figura 1. Ubicación espacial de la reserva respecto al municipio de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

La Reserva es descrita como una zona de pendientes abruptas, con ecosistemas en diferentes grados de alteración, que van desde fragmentos de bosque altoandino tanto primarios como secundarios, rastrojos, matorrales bajos y potreros con arbustos dispersos, hasta una comunidad de páramo seco que se ubica en la parte más alta, presentando elementos endémicos de la región como *Espeletia conglomerata*, *Espeletiopsis cf. almorzana*, y *Diplostephium apiculatum* (Sánchez *et al.* 2007).

La zona presenta un régimen de lluvias bimodal, con picos de precipitación en abril y octubre (Miguel Murcia, *com pers*). Su ubicación estratégica radica en su valor hidrológico ya que es uno de los pocos sitios donde aún persisten parches de bosque alto-andino y otras fases serales que contribuyen a mantener las fuentes hídricas que allí se originan, destacándose tres quebradas principales (Pedregal, Despensita y Los Monos), importantes en la formación del cauce del río Pamplonita, el cual abastece de agua a los municipios de Pamplona y Cúcuta (Sánchez, Gelvis y Solano, 2007).

5.2 Diseño de Investigación

Este trabajo fue de un nivel de investigación exploratorio, con un diseño de tipo transversal o transeccional ya que se determinó la relación entre un conjunto de variables en un momento determinado. Para la evaluación de las preferencias de microhábitat por parte de los pequeños mamíferos en el bosque altoandino la unidad de muestreo fue la cuadrícula de trampeo y la unidad de respuesta fue el sitio en donde se ubicaba cada trampa que lograba capturar un individuo.

La población de estudio fueron las especies de pequeños mamíferos no voladores que habitan el bosque altoandino de la Reserva el Volcán en el municipio de Pamplona, la muestra se constituyó de aquellos pequeños mamíferos no voladores capturados en un sector de bosque altoandino de la Reserva el Volcán entre febrero y agosto de 2017.

5.3 Fase de muestreo

Durante el mes de febrero se escogió un sector de bosque altoandino ubicado entre las coordenadas $07^{\circ} 20' 52.5'' N$ y $72^{\circ} 40' 48.9'' O$, distanciado a 10 m de un potrero y bordeado por una zanja que establece el límite de la reserva. El criterio de elección obedeció al estado de conservación, a la facilidad para ubicar las trampas y para desplazarse desde la casa del guardabosque, que sirvió de campamento durante toda la fase de muestreo. (Figura 2)

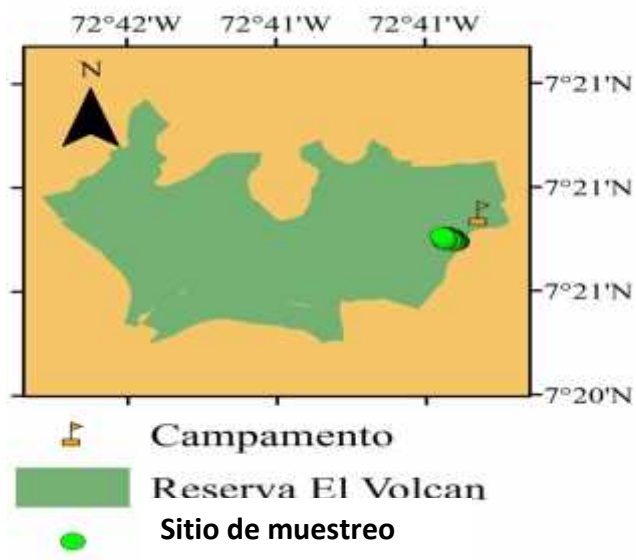


Figura 2. Vista detallada del polígono de la Reserva el Volcán, en donde se muestran tanto el campamento (Casa del Guardabosques) como el sitio de muestreo.

Posteriormente se colocaron 50 trampas (cada trampa se consideró como una estación de trampeo) distribuidas en una cuadrícula de 5 filas x 10 columnas, abarcando en total unas 0,36 hectáreas, la distancia entre trampas (filas como columnas) fue de 10 m. En las filas A, C, E se colocaron trampas Sherman de dos tamaños (7.62 W x 8.89 H x 22.86 L cm) y (5.08 W x 6.35 H x 16.51 L cm), las cuales fueron cebadas con una muestra de mantequilla de maní, hojuelas de avena y esencias de repostería. En las filas B y D se colocaron trampas de caída conformadas por baldes de plástico de 12 litros de capacidad con 25 cm de profundidad, (Figura 3). La cuadrícula de trampeo presentó un rango altitudinal entre 3155 y 3216 msnm.

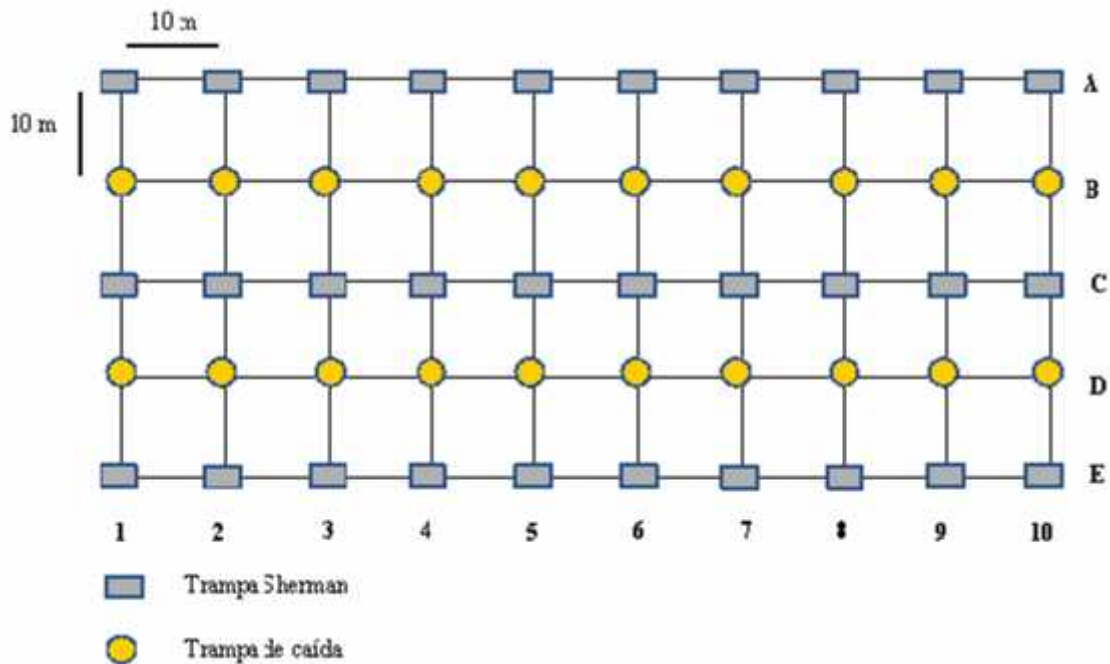


Figura 3. Diseño de la cuadrícula de trampeo empleado durante el estudio.

Se usó esta combinación de trampas con la finalidad de obtener una mayor representatividad en las capturas, ya que hay varias especies para las cuales determinados tipos de trampas resultan ser más efectivas que otras (Voss, Lunde y Simmons, 2001; del Pilar Viancha *et al.*, 2012).

Los muestreos fueron de cinco noches por mes durante siete meses, (febrero a agosto del 2017). La revisión de las trampas se efectuó una sola vez en la mañana, entre las 8:00 y 12:00 Horas, y el recebado para el caso de las Sherman se hizo cada dos días. Se consideraron como pequeños mamíferos no voladores aquellos con un peso inferior a 150 g en estado adulto, según lo sugerido por Sánchez (2004).

Debido al bajo éxito de captura de las trampas Sherman durante los primeros cuatro meses, fueron reemplazadas en los meses restantes (junio-agosto) por trampas de caída de igual características que las del resto de la cuadrícula, aun así, cuadrículas compuesta enteramente por trampas de caída han mostrado ser igualmente efectivas en estimar abundancia y riquezas de pequeños mamíferos no voladores (Bovendorp, MCCleery y Galetti, 2017).

Todos los animales capturados fueron colectados, el método de sacrificio usado fue por medio de éter para las capturas en Sherman, las especies capturadas en trampas de caída morían por inmersión en 1L de agua que se dejaba en los baldes durante el muestreo (Powell y Proulx, 2003).

Las muestras se transportaron en bolsas de tela blanca con cierre de nudo, posterior a esto se procedió a realizar el sexaje y las mediciones. Las medidas morfométricas tomadas fueron longitud total (LT), longitud de la cola (LC), longitud de la pata (LP) y longitud de la oreja (O) según Nagorsen & Peterson (1980). Adicionalmente se incluyó información como la fecha y estación de captura, todo esto recopilado en un formato especial (Anexo 1)

Para su posterior identificación hasta especie, los ejemplares se preservaron de tres maneras, en seco (piel seca con el cráneo y el esqueleto extraídos), (Anexo 6) en líquido con cráneo extraído (piel en alcohol al 70%, vísceras fijadas en formol al 10%) y cuerpo completamente en líquido. Todo el material fue etiquetado y depositado en la Colección Zoológica de la Universidad de Pamplona, bajo el permiso marco de recolección de especímenes de especies

silvestres de la diversidad biológica Resolución N° 200 del 13 de Abril de 2015 expedida por CORPONOR.

5.4 Abundancia y Riqueza de pequeños mamíferos no voladores.

Para establecer la abundancia relativa se tuvo en cuenta el éxito de captura (Ex.C), expresado como el número de individuos capturados sobre esfuerzo de captura, multiplicado por 100 (Santos-Filho, da Silva, y Sanaiotti, 2006). El éxito de captura se obtuvo por el hábitat general y por especie.

$$\text{Ex.C} = (C.T / E.C) \times 100$$

En donde

C.T = Número de individuos capturados.

E.C = Esfuerzo de captura.

El esfuerzo de captura se calculó con el número de trampas colocadas en el hábitat, multiplicado por los días de muestreo (trampas/noche).

La riqueza se evaluó mediante el índice de riqueza específica alfa () de Fisher (Moreno, 2000; Ortegón Martínez y Pérez-Torres, 2007) utilizando el programa **Past** versión 3. (Hammer *et al.* 2001).

$$S = \alpha \ln \frac{1 \cdot N}{\alpha}$$

Donde

S= Número de especies en la muestra

N= Número de individuos dentro de la muestra

= Parámetro a calcular por medio de iteraciones para que los valores de ambos lados de la ecuación sean iguales.

Se escogió este índice debido a que es independiente del tamaño de la muestra, se correlaciona positivamente con la riqueza de especies y también porque discrimina pequeñas diferencias en las muestras (Moreno 2000)

5.5 Caracterización de variables a nivel de Microhábitat

Se evaluaron 12 variables ambientales relacionadas con la estructura de la vegetación, tomadas en un radio de cinco metros alrededor de cada trampa. Su medición se realizó al finalizar el muestreo, en el mes de agosto, con el fin de evitar variaciones estacionales. Las variables medidas fueron (modificado de Lacher y Alho, 2001):

1.) Número de árboles Leñosos y con un DAP > 10 cm en un radio de 5 m del sitio de trampeo.

2.) Porcentaje de árboles Leñosos y con un DAP > 10 cm en un radio de 5 m del sitio de trampeo. Categorizándose de la siguiente manera:

1(0%); **2** (1-10%); **3**(10-25%); **4**(25-50%); **5**(50-75%); **6** (75-100%)

3.) Distancia al árbol más cercano (> 10 cm DAP) usando la siguiente categorización.

1(0-1 m); **2**(1-2 m); **3** (2-3 m); **4**(3-5 m); **5**(5-10 m); **6**(> 10 m)

4.) Porcentaje de arbustos y arbolitos (Leñosos y con un DAP < 10 cm) Cobertura en un radio de 5 m del sitio de trampeo. Usando la siguiente categorización

1(0%); **2** (1-10%); **3**(10-25%); **4**(25-50%); **5**(50-75%); **6** (75-100%)

5.) Distancia al arbusto más cercano (< 10 cm DAP). Usando la siguiente categorización

1(0-1 m); **2**(1-2 m); **3** (2-3 m); **4**(3-5 m); **5**(5-10 m); **6**(> 10 m)

6.) Altura media de la hierba (cm) en cuatro puntos localizados a un metro(1) desde el sitio de trampeo, los puntos fueron perpendiculares a la línea de trampeo

7.) Porcentaje de cobertura de hierba: en un radio de 5 m del sitio de trampeo.

1(0%); **2** (1-10%); **3**(10-25%); **4**(25-50%); **5**(50-75%); **6** (75-100%)

8.) Porcentaje de helechos: Las clases de cobertura a usar serán

1(0%); **2** (1-10%); **3**(10-25%); **4**(25-50%); **5**(50-75%); **6** (75-100%)

9.) Porcentaje de bromelias : Las clases de cobertura a usar serán

1(0%); **2** (1-10%); **3**(10-25%); **4**(25-50%); **5**(50-75%); **6** (75-100%)

10.) Distancia al tronco caído más cercano: Las categorías de distancia serán:

1(0-1 m); **2**(1-2 m); **3** (2-3 m); **4**(3-5 m); **5**(5-10 m); **6**(> 10 m)

11.) Grosor de la Hojarasca: (Con regla de 30 cm) en cuatro puntos localizados 1 metro desde el sitio de trampeo, los puntos serán perpendiculares a la línea de trampeo

12.) Tipo de Sustrato: Las categorías serán:

1(Hojarasca); **2**(Musgo); **3**(Ramitas); **4**(Suelo desnudo)

5.6 Análisis de las variables

En primer lugar se realizó un análisis de componentes principales (ACP), esta es una técnica estadística exploratoria basada en la síntesis o reducción de información (número de variables), es decir, que ante un conjunto de datos con muchas variables, se busca su mayor reducción, perdiendo la menor cantidad de información posible en el proceso, siendo los factores resultantes de este análisis una combinación lineal de las variables originales, las cuales serán independientes entre sí. (Salinas, 2006).

Con un análisis posterior se determinó la preferencia en el uso de microhábitat por parte de los pequeños mamíferos no voladores a través de un análisis de regresión lineal múltiple entre los factores resultantes del ACP y los datos de riqueza y abundancia. Tanto el ACP como la regresión múltiple se efectuaron mediante el software estadístico SPSS (George y Mallery, 2016).

Capítulo 6 Resultados y discusión

6.1 Abundancia y riqueza de pequeños mamíferos no voladores.

Se capturaron un total de 54 individuos pertenecientes a tres familias y siete especies. La especie con mayores individuos capturados fue *Microryzomys minutus*, mientras que las menores capturas se repartieron entre las demás especies (Tabla 1), dando un éxito de captura para el bosque altoandino de 2,20 % y una riqueza () de especies de 2,144 (Tabla2), las abundancias relativas de cada especie se resumen en la Tabla 3.

Tabla 1. Pequeños mamíferos de la reserva encontrados en el bosque altoandino.

Orden	Familia	Especie	Individuos (N)
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Gracilinanus dryas</i>	4
Eulipotyphla	Soricidae	<i>Cryptotis tamensis</i>	4
Rodentia	Cricetidae	<i>Microryzomys minutus</i>	36
		<i>Neomicroxus bogotensis</i>	3
		<i>Nephelomys meridensis</i>	3
		<i>Rhipidomys fulviventer</i>	2
		<i>Thomasomys hylophilus</i>	2
		Total	54

Tabla 2. Éxito de captura total y riqueza alfa en el bosque altoandino (N=Número de individuos; E.C=Esfuerzo de captura; E.C=Éxito de Captura; =alfa de fisher).

(N)	Noches	(E.C)	(Ex.C)	()
54	49	2450 Trampas/ noche	2,20%	2,144

Tabla 3. Éxito de captura por especie en el bosque altoandino

Especie	Éxito de Captura (Ex.C) (%)
<i>Microrhizomys minutus</i>	1,47
<i>Cryptotis tamensis</i>	0,16
<i>Gracilinanus dryas</i>	0,16
<i>Neomicroxus bogotensis</i>	0,12
<i>Nephelomys meridensis</i>	0,12
<i>Rhipidomys fulviventer.</i>	0,08
<i>Thomasomys hylophilus</i>	0,08

Estas especies constituyen el primer reporte que se hace para la Reserva el Volcán, y el segundo para el departamento en cuanto a ecosistemas de alta montaña, ya que Osgood (1912) identificó ocho especies de pequeños mamíferos no voladores en el Macizo del Tamá, hoy Parque Nacional Natural de carácter binacional, muy cerca de Pamplona. De esas especies, cinco se encontraron en el presente estudio, y cuatro de ellas presentan sus distribuciones asociadas a la región nororiental colombiana, como son (exceptuando *Neomicroxus bogotensis*) *Cryptotis tamensis*, *Gracilinanus dryas*, *Nephelomys meridensis* y *Thomasomys hylophilus*,

6.1.1 Abundancia relativa

Microrhizomys minutus fue la especie con el mayor índice de abundancia relativa (1,47%) estando presente en casi todos los meses de muestreo, su notoria presencia se debe muy probablemente a que es una especie generalista, ya que se le ha encontrado en diversos ambientes de bosques húmedos andinos, desde bosques montanos bajos y selvas montañosas superiores, a través de varios bosques subandinos y hábitats arbustivos, hasta las franjas más bajas del páramo (Osgood, 1933, Carleton y Musser, 1989; Barnett 1999; Voss 2003). Presenta una dieta omnívora, que incluye tallos y semillas de pasto, larvas de insectos y frutas (Noblecilla y Pacheco 2012). En Venezuela, *M. minutus* se encontró con mayor

frecuencia en la selva tropical de alta montaña, tanto en zonas perturbadas como hábitats prístinos, siendo la especie de roedor más abundante en los bosques nubosos Venezolanos (Cabello *et al.* 2006) y en otros estudios de la cordillera oriental Colombiana (del Pilar Viancha *et al.* 2012)

La Musaraña del tamá *Cryptotis tamensis* en cambio, parece ser una especie poco abundante de la cual se conocen pocos aspectos específicos de su biología (Quiroga-Carmona y Woodman, 2015). La mayoría de los individuos de esta especie han sido encontrados en bosques nubosos densos, con abundantes epífitas, aunque también se ha capturado en pastizales agrícolas y bosques nublados perturbados (Osgood, 1912; Handley, 1976). Durante el muestreo la máxima captura ocurrió en Agosto, con dos individuos en días continuos, sugiriendo quizás el inicio de una mayor actividad, muestreos en la segunda época (septiembre-enero) podrían ayudar a dilucidar mejor los patrones de abundancia de esta especie.

El Marsupial *Gracilinanus dryas* es un hallazgo notorio ya que los cuatro individuos capturados podrían ser la evidencia más fehaciente sobre la presencia de esta especie en Colombia. Inclusive pudiera tratarse de la única evidencia como nuevos registros para el país a menos que los dos únicos registros que se tiene hasta entonces, procedentes del departamento de Cundinamarca (Handley y Gordon, 1979) esté correctamente identificados, por lo cual se requiere de una nueva examinación para definir su identidad.

Gracilinanus dryas se considera como una especie rara y difícil de atrapar debido a sus hábitos arbóreos, aunque puede buscar frutas, insectos y otros pequeños invertebrados en el suelo del bosque. (Pérez-Hernández, Ventura y López Fuster, 2016) lo cual concuerda con lo obtenido durante los meses de muestreo. Handley (1976) reportó en sus muestreos en Venezuela cinco individuos capturados en el suelo y cinco capturados en árboles,

encontrándose con mayor frecuencia en sitios húmedos, con pequeñas ocasiones en sitios secos. La especie ha sido encontrada en bosques nubosos y bosques secundarios, sin registros fuera de los hábitats boscosos. (Pérez-Hernández *et al*, 2016). Con su máxima tasa de captura ocurrió algo muy similar a *Cryptotis tamensis*, capturándose tres de los cuatro individuos en el último mes de muestreo, de estos, dos eran machos juveniles, sugiriendo tal vez el inicio de la época de dispersión de esta clase de edad, muestreos continuos a partir de esta época permitirán corroborar esta hipótesis.

Neomicroxus bogotensis es una especie que también aparenta ser rara, nocturna y solitaria aunque de hábitos exclusivamente terrestres. Se alimenta de insectos, otros invertebrados, semillas y vegetación, su baja abundancia en el sitio puede deberse a una cuestión de preferencia, ya que la especie se ha encontrado asociada con mayor frecuencia a praderas abiertas y áreas de Páramo / Espeletia, tanto en áreas alteradas como cultivadas (Linares 1998), con predominio de gramíneas. (Soriano, Utrera y Sosa, 1990), mientras que sus capturas en el bosque han sido bajas (Osgood, 1912).

López-Arévalo, *et al.* (1993) detallaron las adaptaciones que corroboran un uso casi exclusivo de las condiciones de páramo como sus hábitos semifosoriales, resaltando particularidades morfológicas como sus ojos pequeños, la presencia de un hocico puntiagudo que permite un mejor desplazamiento bajo la superficie del suelo, cola corta y pabellones auditivos reducidos.

Nephelomys meridensis fue igualmente rara, aunque se la ha descrito como una especie predominante en las comunidades de pequeños mamíferos de alta montaña, siendo evidente este caso en los Andes Venezolanos (Díaz de Pascual, 1981) y Colombianos (Villamizar-Ramírez, Serrano-Cardozo, y Ramírez-Pinilla, 2017). La especie suele encontrarse en sitios de vegetación primaria donde abundan plantas de las familias Solanáceas, Marantáceas,

palmas pequeñas y helechos, aunque frecuentemente es observada en zonas de vegetación secundaria como las plantaciones (Díaz de Pascual, 1981, 1993, 1995) Su baja abundancia en el sitio se debió probablemente al tipo y cantidad de trampas que se usaron, ya que de las 30 sherman desplegadas durante las fases de campo, 15 eran aptas para capturar a esta especie debido al tamaño de las mismas (7.62 W x 8.89 H x 22.86 L cm) siendo *Nephelomys meridensis* un ratón de mediano porte con una longitud cabeza-cuerpo de 132 a 168 mm y una cola larga (147 a 183 mm)(Percequillo, 2015). El número de trampas se encontraba en una proporción muy baja si se compara con muestreos estándar de pequeños mamíferos, lográndose capturar únicamente dos individuos durante los muestreos, además, las trampas de caída parecen no ser efectivas para capturar esta especie, como se ha visto en algunos integrantes del género(del Pilar Viancha , 2012) capturándose solo un individuo en nuestro caso.

Rhipidomys fulviventer fue una especie escasa durante los muestreos, esta tendencia se observó igualmente en el Macizo del Tamá (Osgood, 1912) y en el Parque Natural Ranchería, Paipa, Boyacá (Vianchá-Sánchez *et al.*, 2012) , aunque Montenegro-Díaz, López-Arévalo, y Cadena (1991) encontraron a la especie como relativamente común en el ecotono bosque altoandino-páramo en la reserva Carpanta en Junín, Cundinamarca, según estos autores las características demográficas y la especialización de los hábitos de esta especie, llegando a preferir sitios inalterados, la señalan como una especie vulnerable a cambios bruscos en los ecosistemas que habita, además, es una especie clave en la regeneración de los bosques andinos, debido su actividad como dispersor de semillas, así como por el transporte, acumulación y consumo de frutos.

Rhipidomys fulviventer aunque es arborícola, presenta capturas consistentes al nivel del suelo (Handley, 1976) su abundancia en el sitio, más que un indicio de intervención de la zona se debió tal vez, como ocurrió con *Nephelomys meridensis*, a la cantidad y tipo de trampas que

se usaron, ya que sus capturas en Sherman parecen ser más relevantes que en las propias trampas de caída, muestreos con mayor número de trampas Sherman en la zona permitirá dilucidar estas afirmaciones.

Igualmente escaso fue el ratón *Thomasomys hylophilus*, esto debido a que sus poblaciones parecen presentarse en bajas abundancias dentro de un área de distribución muy restringida, por lo cual esta categorizado como en Peligro (EN) (Gómez-Laverde y Pacheco, 2008), confinándose a los complejos de alta montaña de Santander y Norte de Santander, particularmente al Macizo del Tamá, donde la especie fue descrita por primera vez (Osgood, 1912). La mayoría de los individuos han sido encontrados en bosques densos de las laderas superiores del páramo, (Osgood, 1912). con mayor frecuencia en bosques húmedos pero también en claros utilizados para pastos y cultivos (Handley, 1976).). Los individuos son solitarios y nocturnos, de hábitos tanto terrestres como escansoriales, llegando a alimentarse principalmente de semillas y frutas ((Linares, 1998).

6.1.2 Riqueza de especies

Con Respecto al índice de riqueza alfa de Fisher que se obtuvo para el Bosque altoandino en el presente estudio ($H' = 2,144$), se observó un valor mayor si lo comparamos con los obtenidos por Forero-Díaz (2007) para el Santuario de Flora Otún Quimbaya en la cordillera occidental, en un rango entre 1750 y 2250 msnm para tres hábitats: Bosque de urapán (*Faxinus chinensis*) ($H' = 1.373$), Bosque submontano ($H' = 1,178$) y Bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) ($H' = 0,8299$). esto , debido muy posiblemente al empleo de trampas de caída en el presente estudio, las cuales han demostrado ser efectivas en generar buenas estimaciones de riqueza (Bovendorp *et al*, 2017). Sin embargo, este valor contrasta con lo obtenido por Montañez-Quiroga (2009) para un conjunto de hábitats de una zona agropecuaria Submontana en Santander , con valores altos para el cafetal con sombrío ($H' = 3,166$), y el

pasto de cultivo para ganado ($H' = 2,622$), siendo bajo para el bosque submontano andino ($H' = 1,091$). No obstante, en este caso, la alta riqueza en los dos sitios fue influenciada por especies no nativas y generalistas como *Rattus rattus* y *Mus musculus*, los cuales entran en competencia con las especies nativas, repercutiendo en la composición de los ensamblajes.

En ambos estudios se observa que los hábitats compuestos por especies no nativas como el Urapán (*Fraxinus chinensis*) o los cafetales mostraron tener una riqueza específica mayor que los bosques nativos presentes. Para el caso de la Reserva el Volcán, hábitats compuestos por el exótico Pino (*Pinus patula*), eucalipto (*Eucalyptus sp*) o el nativo, pero ampliamente propagado aliso (*Alnus acuminata*) deberían ser evaluados a nivel de composición de pequeños mamíferos no voladores con el fin de realizar comparaciones con el presente estudio, de igual manera se deben hacer muestreos más prolongados en el bosque altoandino, con mayor número de trampas y cubriendo microhábitats esenciales como por ejemplo cuerpos de agua, ya que solo se muestreó un pequeño sector.

6.2 Análisis de componentes principales

Con este análisis solo se consideraron cinco factores o componentes principales que representaron el 72,6% de las varianzas entre las estaciones de trampeo, los resultados se resumen en la tabla 4

Tabla 4. ACP de las variables de vegetación medidas en el bosque altoandino, los valores significativos se encuentran en negrita

Variables	Componentes				
	1	2	3	4	5
# Árboles	0,730	0,228	0,271	-0,338	0,068
% Árboles	0,720	0,144	0,405	0,036	-0,407
Árbol cerc.	-0,747	-0,099	0,147	0,177	-0,152
Arbu cerc.	-0,344	0,544	0,351	0,270	-0,161
Alt med Hierb.	-0,090	-0,420	0,441	-0,407	0,569
% Hierba	-0,112	-0,767	0,244	0,156	-0,30
% Helechos	-0,294	0,723	0,045	0,041	0,295
% Brom. Ter.	-0,040	-0,292	0,616	0,404	0,364
TC cerc.	0,491	-0,404	-0,094	0,466	0,065
Gros. Hoj.	0,218	0,508	0,384	0,315	0,072
Tip. Sustr.	-0,362	-0,018	0,529	-0,435	-0,401
Valores propios	2,257	2,173	1,454	1,081	1,023
%de varianza	20,515	19,755	13,217	9,823	9,298
% acumulado	20,515	40,27	53,487	63,31	72,607

En el primer componente los valores más altos se relacionaron con la composición de árboles, el segundo componente se definió como arbustivo rasante, compuesto por la proximidad de arbustos, porcentaje de helechos y grosor de hojarasca, el tercer componente se relacionó exclusivamente con el estrato rasante, teniendo los valores más altos en el porcentaje de bromelias terrestres y el tipo de sustrato. Los componentes cuatro y cinco se definieron únicamente por las variables tronco caído más cercano y altura media de la hierba respectivamente.

6.3 Análisis de regresión lineal múltiple

Este análisis se realizó únicamente con la especie de mayor abundancia (*Microryzomys minutus* N=36). La prueba r cuadrado nos indica que el modelo explica solo el 23,3% de la varianza de la variable dependiente (Tabla 5) y el valor de la significancia fue mayor a 0,05, (Tabla 6), esto nos quiere decir que el modelo no es estadísticamente significativo ya que es muy bajo el porcentaje de varianza de la variable dependiente (Abundancia de *Microryzomys*

minutus), que se explica por el conjunto de variables independientes (Los cinco componentes extraídos).

Tabla 5. Resumen del modelo de análisis de regresión lineal múltiple.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,483	0,233	0,073	0,992

Tabla 6. Anova. (Análisis de regresión lineal múltiple)

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7,174	5	1,435	1,458	0,240
	Residuo	23,626	24	0,984		
	Total	30,800	29			

a. Variable dependiente: *Microryzomys minutus*

Para poder corroborar esto, se realizó un análisis más específico para observar con detalle la influencia de cada una de las variables independientes con la variable dependiente. (Tabla 7).

Según este análisis, la significación del *t* test nos indicó que los nuevos componentes no explican la abundancia de *Microryzomys minutus* ya que sus valores son mayores a 0,05, el tercer componente aunque es menor a este número, se encuentra cercano al punto de inflexión y no se considera significativo. De igual manera, los coeficientes beta al estar cercanos a cero complementan dicha observación.

Tabla 7. Coeficientes. (Análisis de regresión lineal múltiple)**Coeficientes^a**

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
1 (Constante)	1,200	0,181		6,625	0,000
REGR puntaje del factor 1 para análisis 1	-0,251	0,184	-0,244	-1,362	0,186
REGR puntaje del factor 2 para análisis 1	-0,103	0,184	-0,100	-0,562	0,580
REGR puntaje del factor 3 para análisis 1	0,382	0,184	0,371	2,075	0,049
REGR puntaje del factor 4 para análisis 1	-0,148	0,184	-0,144	-0,803	0,430
REGR puntaje del factor 5 para análisis 1	-0,075	0,184	-0,073	-0,409	0,686

a. Variable dependiente: *Microryzomys minutus*

6.4 Preferencia de microhábitat

Como ya se demostró *Microryzomys minutus* no presentó ninguna preferencia por alguno de los cinco componentes de microhábitat, corroborando su carácter generalista. Sin embargo estos resultados se deben tomar con cautela, ya que estudios similares en el Monte Zerpa. Estado Mérida .Venezuela, esta misma especie estuvo altamente asociada a los microhábitats con estrato arbustivo, densidad de palmas, helechos arborescentes y enredaderas, así como la cantidad de hojarasca depositada en el suelo (Díaz de Pascual, 1993) Mientras que en el Parque la Mucuy, también en el Estado Mérida Venezolano se asoció principalmente con elementos arbóreos (Aagaard, 1982). Localizándose sus refugios en huecos naturales formados por raíces de árboles o debajo de rocas (Diaz de pascual, 1981).

En vista de esto, debemos considerar dos aspectos, lo primero es que en estos estudios el esfuerzo de muestreo fue mayor obteniéndose una mayor cantidad de individuos, lo cual permitió discernir con más claridad las preferencias de la especie, lo segundo es que tal vez las variables de vegetación medidas no explican su abundancia, intercediendo así, otras variables al parecer, sean abióticas como la temperatura y la humedad, o bióticas como la disponibilidad de alimento (Torre,2004).

Para las seis especies de pequeños mamíferos restantes, sus bajos números no permitieron ejecutar análisis significativos, aunque, los pocos estudios que existen de ellos, reportan que por ejemplo, el pariente más cercano a la musaraña del Tamá *Cryptotis tamensis* (*Cryptotis meridensis*) en Monte Zerpa, tiene preferencias a densidades, diámetros y coberturas de árboles y arbustos, densidades de helechos (herbáceos y arborescentes), palmas y enredaderas, también parece preferir la cantidad de hojarasca, y dentro del hábitat parece seleccionar ciertos sectores de manera activa para explotar los recursos que en estos se encuentran. (Díaz de Pascual, 1993). Siempre que estos sitios sean húmedos (Osgood, 1912)

En este trabajo, de los cuatro individuos capturados, dos se encontraron en sitios con sustrato de hojarasca y el resto en sustrato de musgo, con una cercanía de árboles y arbustos de hasta 1 m de distancia y con total ausencia de troncos caídos.

Para el caso de *Gracilinanus dryas*, éste parece preferir sitios húmedos (Handley, 1976). al igual que *Cryptotis tamensis* dos individuos se encontraron en sitios con sustrato de hojarasca y el resto en sustrato de musgo, con un porcentaje de árboles entre el 1 y 10%, con arbustos cercanos hasta 1m, y casi ausencia de troncos caídos.

Neomicroxus bogotensis cuando se encuentra asociado al bosque prefiere en una proporción mayor sitios un poco más secos, con mayor predominancia en rocas que bajo troncos caídos podridos y cubiertos de musgo y pilas de arbustos (Handley,1976)

Dos individuos se encontraron en sitios con predominancia de musgo, con grosor de hojarasca de hasta 1,5 cm y casi ausencia de troncos caídos., igualmente con porcentaje de árboles y bromelias terrestres entre 1 y 10% , estando el árbol más cercano entre 2 y 3 m, y el arbusto más cercano entre 0 y 1 m.

Nephelomys meridensis se ha encontrado asociado a la densidad, cobertura y diámetro basal de los árboles. Sus refugios suelen localizarse en huecos naturales que se encuentran en cortes del terreno, así como bajo troncos caídos y raíces. (Osgood, 1912; Díaz de Pascual, 1993). En este estudio, los únicos tres individuos se encontraron en sustrato de hojarasca, bajo un porcentaje de árboles entre el 1 y 10%, con arbustos cercanos entre 0 y 1m, porcentaje de hierba entre 25 y 50 % y porcentaje de bromelias terrestres entre el 1 y 10%.

Rhipidomys fulviventor se ha encontrado mayormente asociado al lado y debajo de troncos, rocas, árboles y matorrales, usualmente cerca de corrientes de agua y sitios húmedos (Handley, 1976). Los dos únicos individuos se encontraron bajo porcentaje de árboles entre 1 y 10%. Resulta importante destacar el hecho de que estos dos individuos fueron encontrados en baldes en donde también se capturaron *Gracilinanus dryas*, ambas especies son aparentemente raras debido a sus hábitos arborícolas, compartiendo tal vez sitios de forrajeo, sería interesante determinar de qué manera estas especies están compartiendo el hábitat.

Thomasomys hylophilus se ha reportado viviendo en las galerías formadas naturalmente bajo raíces cubiertas de musgo, troncos y escombros (Osgood 1912). Handley (1976) encontró la mayoría de individuos entre las bases y raíces de los árboles, también a menudo en matorrales de bambú, al lado y debajo de troncos cubiertos de musgo, en gruesos crecimientos de arbustos y helechos arborescentes, y cerca de quebradas y otros lugares húmedos.

Los dos únicos individuos de esta especie cayeron en el mismo balde por una diferencia de tres meses (marzo y julio). El sitio presentó un sustrato en hojarasca, con un gran tronco caído ubicado a 2,25 metros de distancia, con el árbol y arbusto más cercano a 1,30 y 1,70 metros respectivamente y con un porcentaje de hierbas y helechos entre el 25 y 50 %.

Capítulo 7 Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

- ✓ Para un sector de bosque altoandino de la Reserva el Volcán del municipio de Pamplona, Norte de Santander, se reportaron siete especies de pequeños mamíferos voladores, un soricidae *Cryptotis tamensis*, un marsupial *Gracilinanus dryas*, y cinco roedores, *Microryzomys minutus*, *Neomicroxus bogotensis*, *Nephelomys meridensis*, *Rhipidomys fulviventor*, *Thomasomys hylophilus*.
- ✓ Ninguna de las nuevas variables resultantes del ACP explicaron la abundancia de *Microryzomys minutus*, por lo cual no se pudieron determinar asociaciones por preferencia de microhabitat, esto nos podría indicar que en el sector estudiado es una especie generalista que tiene pocos requerimientos de microhabitat.
- ✓ Se reporta luego de tantos años el marsupial *Gracilinanus dryas* para Colombia, y se reportan nuevos ejemplares del ratón *Thomasomys hylophilus*.
- ✓ Las especies *Gracilinanus dryas*, *Rhipidomys fulviventor* y *Thomasomys hylophilus* son las especies más vulnerables a cambios en el hábitat debido a su dependencia a coberturas boscosas, ambientes prístinos y bajas abundancias respectivamente, sobre todo cuando esta última especie se encuentra en la lista roja de especies amenazadas en categoría EN (En Peligro) según la UICN, dándole un valor agregado a las coberturas de bosque altoandino que conserva la reserva el volcán como resguardo de sus poblaciones.
- ✓ El resto de las especies, a pesar de encontrarse en hábitats intervenidos, pueden presentar grados de tolerancia dependiendo de su ecología e historia natural, por lo

que siempre van a estar vulnerables ante intervenciones antrópicas progresivas en su ambiente.

- ✓ Según los antecedentes de estudio de estas especies, las variables estructurales de vegetación usadas parecen ser determinantes en sus procesos de preferencia.

Encontrar estas relaciones requieren mayor esfuerzo de trampeo efectuados a un largo plazo y abarcando un mayor número de coberturas.

7.2 Recomendaciones

- ✓ Con base en las experiencias de este estudio, se recomienda que antes de llevar a cabo un trabajo con PMNV se debe realizar un pre-muestreo en las coberturas a estudiar, sobre todo si no existen inventarios en el área, esto permitirá tener una aproximación a la composición de las especies presentes y definirá el número y tipo de trampas a emplear.
- ✓ Se recomienda seguir profundizando con estudios ecológicos de los pequeños mamíferos de la Reserva el Volcán, empleando monitoreos a largo plazo, con mayores recursos y mayor número de trampas.
- ✓ Además del bosque altoandino, se sugiere realizar estudios comparativos en otras coberturas de la Reserva como el matorral, sucesiones secundarias, potreros, alisales y zonas de pino o eucalipto.
- ✓ Usar trampas de caída con mayor profundidad, ya que esto puede repercutir en las tasas de captura de determinadas especies.
- ✓ Emplear otras variables para definir patrones de preferencia de microhábitat como la humedad relativa, la temperatura del ambiente y del suelo.

Literatura citada

- Aagaard, E. M. J. (1982). *Ecological distribution of mammals in the cloud forests and páramos of the Andes, Merida, Venezuela*. (Ph.D. diss.), Colorado State University, Fort Collins, 277 pp.
- Alfonso, C. A. D., Tessaro, S. A. G., y González, L. El Hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. En Gallina Tessaro, S., & López González, C. (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC México. 390p
- Altricher, M., Kufner, M. L., Gavier, G., Tamburini, D., Sironi, M. y Arguello, L. (2004). Comunidades de micromamíferos de bosque serrano y pastizal de altura en la Sierra Chica, Córdoba, Argentina. *Ecología Aplicada* 3:122-127
- Barnett, A., y Dutton, J. (1995). Expedition Field Techniques: Small Mammals (excluding bats). *Journal of Zoology* (Vol. 22)
- Barnett, A. A. (1999). Small mammals of the Cajas plateau, southern Ecuador: ecology and natural history. *Bull. Fla. State Mus. Nat. Hist.* 42:161– 217.
- Bellows, A.S., Pagels, J.F., y Mitchell, J.C. (2001). Macrohabitat and microhabitat affinities of small mammal in a fragmented landscape on the upper coastal plain of Virginia. *American Midland Naturalist*. 146:345-360

- Bonaventura, S. M., Piantanida, M. J. , Gurini, L. y Sánchez López, M. I. (1991). Habitat selection in population of cricetine rodents in the region Delta (Argentina).
Mammalia 55:339- 354
- Bovendorp, R. S., MCCleery, R. A., y Galetti, M. (2017). Optimising sampling methods for small mammal communities in Neotropical rainforests. *Mammal Review*, 47(2), 148-158.
- Bowman, J. C., Sleep, D., Forbes, G. J. y Edwards, M. (2000). The association of small mammals with coarse woody debris at log and stand scales. *Forest Ecology and Management* 129: 1 19- 124
- Cabello, D. R., Bianchi-Perez, G., y Ramoni-Perazzi, P. (2006). Population dynamics of the rat *Microryzomys minutus* (Rodentia: Muridae) in the Venezuelan Andes. *Revista de biología tropical*, 54(2), 651-655.
- Cadena, A., y Malagón, C., (1994). Parámetros poblacionales de la fauna de pequeños mamíferos no voladores del Cerro de Monserrate (Cordillera Oriental, Colombia). Págs. 583-618 en: L. E. Mora- Osejo & H. Sturm (eds.). *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino de la Cordillera Oriental de Colombia*. Tomo II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Colección Jorge Álvarez Lleras Nro. 6, Bogotá
- Carey, A. B ., y Harrington, C. A. (2001). Small mammals in young forests: Implications for management for sustainability. *Forest Ecology and Management*, 154(1-2), 289–309.
- Carleton, M. D, y Musser, G. G. (1989). Systematic studies of oryzomine rodents (Muridae, Sigmodontinae): a synopsis of *Microryzomys*. *Bull. Am. Mus.Nat.Hist.* 191:1– 83.

Corredor-Carrillo, D. A., y Muñoz-Saba, Y. (2007). Mamíferos de la alta montaña de Perijá.

En *Colombia Biodiversidad Biótica V: la alta montaña de la Serranía de Perijá*.

Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias

Naturales, Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR), &

Gobernación del Departamento del Cesar.

del Pilar Viancha, A., Cepeda-Gómez, J. Y., Muñoz-López, E. C., Hernández-Ochoa, Á. M.,

y Rosero-Lasprilla, L. (2012). Mamíferos pequeños no voladores del Parque Natural

Municipal Ranchería, Paipa, Boyacá, Colombia. *Revista Biodiversidad*

Neotropical, 2(1 Ene-Jun), 37-44.

Díaz de Pascual, A. (1981). *Aspectos ecológicos de una comunidad de roedores de la selva*

nublada de Mérida. (Tesis de Ascenso). Facultad de Ciencias, U.L.A. Mérida. 51 pp.

Mimeo.

Díaz de Pascual, A. (1993). Caracterización del hábitat de algunas especies de pequeños

mamíferos de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida. *Ecotrópicos*, 6(1), 1-9.

Díaz de Pascual, A. (1995). *Variación espacial y temporal de la comunidad de pequeños*

mamíferos de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida. (Trabajo de Ascenso). Univ.

Los Andes, Mérida, Venezuela. Mimeo. 80 pp.

Forero-Díaz, D. (2007). *Preferencia de hábitat y microhábitat de algunos mamíferos*

pequeños en tres tipos de hábitat en el santuario de fauna y flora Otún-Quimbaya.

(Tesis de Pregrado). Facultad de Ciencias .Carrera de Biología. Pontificia

Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia. Recuperado de

siete.risaralda.gov.co/.../PREFERENCIAS%20HABITAT-MICROHABITAT.pdf

- Freitas, S., Cerqueira, R., y Vieira, M. (2002). A device and Standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. *Braz. J. Biol.*, 62(4B): 795- 800
- Garshelis, D.L., (2000). Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. En: Boitani, L., Fuller, T.K. (Eds.), *Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences*. Columbia University Press, New York, pp. 111–164
- George, D., y Mallery, P. (2016). IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference. Routledge.
- Gómez-Laverde, M. (1994). Los pequeños mamíferos no voladores del Parque Regional Natural Ucumarí. En *Ucumarí, un caso típico de la diversidad biótica andina*. Pereira: Instituto de Ciencias Naturales (CARDER), Universidad Nacional de Colombia, 377-96.
- Gómez-Laverde, M., Montenegro-Díaz, O., López-Arévalo, H., Cadena, A., y Bueno, M.L. (1997). Karyology, morphology, and ecology of *Thomasomys laniger* and *T. niveipes* (Rodentia) in Colombia. *Journal of Mammalogy* 78: 1282-1289.
- Gómez-Laverde, M. y Pacheco, V. (2008). *Thomasomys hylophilus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T21777A9318617. Downloaded on **03 December 2017**.
- González-M, A., y Alberico, M. (1993). Selección de habitat en una comunidad de mamíferos pequeños en la costa Pacífica de Colombia. *Caldasia*, 313-324.
- Hall, L. S., Krausman, P. R., y Morrison, M. L. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 173-182

- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., y Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*. 4(1):9 pp.134
- Handley Jr, C. O. (1976). Mammals of the Smithsonian Venezuelan project. Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series, 20(5), 1.
- Handley, C. O., Jr., y Gordon, L. K. (1979). New species of mammals from northern South America, genus *Marmosa* Gray. In *Vertebrate ecology in the northern Neotropics*, J. F. Eisenberg, 65–72. Washington, DC: The Smithsonian Institution Press, 271 pp.
- Holmes, S.S., y Drickamer, L.C. (2001). Impact of forest patch characteristics on small mammal communities: a multivariate approach. *Biological Conservation*. 99: 293-305.
- Hutchinson, G. E. (1957a). Concluding remarks. population studies: animal ecology and demography. Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology 22:415–427.
- Hutchinson, G. E. (1957b). The multivariate niche. En *Cold Spr. Harb. Symp. Quant. Biol* (Vol. 22, pp. 415-421).
- Hutchinson, G. E. (1959). Homage to Santa Rosalia; or, why are there so many kinds of animals? *American Naturalist* 93: 145–159
- Jaksic, F. M. (2001). Ecological effects of El Niño in terrestrial ecosystems of western South America. *Ecography* 24:241-250.
- Jaksic, F. M., y Lima, M. (2003). Myths and facts on ratadas: Bamboo blooms, rainfall peaks and rodent outbreaks in South America. *Austral Ecology* 28:237-251
- Jorgensen, E. E. (2004). Small mammal use of microhabitat reviewed. *Journal of Mammalogy* 85:53 1-539.

- Krausman, P. R. (1999). Some basic principles of habitat use. *Grazing behavior of livestock and wildlife*, 70, 85-90.
- Lacher, T. E., y Alho, C. J. (2001). Terrestrial Small Mammal Richness and Habitat Associations in an Amazon Forest–Cerrado Contact Zone1. *Biotrópica*, 33(1), 171-181.
- Lima, D. O. D., Azambuja, B. O., Camilotti, V. L., y Cáceres, N. C. (2010). Small mammal community structure and microhabitat use in the austral boundary of the Atlantic Forest, Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 27(1), 99-105.
- Linares, O.F.(1998). *Mamíferos de Venezuela*. Caracas: Sociedad Conservationista Audubonde Venezuela, 691 pp.
- Litvaitis, J.A., Titus, K., y Anderson, E.M.(1996). Measuring vertebrate use of territorial habitats and foods. En: *Research and management techniques for wildlife and habitats*.
- 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: 193-210
- McNab, B. K. (2002). *The physiological ecology of vertebrates: a view from energetics*. Cornell University Press.
- Maitz, W. E y Dickman C. R. (2001). Competition and habitat use in native Australian *Rattus*: is competition intense, or important?. *Oecologia* 128:526-538.
- Manning, J. A., y Edge, W. D. (2004). Small mammal survival and downed wood at multiple scales in managed forests. *Journal of Mammalogy*. 85:97-96.

- Martin, K.J., y McComb, W.C. (2002). Small mammal habitat associations at patch and landscape scales in Oregon. *Forest Science*. 48(2): 255-264.
- Medellín, R. A. (1994). Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Conservation Biology*, 8(3), 780–799.
- Medina, W., Macana García, D. C., y Sánchez, F. (2015). Aves y mamíferos de bosque altoandino-páramo en el páramo de Rabanal (Boyacá-Colombia). *Ciencia en Desarrollo*, 6(2), 185-198.
- Mercado-Gómez, J. D., Jiménez-Bulla, L. C., y Sánchez-Montaño, L. R. (2011). Pollen of the Magnoliopsida in El Volcán (Pamplona, Colombia) I: families Apiaceae, Asteraceae, Cunoniaceae, Ericaceae, Fabaceae, and Gentianaceae. *Caldasia*, 33(2), 619-635.
- Montañez-Quiroga, D.P. (2009). *Preferencia y selección de hábitat y microhábitat de mamíferos pequeños terrestres en la finca “El Prado” del municipio de Jesús María*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.
Consultado en www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis541.pdf
- Montaño, L. R. S., y Gelvez, S. M. G. (2004). Aspectos florísticos y fitogeográficos de Pamplona. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 2(2), 43-49.
- Montenegro- Díaz, O., López- Arévalo, H., y Cadena, A. (1991). Aspectos ecológicos del roedor arborícola *Rhipidomys latimanus* Tomes, 1860, (Rodentia: Cricetidae) en el Oriente de Cundinamarca, Colombia. *Caldasia* 16:565–72.
- Moreno C.E. (2000). Manual de métodos para medir la biodiversidad. Primera edición. Estado de Hidalgo, México.

Morris, D. W. (1987). Ecological scale and habitat use. *Ecology* 68:362-369

Morris, D. W. (2003). Toward an ecological synthesis: A case for habitat selection.

Oecologia.

Morrison, M. L., Marcot, B., y Mannan, W. (2012). Wildlife-habitat relationships: concepts and applications. Island Press.

Nagorsen, D. W., y Peterson, R. L. (1980). Mammal collector's manual. Royal Ontario Museum.(Barnett & Dutton, 1995)

Noblecilla, M. C., y Pacheco, V. (2012). Dieta de roedores sigmodontinos (Cricetidae) en los bosques montanos tropicales de Huanuco, Peru. *Revista Peruana de Biología*, 19(3), 317-322.

Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of ecology*. W. B. Sanders Co., Philadelphia, Penn.

Ortegón-Martínez, D., y Pérez-Torres, J. (2007). Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos (Chiroptera) asociado a un cafetal con sombrío en la mesa de los santos (Santander) Colombia. *Actualidades biológicas*, 29(87), 215-228

Osgood, W. H. (1912). Mammals from western Venezuela and eastern Colombia (Vol. 10, No. 5). Field Museum.

Osgood, W.H. (1933). The South American mice referred to *Microryzomys* and *Thallomyscus*. *Field Mus. Nat. Hist., zool. ser.*, 20:1– 8.

- Percequillo, A. R. (2015). Genus *Nephelomys* Weksler, Percequillo, and Voss. (2006). En: JL Patton, UFJ Pardiñas and G D'Elía (eds.), *Mammals of South America* (pp. 387). The University of Chicago Press, Chicago and London
- Pérez-Hernandez, R., Ventura, J. y López Fuster, M. (2016). *Gracilinanus dryas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T9418A22169714. Downloaded on 03 December 2017.
- Powell, R. A., y Proulx, G. (2003). Trapping and marking terrestrial mammals for research: integrating ethics, performance criteria, techniques, and common sense. *Ilar Journal*, 44(4), 259-276.
- Quiroga-Carmona, M., y Woodman, N. (2015). A new species of *Cryptotis* (Mammalia, Eulipotyphla, Soricidae) from the Sierra de Perijá, Venezuelan-Colombian Andes. *Journal of Mammalogy*, 96(4), 800-809.
- Ramírez-Chaves, H. E., y Pérez, W. A. (2007). Mamíferos de un fragmento de bosque de roble en el departamento del Cauca, Colombia. *Boletín Científico - Centro de Museos - Museo de Historia Natural*, 11, 65–79.
- Ramírez-Chaves, H., Suárez-Castro, A., y González-Maya, J. F. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes*, 3(1), 1-9.
- Reig, O. A. (1986). Diversity patterns and differentiation of high Andean rodents. Pp 404-439 en *High altitudinal tropical biogeography*, editado por M.Monasterio y F. Vuilleumier. New York: Oxford University Press.
- Reyes, A., y Arrivillaga, J. (2009). Fauna Mammalia asociada a los focos de leishmaniasis neotropical. Situación en Venezuela. *Bol. Mal. Salud Amb*, 49(1), 35-52.

- Robinson, J., y Redford, K. (1986). Body Size, Diet, and Population Density of Neotropical Forest Mammals. *The American Naturalist*.
- 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.
- Sánchez, L.R., Gelvis, S.M. y Solano, F. (2007). Plantas con flores de la Reserva El Volcán, Vereda Alto Grande Pamplona, Norte de Santander. *Bistua* 5 (1): 27-34.
- Salinas P, H. (2006). Análisis De Componentes Principales. *Revista chilena de obstetricia y ginecologia*, 71(1), 1–11.
- Santos-Filho, M., da Silva, D. J., y Sanaiotti, T. M. (2006). Efficiency of four trap types in sampling small mammals in forest fragments, Mato Grosso, Brazil. *Mastozoología Neotropical*.
- Santos, T., y Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Revista Ecosistemas*, 15(2)
- Sarmiento, F. O. (2000). Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Editorial Abya Yala.
- Silva, M. (2001). Abundance, diversity, and community structure of small mammals in forest fragments in Prince Edward Island National Park, Canada. *Canadian Journal of Zoology*. 79(11): 2073-2071.
- Solari, S., Vivar, E., Velazco, P. M., Rodríguez, J. J., Wilson, E., Baker, R. J., y Mena, J. L. (2001) The Small Mammal Community of the Lower Urubamba Region, Peru. SI/MAB Series #7.

- Soriano, P. J., Utrera, A., y Sosa, M. (1990). Inventario preliminar de los mamíferos del Parque Nacional General Cruz Carrillo (Guaramacal), Estado Trujillo, Venezuela. *Biollania*, 7, 83-99.
- Sponchiado, J., Melo, G. L., y Cáceres, N. C. (2012). Habitat selection by small mammals in Brazilian Pampas biome. *Journal of Natural History*, 46(21-22), 1321-1335
- Stancampiano, A.J., y Schnell, G.D. (2004). Microhabitat affinities of small mammals in southwestern Oklahoma. *Journal of Mammalogy*. 85(5):948-958.
- Stevens R.D, y Tello J.S. (2009). Micro- and macrohabitat associations in Mojave Desert rodent communities. *J Mammal*. 90(2):388–403
- Torre Corominas, I. (2004). Distribution, population dynamics and habitat selection of small mammals in Mediterranean environments: the role of climate, vegetation structure, and predation risk. Universidad de Barcelona.
- Traba, J., Acebes, P., Campos, V. E., y Giannoni, S. M. (2010). Habitat selection by two sympatric rodent species in the Monte Desert, Argentina. *Journal of Arid Environments* 74:179-185
- Van der Hammen, T., y Otero, G. J. (2007). Los páramos: archipiélagos terrestres en el norte de los Andes. En M. Morales et al., *Atlas de páramos de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Vargas, O. J y Gómez, P. (2008). Rasgos de historia de vida de especies pioneras en la Reserva Natural Ibanasca (Ibagué, Tolima, Colombia). En Barrera, J.I., Aguilar, M & Rondón, D.C., *Experiencias de Restauración Ecológica en Colombia “entre la sucesión y los disturbios”*. Escuela de Restauración Ecológica (ERE) y Universidad Javeriana. 89 p.

Villamizar-Ramírez, Á. M., Serrano-Cardozo, V. H., y Ramírez-Pinilla, M. P. (2017).

Reproductive activity of a population of *Nephelomys meridensis* (Rodentia: Cricetidae) in Colombia. *Mastozoología neotropical*, 24(1), 177-189.

Voss, R.S (1993). A revision of the Brazilian muroid rodent genus *Delomys* with remarks on “thomasomyine” characters. *Am. Mus. Novit.* 3073:1– 44.

Voss, R., Lunde, D., y Simmons, S. (2001). The mammals of Paracou, French Guiana: A neotropical lowland rainforest fauna. Part 2. Nonvolant species. *Bull Am Mus Nat Hist.* 263: 1-236.

Wells, K., Pfeiffer, M., Lakim, M.B., y Linsenmair, E. (2004). Use of arboreal and terrestrial space by a small mammal community in a tropical rain forest, in Borneo, Malaysia. *Journal of Biogeography.* 31:641-652. Wiegand, T.,

World Wildlife Fund (WWF, 2017) the Northern Andean Montane Forests. Recuperado de http://wwf.panda.org/about_our_earth/ecoregions/northandean_montane_forests.cfm

Zúñiga, H., Rodríguez, J. R. y Cadena, A. (1990). Densidades de poblaciones de pequeños mamíferos de dos comunidades del bosque andino. *Acta Biológica Colombiana* 1: 85

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Campo Para Mamíferos Capturados

N° de Campo _____ Día _____ Mes _____ Año _____

N° de trampa _____ Tipo de Trampa _____

Colecta Sí _____ No _____ Recaptura Sí _____ No _____

Género _____ Especie _____

Nombre Vulgar _____

LT _____ LC _____ LP _____ O _____

Peso: Bolsa _____ Con Bolsa _____ Neto _____

Reproducción: Sexo: M _____ F _____ Edad: Infantil _____ Juvenil _____ Subadulto _____ Adulto _____

Basado en: _____

Macho: Testículos: Escrotales _____ Inguinales _____ Impalables _____ Largo _____ Ancho _____

Hembra: Preñez: No _____ Sí _____ Incipiente _____ Avanzada _____

Vagina: Cerrada _____ Abierta _____ con tapón _____

Mamas: No _____ Pezón evidente: Sí _____ No _____ Alopécicos: Sí _____ No _____ Leche: Sí _____ No _____

Comentarios: _____

Colecciones especiales: Heces _____ Polen _____ Ectoparásitos _____ Pelos _____ Contenido estomacal _____ Huellas
Espermatozoides _____ Diente _____ Tejido _____ Sangre _____ Suero _____ Orina _____ Contenido Bolsa
Bucal _____ Otros _____

Datos muda: En muda Sí _____ No _____

Coloraciones especiales: _____

Observaciones: _____

Departamento _____ Municipio _____

Vereda _____ Corregimiento _____

Altitud _____ Longitud _____ Latitud _____

Ubicación trampa _____

Tipo de espécimen

Solo piel _____ Piel y esqueleto _____ Solo cráneo _____ Esqueleto incompleto _____ En liq. Con cráneo extr. _____
Solo esqueleto _____ Piel y cráneo _____ Líquido _____

Comentarios: _____



Anexo 3. Algunas imágenes de la Reserva el Volcán: A.) Casa del Guardabosques. B.) Sendero carreteable. C.) Franja de bosque altoandino de la reserva D.) Franjas de bosque en los alrededores de Pamplona



Anexo 4. (A.) Límites de la reserva junto a un potrero (B.) Punto de ingreso al área de muestreo (C.) Trampa Sherman (D.) Trampa de caída



Anexo 5. Detalles del interior del área de estudio

Anexo 6. Especies de Pequeños mamíferos no voladores colectadas en un sector de bosque altoandino de la Reserva el Volcán, Pamplona, entre febrero y agosto de 2017

A.) *Cryptotis tamensis*



B.) Gracilinanus dryas



C.) *Microryzomys minutus*

D.) *Neomicroxus bogotensis*



E.) *Nephelomys meridensis*



F.) *Rhipidomys fulviventer*



G.) *Thomasomys hylophilus*

