

Riqueza de aves y mamíferos en bosques andinos de Riosucio, Caldas

Gloria Edith Alvarado Méndez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Forestal

Director

Sergio Andrés Bolívar Santamaria

MSc en Biología

Codirector

Diego Suescún Carvajal

MSc Bosques y Conservación Ambiental

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga, Santander

2025

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Objetivos	12
1.1 Objetivo General	12
1.2 Objetivos Específicos.....	12
2. Marco teórico	13
2.1 Bosques Andinos	13
2.2 Aves de bosques andinos	13
2.2.1 Cóndor andino: <i>Vultur gryphus</i>	14
2.2.2 Gallito de las rocas: <i>Rupicola peruvianus</i>	14
2.2.3 Túcan andino: <i>Andigena hypoglauca</i>	14
2.2.4 Colibrí pico de espada: <i>Ensifera ensifera</i>	14
2.3 Mamíferos de bosques andinos.....	15
2.3.1 Oso de anteojos: <i>Tremarctos ornatus</i>	15
2.3.2 Puma: <i>Puma concolor</i>	15
2.3.3 Tapir: <i>Tapirus pinchaque</i>	16
2.3.4 Venado de cola blanca: <i>Odocoileus virginianus</i>	16
3. Metodología	16
3.1 Área de estudio	16
3.2 Diseño experimental	18
3.2.1 Elaboración mapa de coberturas	18
3.2.2 Estudio piloto.....	20

3.2.3 Puntos de radio fijo	21
3.2.4 Redes de niebla	22
3.2.4.1 Muestreo con red de niebla	22
3.2.4.2 Medidas de seguridad.	23
3.2.5 Fototrampeo	23
3.2.6 Trampas Sherman	24
3.3 Toma de datos	26
3.3.1 Aves	26
3.3.1.1 Observación directa y vocalizaciones	26
3.3.1.2 Muestreo.	27
3.3.2 Mamíferos	28
3.3.3 Componente social	29
3.4 Análisis de datos	30
3.4.1 Organización de registros	30
3.4.2 Avifauna	31
3.4.2.1 Composición de especies.	31
3.4.2.2 Diversidad alfa.	31
3.4.2.3 Diversidad beta.	32
3.4.2.4 Curva de acumulación de especies.	33
3.4.3 Mastofauna	33
3.4.3.1 Composición de especies.	33
3.4.3.2 Diversidad beta.	33
3.4.4 Comparación entre métodos	33

3.4.5 Manejo de información social.....	34
4. Resultados.....	34
4.1 Avifauna.....	34
4.1.1 Composición de la comunidad de aves.....	34
4.1.2 Riqueza al interior y exterior del área boscosa.....	40
4.1.3 Diversidad alfa.....	41
4.1.4 Índice de diversidad beta avifauna.....	43
4.1.5 Curvas de acumulación de especies.....	46
4.2 Mastofauna.....	48
4.2.1 Composición de la comunidad de mamíferos.....	48
4.2.2 Índice de diversidad beta mastofauna.....	49
4.3 Comparación de métodos de muestreo.....	50
4.4 Comunidad rural y actores locales.....	52
5. Discusión.....	53
6. Conclusiones.....	57
7. Recomendaciones.....	58
Referencias Bibliográficas.....	59
Apéndices.....	65

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cantidad de familias, géneros y especies identificadas en los subnúcleos Alturas, Roblebonito y Yanahuanca.	35
Tabla 2. Clasificación de avifauna por distribución por gremio trófico y categoría de amenaza. 36	36
Tabla 3. Índices de diversidad alfa al interior y exterior de los subnúcleos	42
Tabla 4. Especies de fauna identificadas en los diferentes subnúcleos	49

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa general del área de convenio	18
Figura 2. Mapa base subnúcleo Yanahuanca	19
Figura 3. Mapa base subnúcleo Alturas	20
Figura 4. Mapa base subnúcleo Roblebonito	21
Figura 5. Muestreo de aves mediante red de niebla.....	22
Figura 6. Instalación cámara trampa.....	24
Figura 7. Captura con trampa Sherman	25
Figura 8. Registro de ave en cámara trampa.....	28
Figura 9. Número de órdenes, familias, especies, géneros e individuos al interior y exterior del área boscosa.	41
Figura 10. Cladograma subnúcleo Alturas.....	43
Figura 11. Cladograma subnúcleo Roblebonito.....	45
Figura 12. Cladograma subnúcleo Yanahuanca.....	46
Figura 13. Curva de acumulación de especies subnúcleo Roblebonito	47
Figura 14. Curva de acumulación de especies subnúcleo Yanahuanca	48
Figura 15. Cladograma entre sitios	50
Figura 16. Diferencia entre métodos de muestreo de aves teniendo como base la riqueza y número de registros	51
Figura 17. Diferencia entre métodos de muestreo de mamíferos teniendo como base el número de registros.....	52

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. <i>Formato para la recolección de datos en campo Punto de Radio Fijo</i>	65
Apéndice B. <i>Formato para la recolección de datos en campo Red de Niebla</i>	65
Apéndice C. <i>Formato para la recolección de datos en campo Cámara Trampa monitoreo</i>	66
Apéndice D. <i>Formato para la recolección de datos en campo Trampa Sherman</i>	66
Apéndice E. <i>Coordenadas geográficas puntos de radio fijo</i>	67
Apéndice F. <i>Coordenadas geográficas redes de niebla</i>	68
Apéndice G. <i>Coordenadas geográficas cámaras trampa</i>	68
Apéndice H. <i>Coordenadas geográficas trampas Sherman</i>	69
Apéndice I. <i>Avistamientos generales</i>	70
Apéndice J. <i>Métodos muestreo de aves</i>	71
Apéndice K. <i>Aves observadas en puntos de radio fijo</i>	72
Apéndice L. <i>Métodos muestreo de mamíferos</i>	73
Apéndice M. <i>Ubicación unidades de muestreo de mastofauna subnúcleo Alturas</i>	74
Apéndice N. <i>Ubicación unidades de muestreo de mastofauna subnúcleo Roblebonito</i>	75
Apéndice O. <i>Ubicación unidades de muestreo de avifauna subnúcleo Yanahuanca</i>	76
Apéndice P. <i>Ubicación unidades de muestreo de mastofauna subnúcleo Yanahuanca</i>	77

Resumen

Título: Riqueza de aves y mamíferos en bosques andinos de Riosucio, Caldas *

Autor: Gloria Edith Alvarado Méndez**

Palabras Clave: Biodiversidad, conservación, fototrampeo, especies vulnerables, sensibilización comunitaria.

Descripción: La biodiversidad de Colombia, reconocida a nivel mundial, se enfrenta a serias amenazas debido a actividades antropogénicas como el cambio de uso del suelo y factores ambientales como el cambio climático, lo que ha provocado una transformación significativa de sus ecosistemas, especialmente en los bosques andinos. Teniendo en cuenta este contexto, este estudio se centró en la riqueza de avifauna y mastofauna de los bosques del municipio de Riosucio, Caldas; administrados por la División Forestal de Smurfit Westrock Colombia S.A. Con el fin de caracterizar las especies presentes y brindar información sobre su estado de conservación, se emplearon diversas metodologías como puntos de radio fijo y captura con redes de niebla para las aves, además de fototrampeo, captura con trampas Sherman y búsqueda de rastros para los mamíferos. Esta investigación reveló la presencia de 81 especies de aves distribuidas en 67 géneros y 29 familias donde se destacan *Iridosornis porphyrocephalus*, *Pharomachrus auriceps* y *Rupicola peruvianus* como especies sensibles, y se resalta la presencia de dos mamíferos (de 19 mamíferos registrados) de alta importancia ecológica como es el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el tigrillo (*Leopardus tigrinus*), que actualmente se clasifican como vulnerables en la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Estos hallazgos, resaltan la importancia de conservar estos relictos de bosques andinos que proveen importantes servicios ecosistémicos como es el mantenimiento de la biodiversidad. Los datos obtenidos sirven como línea base de futuros proyectos de conservación, manejo sostenible y educación ambiental, lo que contribuye a fomentar la sensibilización de la comunidad local sobre la riqueza natural de su territorio y áreas de conservación de la empresa Smurfit Westrock Colombia S.A.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED. Programa Ingeniería forestal. Director: Sergio Andrés Bolívar Santamaria. Ing. Forestal MSc. Codirector: Diego Suescún Carvajal. Ing. Forestal MSc.

Abstract

Title: Bird and mammal richness in Andean forests of Riosucio, Caldas *

Author: Gloria Edith Alvarado Méndez **

Key Words: Biodiversity, conservation, photo-trapping, vulnerable species, community awareness.

Description: Colombia's biodiversity, recognized worldwide, is facing serious threats due to anthropogenic activities such as land use change and environmental factors such as climate change, which has led to a significant transformation of its ecosystems, especially in the Andean forests. Given this context, this study focuses on the richness of avifauna and mastofauna in the forests of the municipality of Riosucio, Caldas, which is managed by the Forestry Division of Smurfit Westrock Colombia S.A. To characterize the species present and provide information on their conservation status, various methodologies were used, such as fixed radio points and mist netting for birds, as well as photo-trapping, Sherman trapping, and track surveys for mammals. This research revealed the presence of 81 bird species distributed across 67 genera and 29 families, including *Iridosornis porphyrocephalus*, *Pharomachrus auriceps*, and *Rupicola peruvianus*, which are considered sensitive species. Additionally, two of the 19 mammals recorded, the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*) and the margay (*Leopardus tigrinus*), are of high ecological importance and are currently classified as vulnerable on the International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List. These findings highlight the importance of conserving these andean forest relicts, which provide essential ecosystem services such as maintaining biodiversity. The data obtained serve as a baseline for future conservation, sustainable management, and environmental education projects, helping to raise awareness among the local community about the natural wealth of their territory and the conservation areas managed by Smurfit Westrock Colombia S.A.

* Degree work

** Institute of Regional Projection and Distance Education IPRED. Forest Engineering Program. Director Sergio Andrés Bolívar Santamaria. Forest Engineer MSc. Co-director: Diego Suescún Carvajal. Forest Engineer MSc.

Introducción

Colombia, por sus altos registros de aves, orquídeas y anfibios ha sido catalogado como uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial (Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia [SIB] Colombia, 2020). Por ende, adquirir conocimiento y dimensionar la importancia de la biodiversidad es uno de los retos más grandes del país (Escobar et al., 2016). Sin embargo, con el paso de los años dicha diversidad se ha visto afectada por distintas actividades como la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, la minería, la deforestación, entre otras, que han ocasionado pérdida de hábitat y han contribuido al cambio climático (Borja-Acosta et al., 2020).

Según un estudio de Rangel - Ch (2015), los bosques andinos albergan la mayor concentración de biodiversidad en el país, dentro de la cual, se destaca la zona cafetera que comprende los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, donde se han llegado a reportar hasta 200 especies distintas de mamíferos, entre murciélagos, roedores, marsupiales, conejos, entre otros. Al estar ubicada en una de las zonas estratégicas del país y con un alto número de endemismos, estos bosques también sufren el riesgo de ser una de las coberturas más transformadas por actividades antropogénicas (Fierro-Calderón, 2010). Por lo anterior, el conocimiento de las especies, su cuantificación y los análisis correspondientes a dicha información son fundamentales para lograr entender la dinámica de las poblaciones y su adaptabilidad a la fragmentación de estos ecosistemas. Sin embargo, a pesar del esfuerzo por monitorear la diversidad de flora y fauna en el departamento de Caldas, aún existen vacíos de información que retrasan el desarrollo de actividades de restauración y conservación (Serna-Botero et al., 2024).

Por lo anterior, estudiar la avifauna y mastofauna en uno de los lugares con mayor representación de especies en el país, es uno de los pasos que puede guiar a la población local y nacional, a visualizar los recursos que existen en su territorio como una parte importante de su desarrollo sostenible. La caracterización de la biodiversidad sirve como insumo para el desarrollo de proyectos de educación ambiental como los PRAE (Proyectos Ambientales Escolares) realizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), en alianza con el Ministerio de Educación Nacional (Mineducación) (García-Navarro y Momoli-Villafañe, 2022). Además, el conocimiento de la fauna local y el registro de esta información en plataformas nacionales e internacionales como el SIB Colombia (2020), ForestPlots y Global Biodiversity Information Facility (GBIF), promueve actividades económicas alternativas, como el turismo de naturaleza. Adicionalmente, conocer la riqueza de especies y su categoría de amenaza de acuerdo con los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2024), contribuyen al conocimiento del estado de conservación de las especies y la calidad del hábitat, lo que fomenta la elaboración de planes de conservación y manejo sostenible de las áreas silvestres. Estos insumos también son la base para la elaboración de planes de conservación de la biodiversidad, como los que adelanta Minambiente en conjunto con Parques Nacionales de Colombia y otras organizaciones internacionales como World Wildlife Fund for Nature (WWF), Wildlife Conservation Society (WCS) y la Food and Agriculture Organization (FAO), los cuales se integran en el programa Herencia Colombia, que busca asegurar el financiamiento para la ejecución de proyectos de conservación a largo plazo, hasta en un 16% del territorio nacional (Minambiente, 2024).

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar la riqueza de aves y mamíferos en bosques andinos como línea base para la conservación.

1.2 Objetivos Específicos

Identificar las especies de aves y mamíferos presentes en el área de estudio.

Clasificar las especies de acuerdo con su función ecológica y estado de amenaza.

Aportar con información para conservación de las especies con efecto sombrilla (endémicas y/o amenazadas).

2. Marco teórico

2.1 Bosques Andinos

Los bosques andinos son ecosistemas montañosos que se distribuyen desde los 1000 hasta los 3500 m s. n. m. (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), 2021). Actualmente, ocupan un área aproximada de 30,67 millones de hectáreas distribuidas dentro de 7 países sudamericanos (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) (COSUDE, 2021). Cerca de 64,34 millones de personas, viven dentro de estos ecosistemas y dependen de ellos directa o indirectamente. Los bosques andinos brindan la oportunidad a las comunidades de beneficiarse económicamente mediante cadenas de valor sostenibles maderables y no maderables (COSUDE, 2021). Además, son potenciales para proyectos como el pago por servicios ambientales y las inversiones de impacto, así como la generación de proyectos de ecoturismo debido a su riqueza de especies tanto de flora como de fauna (COSUDE, 2021).

Sin embargo, debido al desconocimiento de este tipo de oportunidades sostenibles, gran parte de estos bosques se encuentran fuertemente fragmentados por causa de la expansión de la frontera agrícola y ganadera, lo que origina alteraciones en la provisión de servicios ecosistémicos como la captura de carbono, recuperación de las dinámicas del suelo, regulación de flujos hídricos, entre otros (COSUDE, 2021). Así mismo, el cambio climático es otro de los principales desafíos de conservación de estos ecosistemas, ya que, a medida que avanzamos en elevación, especies de hábitats tropicales y alpinos debido a su rango estrecho de distribución, suelen ser susceptibles a los cambios de temperatura, corriendo el riesgo de perder su hábitat (COSUDE, 2021).

2.2 Aves de bosques andinos

A continuación, se mencionan algunas de las aves representativas de los bosques andinos:

2.2.1 Cóndor andino: *Vultur gryphus*

Se encuentra en ecosistemas montañosos, comúnmente en pastizales abiertos y regiones alpinas hasta los 5000 m s. n. m; su dieta se basa en carroña de medianos y grandes mamíferos y ocasionalmente de huevos y pequeñas aves (Houston et al., 2020). En la actualidad se encuentra en la categoría vulnerable de acuerdo con la (UICN, 2024). Sus principales amenazas son la expansión de la frontera agrícola y la persecución y envenenamiento por parte de las comunidades locales, debido a presuntos ataques al ganado (Houston et al., 2020).

2.2.2 Gallito de las rocas: *Rupicola peruvianus*

Se distribuye desde los 500 hasta los 2400 m s. n. m. (Nieve, 2020). En su etapa de polluelo su dieta está compuesta por lagartos y ranas; una vez en la etapa adulta, los frutos, principalmente de las familias Lauraceae, Annonaceae y Rubiaceae, junto con pequeños vertebrados e insectos, son su nueva fuente de alimento (Nieve, 2020). Actualmente, se encuentra calificado como preocupación menor según los criterios de la (UICN, 2024).

2.2.3 Tucán andino: *Andigena hypoglauca*

Se encuentra desde elevaciones de 1500 hasta 3650 m s. n. m., superiores a las presentadas por otros tucanes, como el tucán de pico negro (Short & Kirwan, 2020). Al buscar su alimento, suele hacerlo en grupos de hasta seis individuos; o unirse a bandadas mixtas conformadas por tángaras, zorzales o mirlos; su dieta consiste en frutos y bayas de géneros como *Rubus*, *Cecropia*, entre otros (Short & Kirwan, 2020). Actualmente, se encuentra registrado como preocupación menor según la (UICN, 2024).

2.2.4 Colibrí pico de espada: *Ensifera ensifera*

Presenta un carácter particular en comparación con otros colibríes, y es que su pico supera la longitud de su cuerpo, por lo que suele observarse en posición erguida manteniendo el equilibrio

(Züchner & Kirwan, 2020). Se distribuye desde los 1700 hasta los 3500 m s. n. m. (Züchner y Kirwan, 2020). Su dieta consiste en el néctar de especies como *Datura sanguinea*, *D. tatula*, *Passiflora mixta*, *Tacsonia pinnatistiplua*, entre otras (Züchner y Kirwan, 2020). En la actualidad, se encuentra categorizado como preocupación menor de acuerdo con la (UICN, 2024).

2.3 Mamíferos de bosques andinos

A continuación, se mencionan algunos de los mamíferos emblemáticos de bosques andinos que juegan un papel importante en el mantenimiento de estos ecosistemas mediante la dispersión de semillas y el control de poblaciones:

2.3.1 Oso de anteojos: *Tremarctos ornatus*

Habita en los páramos, punas y bosques andinos de Suramérica; en Colombia se estima que existen hasta 8000 osos de anteojos distribuidos en la cordillera central, occidental y oriental, donde actúan como especie sombrilla protegiendo dichos ecosistemas y decenas de especies coexistentes en estos hábitats; se distribuye desde los 1000 hasta los 4000 m s. n. m.; su dieta se conforma principalmente de frutas silvestres, rizomas, bulbos y bromelias aunque, en ocasiones suelen incluirse restos de animales como insectos, reptiles y roedores a su dieta (WWF, 2022). Actualmente, en Colombia se han desarrollado distintos programas de monitoreo y seguimiento como “Conservemos la vida”, una alianza público-privada en pro de su conservación; ya que la especie se ha visto afectada por actividades antrópicas, principalmente la expansión de la frontera agrícola, considerándose como vulnerable ante la UICN (WWF, 2022; WCS, 2024).

2.3.2 Puma: *Puma concolor*

Es considerado el cuarto felino más grande del mundo y el mamífero terrestre nativo que presenta la mayor distribución en todo el continente americano (LaBarge et al., 2022); esta especie juega un papel ecológico fundamental, con efectos en cascada a nivel trófico, afectando la

abundancia y comportamiento de sus presas (Leempoel et al., 2019). Según Nielsen et al., (2015), los pumas se encuentran dentro de la categoría de "preocupación menor" de la (UICN, 2024), sin embargo, también afirma una disminución continua de su población, especialmente en América Latina.

2.3.3 Tapir: *Tapirus pinchaque*

Mejor conocido como tapir de montaña, este mamífero presenta una amplia distribución desde los 1000 hasta los 4800 m s. n. m.; este herbívoro es característico por ser un dispersor de semillas clave para los ecosistemas de páramo y bosques montanos (WWF, 2018). Actualmente, está considerado como una especie en peligro según la (UICN, 2024); sus principales amenazas son la caza furtiva, la minería y la pérdida de su hábitat, a causa de la expansión de la frontera agrícola (WWF, 2018).

2.3.4 Venado de cola blanca: *Odocoileus virginianus*

Se caracteriza por su amplia distribución desde tierras bajas hasta sistemas montañosos por encima de los 3000 m s. n. m. (Portillo et al., 2015); se alimenta de árboles, arbustos, hierbas y pastos (Navarro-Cardona et al., 2018), y es un importante dispersor de semillas y regulador de poblaciones vegetales (Piña y Trejo, 2014). Actualmente, se encuentra registrado como preocupación menor según los listados de la (UICN, 2024).

3. Metodología

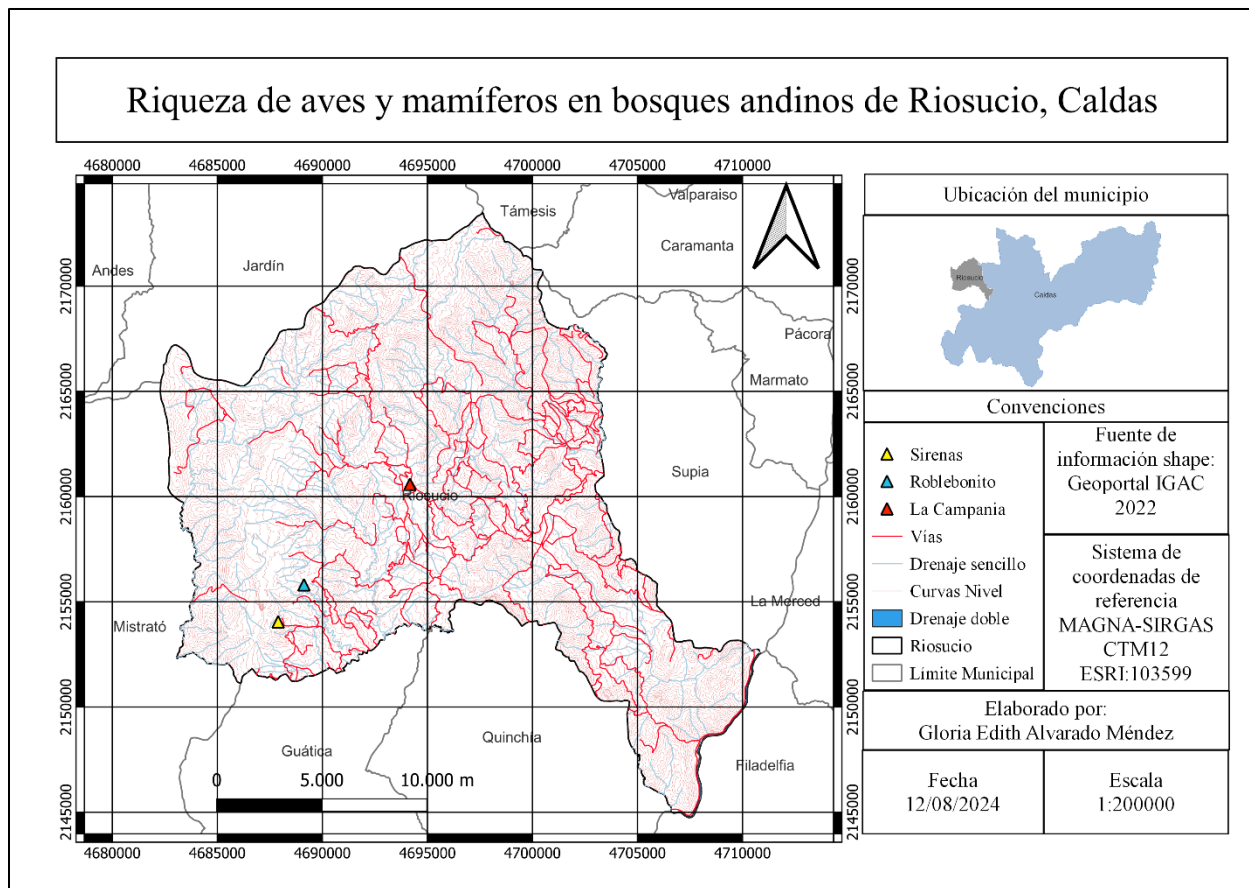
3.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Riosucio (coordenadas geográficas 5°25'15"N y 75°42'9"W), en el departamento de Caldas, correspondiente al orobioma subandino de la

Cordillera Occidental, dentro del cual se distinguen los distritos biogeográficos de bosques subandinos, andinos y altoandinos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2021). El área de estudio hace parte del núcleo forestal Riosucio, dentro de la jurisdicción de la empresa Smurfit Westrock Cartón Colombia S.A., correspondiente al bosque húmedo montano bajo (bmh- MB). El municipio de Riosucio está compuesto en un 55% por área rural constituida por las veredas Veneros, El Roble, Arroyohondo, Agrovillas, Getsemaní y La Antioqueña. Esta zona se caracteriza por pendientes superiores al 50%, una temperatura media anual que oscila entre 12 a 18°C, además de presentar precipitación media anual entre los 2000 y 4000 mm/año (Salazar-E et al., 2021). El área total de estudio correspondió a 1521, 8 ha presentes a una elevación por encima de los 2230 m s. n. m.

Figura 1.

Mapa general del área de convenio



Nota. En la Figura 1, se muestra la ubicación de las fincas Sirenas, Roblebonito y La Campania dentro de los subnúcleos Alturas, Roblebonito y Yanahuanca, respectivamente; allí se establecieron las diferentes unidades de muestreo del 2 al 24 de julio.

3.2 Diseño experimental

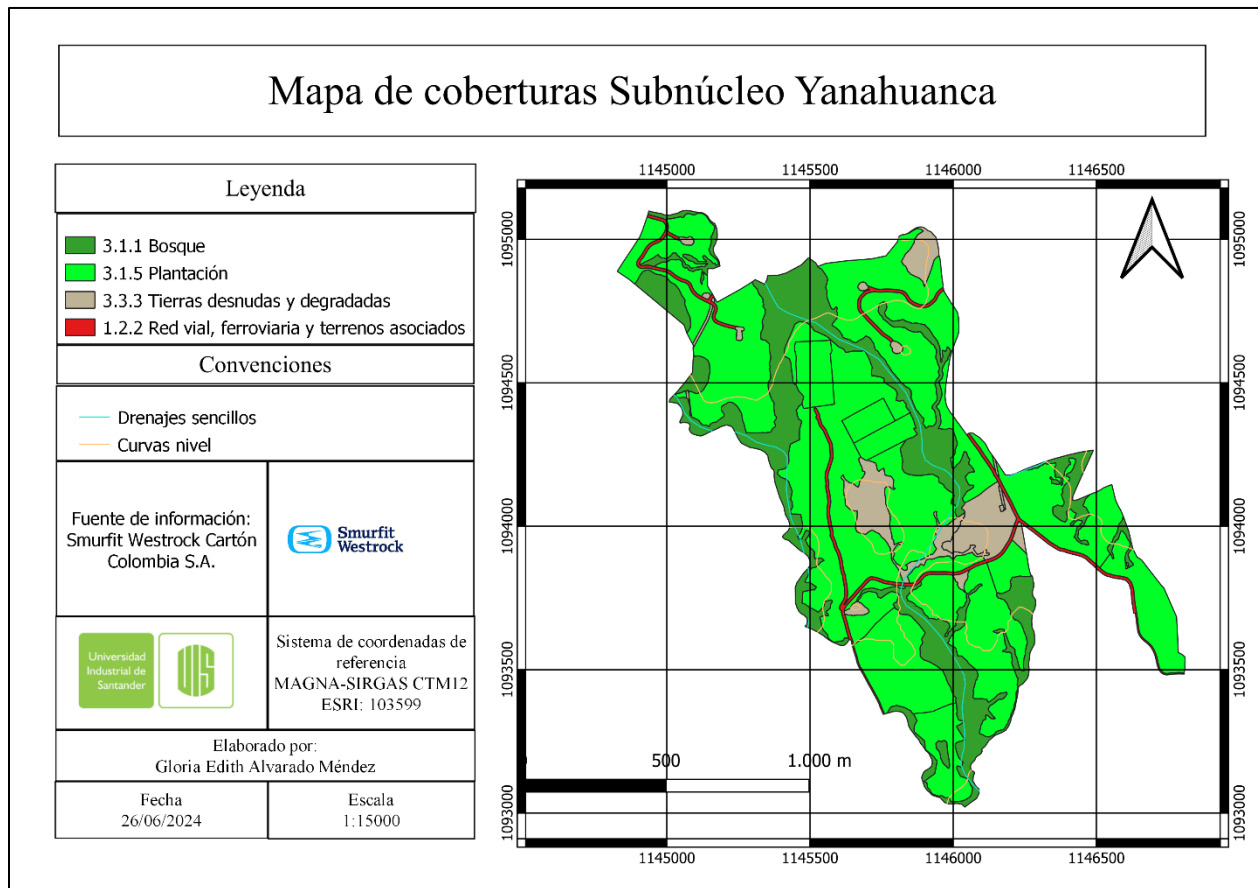
3.2.1 Elaboración mapa de coberturas

Mediante información cartográfica suministrada por la empresa Smurfit Westrock Cartón Colombia S.A., se llevó a cabo la elaboración del mapa base de coberturas utilizado para la distribución de unidades de muestreo mediante el software QGIS, con la finalidad de identificar

las áreas correspondientes a bosque, plantación, tierras desnudas y vías principales, dentro de los diferentes subnúcleos (Figura 2). Teniendo en cuenta la metodología establecida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2021), “Elaboración de mapas de coberturas de la Tierra a escala 1:25.000” (IGAC, 2021) y los lineamientos de la leyenda nacional de Coberturas de la Tierra “Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000” (IDEAM, 2010).

Figura 2.

Mapa base subnúcleo Yanahuanca

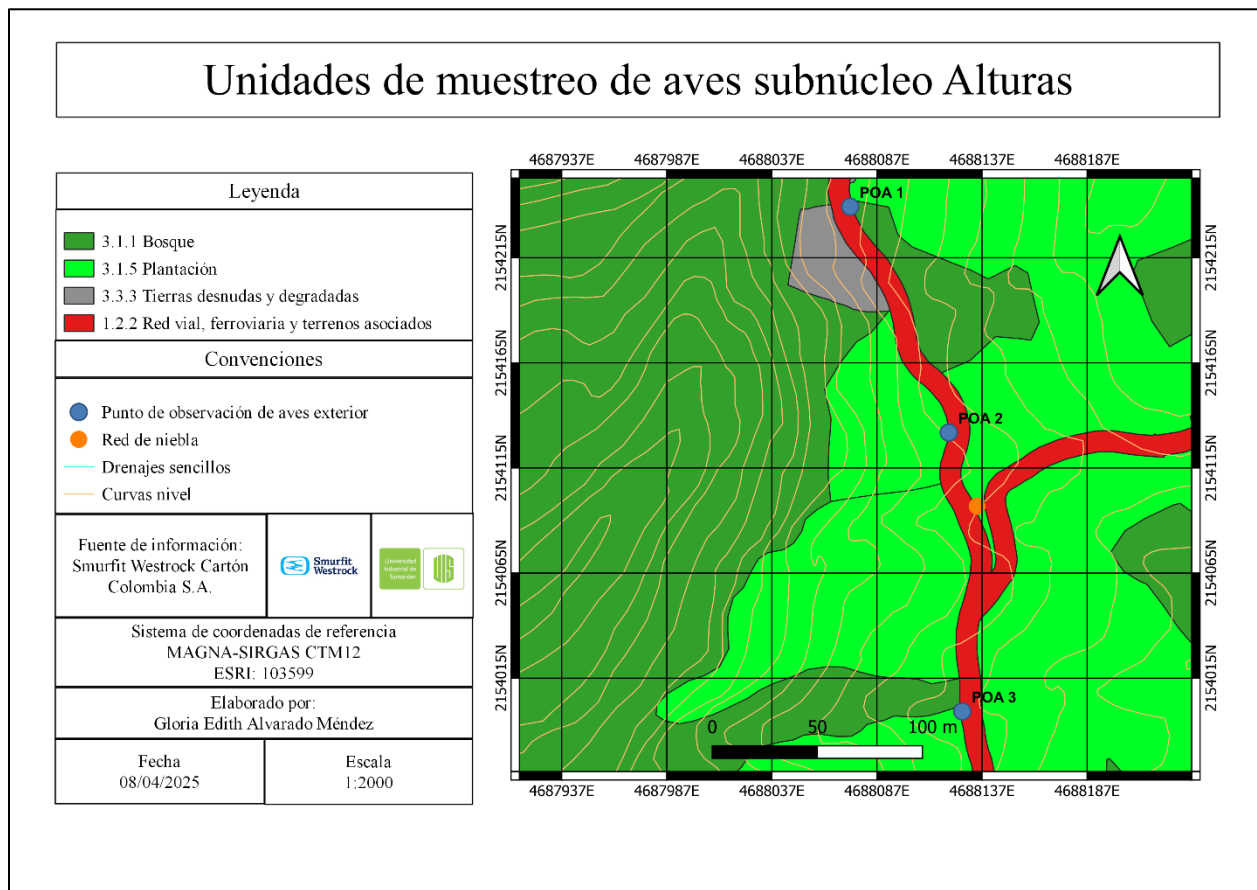


3.2.2 Estudio piloto

Durante la primera semana de campo en el subnúcleo Alturas, se realizaron recorridos de campo para obtener listas preliminares de especies de aves para la zona, y ubicar sitios estratégicos para los muestreos con redes de niebla, cámaras trampa y trampa Sherman.

Figura 3.

Mapa base subnúcleo Alturas



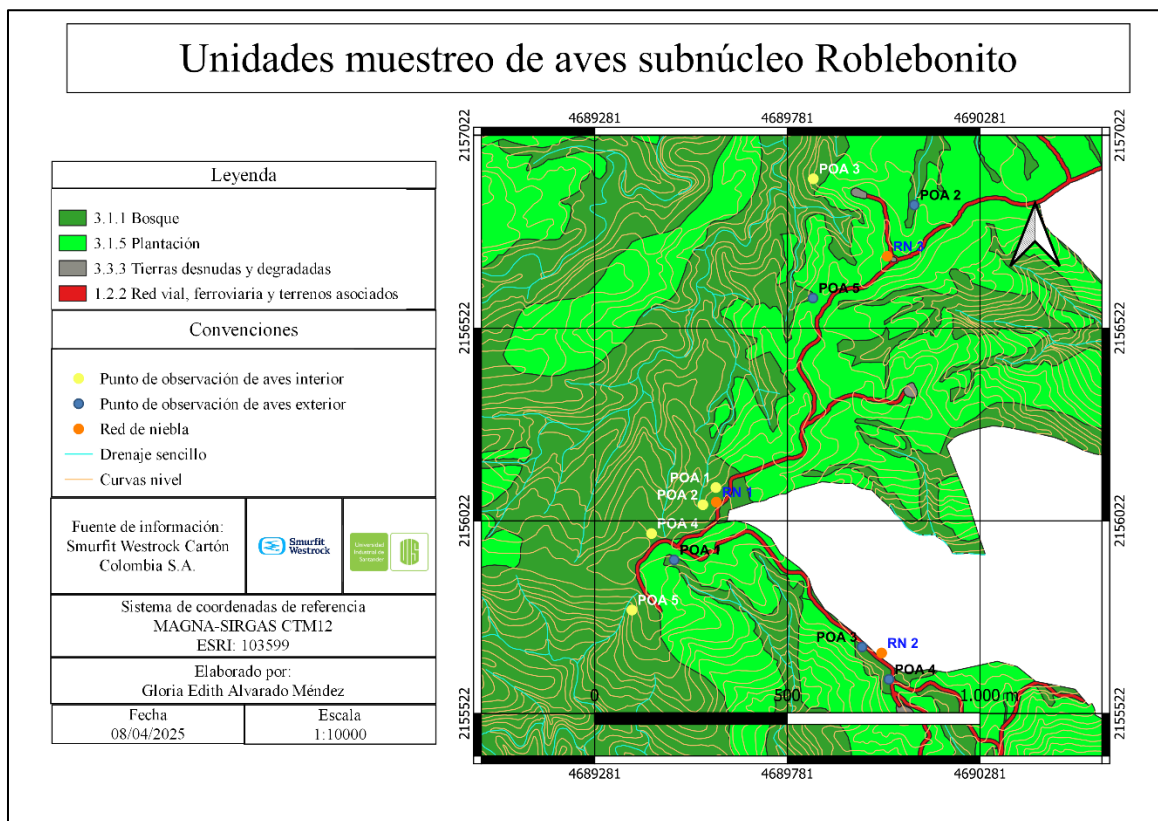
Nota. Ubicación puntos de radio fijo establecidos para el avistamiento de aves al exterior de la cobertura boscosa en la finca Sirenas perteneciente al subnúcleo Alturas durante la fase piloto.

3.2.3 Puntos de radio fijo

Los puntos de radio fijo se clasificaron como un método no invasivo que permitió la observación de aves sin causarles ningún tipo de daño o alteración. En el subnúcleo Alturas, se llevaron a cabo tres puntos de radio fijo al exterior de la cobertura boscosa durante la fase de estudio piloto, mientras que para los subnúcleos Roblebonito y Yanahuanca se llevaron a cabo 10 puntos de radio fijo, cinco al interior y cinco al exterior como puede observarse en el ejemplo presentado en la Figura 4. En cada punto se tuvo en cuenta un radio de 30 m y una distancia mínima de 100 m entre puntos. Adicionalmente, cada uno contó con una réplica para garantizar la confiabilidad y precisión de los datos.

Figura 4.

Mapa base subnúcleo Roblebonito



Nota. Distribución de puntos de radio fijo al interior y exterior de la cobertura boscosa en el subnúcleo Roblebonito para la observación de aves.

3.2.4 Redes de niebla

3.2.4.1 Muestreo con red de niebla. Para este tipo de muestreo se utilizó un tipo especial de red ornitológica diseñada para capturar y detallar las aves como se observa en la Figura 5. Se contó con un total de tres redes, las cuales se iban rotando entre los diferentes sitios (no fueron utilizadas de forma simultánea). Cada red contaba con una medida de 6 x 2m y ojo de malla de 30 mm, las cuales fueron distribuidas de forma aleatoria a una distancia mínima de 20 m, principalmente en áreas despejadas entre la transición de bosque natural y plantación. Una vez el individuo era atrapado, se desataba de la red, se tomaba el registro fotográfico por medio de una cámara marca Canon EOS Rebel t7 y posteriormente se realizaba su liberación.

Figura 5.

Muestreo de aves mediante red de niebla



Nota. Captura de un individuo de la especie *Zonotrichia capensis* ubicada en un área abierta entre bosque natural y plantación en el subnúcleo Alturas.

3.2.4.2 Medidas de seguridad. Una vez que el ave fue atrapada en la red, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones. Al acercarse a la red, se hizo de forma tranquila y cuidadosa para evitar asustar al ave, al momento de extraerla se sujetaron sus alas de manera que no se enredaran sus plumas. Se desenredó cuidadosamente, se realizó la toma del registro fotográfico y se buscó un área segura alejada de la red para su liberación.

3.2.5 Fototrampeo

El uso de cámaras trampa se clasificó como un método no invasivo que permitió el monitoreo de pequeños y grandes mamíferos. Se trabajó con un total de cinco cámaras trampa, las cuales fueron dispuestas de forma aleatoria a una distancia mínima de 100 m. Para su instalación se tuvo en cuenta la observación en campo de indicios como huellas, madrigueras, hozaderos, senderos y muestras biológicas. Estas trampas se instalaron a una altura aproximada de 50 cm de la superficie del suelo, a una distancia de 3 m del sitio en el cual se colocaron cebos, que consistieron en sardinas y ocasionalmente en una mezcla de maní, avena molida, manteca vegetal y esencia de vainilla o banano, con la finalidad de convertirse en atrayentes. Se colocaron en dirección norte – sur, esto con el fin de evitar fotografías con un exceso de luz o que se activaran por rayos del sol en el sensor, de acuerdo a lo establecido en el “Manual de fototrampeo para fauna silvestre” (MMA et al., 2021). El sistema de configuración de la cámara se programó de la siguiente manera: se fijó la hora y fecha del momento de instalación, periodo de funcionamiento de 24 hr, el intervalo de captura fue de 10 s, los videoclips tenían una duración máxima de 30 s, el tamaño de video correspondió a 1280 x 720 a 30 fps y el sensor se programó en el nivel más alto.

Figura 6.*Instalación cámara trampa*

Nota. Cámara trampa ubicada en el subnúcleo Alturas para el monitoreo de mamíferos al interior de la cobertura boscosa.

3.2.6 Trampas Sherman

Se utilizaron trampas tipo Sherman como método de captura de pequeños mamíferos. Se efectuó la instalación de un total de nueve trampas de forma aleatoria a una distancia aproximada de 15 m, teniendo en cuenta que estuvieran ubicadas en lugares protegidos de la lluvia y viento para minimizar factores de estrés en los animales. Se usaron cebos como atrayentes los cuales fueron ubicados al interior de las trampas, estos cebos estaban compuestos por una mezcla de maní, avena molida, manteca vegetal y esencia de vainilla o banano. Su establecimiento se ejecutó alrededor de las 4:00 p.m., y su monitoreo se llevó a cabo en las primeras horas de la mañana, esto

con el fin de asegurar la supervivencia de los individuos. De igual forma que con las aves en las redes de niebla, se realizó el registro fotográfico con una cámara marca Canon EOS Rebel t7 y seguido de esto se realizó su respectiva liberación. Una vez terminado el registro, se limpiaron las trampas y se realizó el cambio de cebos cuando fue necesario.

Figura 7.

Captura con trampa Sherman



Nota. Captura de individuo al interior del bosque por medio de trampa Sherman en el subnúcleo Yanahuanca.

3.3 Toma de datos

3.3.1 Aves

3.3.1.1 Observación directa y vocalizaciones. Para la toma de datos en campo se tuvo en cuenta la metodología establecida en el “Manual Ilustrado para el monitoreo de aves silvestres” (Ruiz Gutiérrez et al., 2020). A continuación, se enumeran los principales aspectos:

- Forma general y tamaño del ave: se observaron las proporciones de tamaño como el largo del pico con respecto a la cabeza, o la longitud de la cola con relación a la longitud total del cuerpo; así mismo, la forma característica de las alas, el pico y la cola.
- Tamaño: para evitar errores, fue recomendable tomar un objeto cercano como referencia como pueden ser hojas, flores, rocas, aves próximas, entre otros, que facilitarían una aproximación a las dimensiones reales del ave.
- Conducta: las diferentes especies suelen presentar comportamientos particulares, como su estrategia de forrajeo y su posición durante el reposo que puede ser erguida u horizontal; por lo cual, fue esencial prestar atención a aspectos como su tipo de vuelo, canto, forma de desplazamiento, alimentación, entre otros.
- Cantos y llamados: la observación de algunas especies se tornó complicada debido a su comportamiento o tonalidades oscuras, por lo que su canto pudo ser la clave para su identificación.
- Colores: los patrones de colores en partes específicas como los ojos, corona, cuello, abdomen, vientre; marcas en la cola o alas (bandas alares), fueron la diferencia entre especies que presentaban características similares.

- Hábitat y distribución: algunas especies de aves fueron generalistas y pudieron distribuirse en una gran variedad de ecosistemas; mientras que otras se encontraron asociadas a estratos de vegetación particulares.

3.3.1.2 Muestreo. Para el caso de los puntos de radio fijo, el periodo de tiempo de avistamiento por cada punto fue de 30 min con tres observadores, la medida del tiempo se llevó a cabo mediante un cronometro. El tiempo programado para esta actividad fue de 6:00 a 10:00 a.m., aunque en ocasiones hasta las 11:30 a.m., y se realizaron avistamientos en horas de la tarde entre 3:30 a 4:30 p.m. Se obtuvo un total de 16 días de los cuales 4, 5 y 7 correspondieron a los días avistados en Alturas, Roblebonito y Yanahuanca, respectivamente. Cabe resaltar que también se llevaron a cabo en el horario de 5:00 a 6:30 p.m., avistamientos por medio de recorridos aleatorios alrededor del área de hospedaje una vez terminadas las actividades en los subnúcleos, si bien estos registros no hacen parte del análisis de datos, fueron catalogados como avistamientos generales. La observación e identificación se llevó a cabo por medio de binoculares (Bushnell aumento 10x y lente de 42 mm) y con la ayuda de la “Guía Ilustrada de Avifauna Colombiana” (Ayerbe, 2021), así como el uso de la aplicación Merlín para las vocalizaciones; se registraron las coordenadas de cada uno de los puntos por medio de un GPS Garmin 64 sx. De igual manera, se contó con una libreta de campo, para la descripción de rasgos morfológicos característicos del ave en caso de no poder identificarla en campo. Con esta información, luego se usaron claves taxonómicas en plataformas como SIB Colombia y Merlín para su respectiva clasificación. Se registró la hora, fecha, coordenadas, altitud del punto de muestreo, número de individuo, especie, primera o segunda visita, método de identificación, persona responsable del avistamiento y observaciones. Durante nueve días, se instaló una red diaria por un periodo de 2 hr en simultáneo a los puntos de radio fijo de la mañana o tarde, cada red contó con la supervisión de tres personas a excepción de

la fase piloto. Con la finalidad de que el ave no se lastimara en caso de ser capturada, se realizó una revisión periódica cada 15 min. Para el registro de datos se tuvo en cuenta la fecha, hora, coordenadas, altitud del punto de muestreo, número de red, número de registro, especie, observaciones generales y nombre del responsable.

Las cámaras trampa también funcionaron como un recurso secundario además de los puntos de radio fijo y las redes de niebla al obtener registros de algunas aves durante su monitoreo de mamíferos, las cuales fueron agregadas al listado del punto de radio fijo más cercano.

Figura 8.

Registro de ave en cámara trampa



Nota: Registro de *Arremon brunneinucha* realizado por cámara trampa al interior del bosque en el subnúcleo Roblebonito.

3.3.2 Mamíferos

Las cámaras trampa contaron con un esfuerzo de 3/3/6 días en los subnúcleos Alturas, Roblebonito y Yanahuanca, respectivamente. También es importante resaltar que se realizó un cambio de ubicación de las cámaras en los subnúcleos Roblebonito y Yanahuanca con la finalidad

de cubrir una mayor extensión de área. Cada cámara contó con un etiquetado numérico manual además del realizado durante su programación, esto con el fin de evitar confusiones al momento del procesamiento de datos. La revisión del material brindó información como la fecha y hora de cada videoclip, una vez extraídos los datos fueron clasificados de acuerdo a su ubicación y seguidamente se comenzó con su revisión. Una vez depurado el material, se inició la identificación de cada uno de los individuos con la ayuda de la “Guía Ilustrada de Mamíferos de la Universidad de Antioquia” (Ávila et al., 2021) y en su defecto se realizó la búsqueda de bases de datos para el departamento de Caldas o consulta a expertos.

Las trampas Sherman contaron con un esfuerzo de 1/4/5 noches en los subnúcleos Alturas, Roblebonito y Yanahuanca, respectivamente. El tiempo de estadía en el subnúcleo Yanahuanca permitió hacer un cambio de sitio de las trampas. A cada trampa se le instaló una etiqueta con su respectivo código numérico. Su revisión se llevó a cabo de 6 a 8 a.m., con la finalidad de evitar la muerte o lesión de individuos por condiciones de asfixia o estrés. Se realizó el registro de la fecha, número de trampa, hora, número de individuo, observaciones generales y el nombre del observador, al igual que el registro fotográfico para su posterior identificación.

3.3.3 Componente social

Se realizó un sondeo mediante una encuesta semiestructurada realizada de forma virtual por medio de un formulario, con la cual se buscó recopilar información sobre la percepción, conocimiento y experiencia de los residentes y trabajadores con la vida silvestre presente en la zona. A continuación, se presenta la estructura base de la encuesta:

1. Información demográfica: nombre, edad, género, nivel educativo, ocupación y tiempo de residencia en la zona.
2. Conocimiento y percepción sobre la biodiversidad:

- a) ¿Está familiarizado con la diversidad de aves y mamíferos presentes en los bosques de Riosucio?
- b) ¿Considera importante la conservación de la biodiversidad en la zona?
- c) ¿Ha observado cambios en la abundancia de aves y mamíferos en los últimos años?
- d) ¿Qué actividades humanas cree que tienen un impacto negativo en la biodiversidad de la zona?

3. Interacciones con la biodiversidad:

- a) ¿Con qué frecuencia observa aves y mamíferos en su entorno?
- b) ¿Ha tenido encuentros cercanos con animales silvestres en su comunidad?
Si es así ¿podría describir brevemente su experiencia?

4. Participación en actividades de conservación:

- a) ¿Ha participado alguna vez en actividades de conservación de la biodiversidad? Si es así ¿en cuáles actividades ha participado?

5. Opiniones y sugerencias:

- a) ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar la conservación de la biodiversidad de aves y mamíferos?
- b) ¿Le gustaría recibir información o participar en actividades relacionadas con la conservación de la biodiversidad en su comunidad?

3.4 Análisis de datos

3.4.1 Organización de registros

Por medio del programa Excel, una vez realizada la depuración de datos, se procedió a organizarlos creando las bases correspondientes de aves y mamíferos. Estas fueron clasificadas

por súbucleo, tipo de muestreo, función ecológica, hábitos de comportamiento, distribución y nivel de amenaza según la (UICN, 2024).

3.4.2 Avifauna

3.4.2.1 Composición de especies. Se identificaron los registros totales de los diferentes tipos de muestreo donde se obtuvieron tres productos principales, uno correspondiente a la tabla general de composición en la que se especifica el número de órdenes, familias, géneros y especies, un segundo producto en el que se presentan las especies con su nombre común, abundancias y los datos correspondientes a la clasificación por distribución, gremio trófico y estado de amenaza y finalmente el tercer producto en el cual se llevó a cabo la cuantificación de registros obtenidos tanto al interior como al exterior de la cobertura boscosa.

3.4.2.2 Diversidad alfa. Se determinó la diversidad alfa de cada subnúcleo por medio del software Past versión 4.03. En primer lugar, se calculó el índice de riqueza de Margalef en el que se relaciona el número de especies y el número de individuos, en segundo lugar, el índice de equitatividad de Shannon – Wiener basado en la distribución de abundancias por especie y, finalmente, el índice de dominancia de Berger – Parker el cual se centra en la especie más abundante en relación al total de individuos (Moreno,2001).

- Índice de Margalef

$$D_{MG} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

S= número de especies

N= número total de individuos

- Índice de Shannon – Wiener

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

Donde:

P_i = proporción de la especie i en relación al total de la muestra

\ln = logaritmo natural

- Índice de Berger – Parker

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde:

N_{max} = número de individuos de la especie más abundante

N = número total de individuos de todas las especies

3.4.2.3 Diversidad beta. La diversidad beta también se calculó en el software Past versión 4.03, donde se realizaron las cladogramas correspondientes a cada subnúcleo por medio del cálculo del coeficiente de similitud de Jaccard en donde se entiende que un valor de 0 indica la mayor disimilitud y 1 la mayor similitud (Moreno, 2001).

- Coeficiente de Jaccard

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

3.4.2.4 Curva de acumulación de especies. Se realizaron las curvas de acumulación de especies para los subnúcleos Roblebonito y Yanahuanca con el fin de realizar una comparación entre el área interior y exterior de la zona boscosa, estas fueron elaboradas en el software Estimates versión 9.1.0 por medio del estimador Chao – 1 el cual presenta como base las frecuencias de las especies observadas en los diferentes puntos de muestreo (Moreno, 2001).

- Chao – 1

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

Donde:

S= número de especies en una muestra

a= número de especies que están representadas solamente por un único individuo

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

3.4.3 Mastofauna

3.4.3.1 Composición de especies. Se elaboró una tabla general en la que se muestran los órdenes, familias, géneros y especies, así como su nombre común, abundancias y los datos correspondientes a la clasificación por distribución, gremio trófico y estado de amenaza.

3.4.3.2 Diversidad beta. La diversidad beta se analizó mediante el coeficiente de Jaccard, se elaboró un solo cladograma que engloba los tres sitios y así determinar la composición de especies compartidas, igualmente se trabajó en el software Past versión 4.0.3.

3.4.4 Comparación entre métodos

Se elaboraron dos gráficas principales en donde se tuvieron en cuenta los registros de riqueza y abundancia por método para el caso de muestreo de aves y otra con las abundancias por método para el caso del muestreo de mamíferos.

3.4.5 Manejo de información social

- Las preguntas cerradas se analizaron de forma cuantitativa, teniendo en cuenta una escala de 1 a 5 en donde 1 fue el nivel de percepción o interés más bajo y 5 correspondió a una relevancia alta. Los resultados de esta información se esquematizaron mediante histogramas o gráficos radiales que permitieron observar la distribución de las respuestas. De igual forma se realizaron comparaciones entre subgrupos demográficos con la finalidad de identificar posibles diferencias en conocimientos, percepciones y experiencias.
- Para el análisis de las preguntas abiertas, se realizó una descripción por categorías de acuerdo con el nivel de interés o la percepción del subgrupo demográfico, con los cuales se buscó identificar los principales patrones y narrativas que se sintetizaron en párrafos para facilitar su interpretación.

4. Resultados

4.1 Avifauna

4.1.1 Composición de la comunidad de aves

Durante la fase de estudio piloto llevada a cabo en el subnúcleo Alturas se conformó la lista preliminar de especies donde se lograron identificar 75 individuos pertenecientes a 38 especies, 31 géneros, 15 familias y cuatro órdenes, correspondientes al 46,91% de la avifauna encontrada en el área total. Se destaca el orden de los Passeriformes como aquel con mayor representatividad con 11 familias, 25 géneros y 32 especies. Una vez culminada esta fase, se obtuvieron registros de 90 individuos correspondientes a 34 especies para Roblebonito y 241 individuos correspondientes a 54 especies para Yanahuanca. En general, se identificaron un total

de 81 especies en 406 individuos correspondientes a 29 familias y 12 órdenes, donde el orden Passeriformes fue el que presentó mayor representación con 16 familias, seguido por Apodiformes y Piciformes, como se observa en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1.

Cantidad de familias, géneros y especies identificadas en los subnúcleos Alturas, Roblebonito y Yanahuanca.

Orden	N° Familias	N° Géneros	N° Especies	Abundancia
Passeriformes	16	47	60	315
Apodiformes	2	6	7	33
Piciformes	2	3	3	24
Accipitriformes	1	1	1	2
Cathartiformes	1	1	1	2
Charadriiformes	1	1	1	4
Columbiformes	1	2	2	4
Coraciiformes	1	1	1	4
Cuculiformes	1	1	1	1
Falconiformes	1	1	1	2
Pelecaniformes	1	1	1	4
Trogoniformes	1	2	2	11
Total	29	67	81	406

En la Tabla 2, se presenta el listado de familias con sus respectivas especies, nombre común, distribución, gremio trófico y estado de conservación de acuerdo a la categoría de la UICN. La familia con mayor abundancia de especies (16) fue Thraupidae, seguida por Tyrannidae (ocho), Parulidae (siete), Trochilidae (seis) y Turdidae (seis), entre otras.

De las 81 especies identificadas, todas son nativas de Colombia entre ellas cuatro migratorias (*Catharus ustulatus*, *Setophaga ruticilla*, *Myiodynastes luteiventris* y *Vireo olivaceus*). Respecto a la distribución por gremio trófico, se destaca que el 35,8% de las especies corresponden

a Insectívoras, 20,9% Frugívoras - Insectívoras, 14,8% Omnívoras, 7,4% Nectarívoras, 6,1% Granívoras – Insectívoras, 4,9% Frugívoras, 3,7% Carnívoras, 2,4% Granívoras, 2,4% Granívoras – Frugívoras y el 1,6% Herbívoras – Insectívoras.

Dentro de la clasificación de acuerdo a su estado de amenaza según la UICN, la especie *Iridosornis porphyrocephalus* perteneciente a la familia Thraupidae se encuentra en la categoría Casi amenazada (NT) debido a la pérdida o fragmentación de su hábitat.

Tabla 2.

Clasificación de avifauna por distribución por gremio trófico y categoría de amenaza

Especie	Nombre común	Abundancia	Gremio trófico	Categoría UICN
Accipitridae				
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	2	C	LC
Apodidae				
<i>Streptoprocne zonaris (altissima)</i>	Vencejo collarejo	8	I	LC
Ardeidae				
<i>Bubulcus ibis (ibis)</i>	Garza garrapatera	4	C	LC
Cardinalidae				
<i>Piranga flava (desidiosa)</i>	Tángara encinera	4	F-I	LC
Cathartidae				
<i>Coragyps atratus (brasiliensis)</i>	Chulo	2	C	LC
Charadriidae				
<i>Vanellus chilensis</i>	Alcaraván	4	I	LC
Columbidae				
<i>Patagioenas fasciata (albilinea)</i>	Paloma collareja	2	G-F	LC
<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza	2	H-I	LC
Corvidae				
<i>Cyanocorax yncas (galeatus)</i>	Carriqui de montaña	5	O	LC
Cotingidae				
<i>Rupicola peruvianus (sanguinolentus)</i>	Gallito de roca	4	F-I	LC
Cuculidae				
<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	1	I	LC

Especie	Nombre común	Abundancia	Gremio trófico	Categoría UICN
Falconidae				
<i>Milvago chimachima (cordata)</i>	Pigua	2	O	LC
Fringillidae				
<i>Spinus psaltria (columbianus)</i>	Jilguero aliblanco	6	G-I	LC
Furnariidae				
<i>Dendrocicla tyrannina (tyrannina)</i>	Trepatroncos tiranino	2	I	LC
<i>Lepidocolaptes lacrymiger (sneiderni)</i>	Trepatroncos montañoero	1	I	LC
<i>Margarornis squamiger (perlatus)</i>	Corretroncos perlado	1	I	LC
<i>Synallaxis azarae (media)</i>	Chamicero piscuís	4	I	LC
<i>Xenops rutilans</i>	Picolezna rojizo	1	I	LC
Grallariidae				
<i>Grallaria ruficapilla (ruficapilla)</i>	Compropan	22	I	LC
Icteridae				
<i>Quiscalus lugubris</i>	Tordo llanero	1	O	LC
Momotidae				
<i>Momotus aequatorialis (aequatorialis)</i>	Barranquero	4	O	LC
Parulidae				
<i>Basileuterus culicivorus (occultus)</i>	Chipe cejas negras	3	I	LC
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra rufa	1	I	LC
<i>Basileuterus tristriatus (daedalus)</i>	Arañoero cabecirrayado	11	I	LC
<i>Myioborus miniatus (ballux)</i>	Candelita plomiza	21	I	LC
<i>Myiothlypis coronata (regulus)</i>	Reinita coronirroja	1	I	LC
<i>Setophaga pitiayumi</i>	Reinita tropical	2	I	LC
<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita norteña	3	I	LC
Passerellidae				
<i>Atlapetes albinucha (gutturalis)</i>	Atlapetes nuquiblanco	1	O	LC
<i>Arremon brunneinucha (frontalis)</i>	Gorrión collarejo	2	G-I	LC
<i>Zonotrichia capensis (costaricensis)</i>	Copetón	13	G-I	LC
Picidae				

Especie	Nombre común	Abundancia	Gremio trófico	Categoría UICN
<i>Colaptes rubiginosus (gularis)</i>	Carpintero olivo	5	I	LC
<i>Picumnus granadensis</i>	Carpinterito punteado	2	I	LC
Pipridae				
<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	Saltarín cabecidorado	3	F-I	LC
Ramphastidae				
<i>Aulacorhynchus albivitta</i>	Tucancito esmeralda	17	F	LC
Thamnophilidae				
<i>Drymophila striaticeps (striaticeps)</i>	Hormiguerito de cabeza rayada	1	I	LC
<i>Myrmotherula schisticolor (schisticolor)</i>	Hormiguerito pizarroso	2	I	LC
Thraupidae				
<i>Anisognathus somptuosus (cyanopterus)</i>	Tángara primavera	7	F-I	LC
<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	2	O	LC
<i>Diglossa caerulescens (saturata)</i>	Picaflor azul	1	O	LC
<i>Diglossa cyanea (cyanea)</i>	Picaflor de antifaz	1	O	LC
<i>Iridosornis porphyrocephalus</i>	Tángara capiazul	3	F-I	NT
<i>Saltator atripennis (atripennis)</i>	Saltator alinegro	4	F	LC
<i>Sicalis flaveola (flaveola)</i>	Canario coronado	4	G	LC
<i>Sporathraupis cyanocephala (annectens)</i>	Azulejo montañero	1	F-I	LC
<i>Sporophila nigricollis (nigricollis)</i>	Semillero ventriamarillo	6	G	LC
<i>Stilpnia heinei</i>	Tángara coroninegra	6	F-I	LC
<i>Stilpnia vitriolina</i>	Tángara rastrojera	2	F	LC
<i>Tangara labradorides (labradorides)</i>	Tángara verdiplata	1	F-I	LC
<i>Tangara nigroviridis (cyanescens)</i>	Tángara berilina	10	F-I	LC
<i>Tangara xanthocephala (venusta)</i>	Tángara coronada	1	F-I	LC
<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero cariamarillo	9	G-F	LC
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	2	G-I	LC
Trochilidae				

Especie	Nombre común	Abundancia	Gremio trófico	Categoría UICN
<i>Adelomyia melanogenys</i> (<i>cervina</i>)	Colibrí jaspeado	3	N	LC
<i>Coeligena coeligena</i> (<i>ferruginea</i>)	Inca bronceado	12	N	LC
<i>Coeligena torquata</i> (<i>torquata</i>)	Inca acollarado	2	N	LC
<i>Colibri cyanotus</i> (<i>cyanotus</i>)	Colibrí chico	3	N	LC
<i>Ocreatus underwoodii</i> (<i>incommodus</i>)	Colibrí cola de raqueta	2	N	LC
<i>Phaethornis syrmatorophorus</i> (<i>syrmatorophorus</i>)	Ermitaño ventrihabano	3	N	LC
Troglodytidae				
<i>Henicorhina leucophrys</i> (<i>brunneiceps</i>)	Cucarachero pechigrís	39	I	LC
<i>Pheugopedius mystacalis</i>	Cucarachero bigotudo	1	I	LC
Trogonidae				
<i>Pharomachrus auriceps</i> (<i>auriceps</i>)	Quetzal colinegro	2	I	LC
<i>Trogon personatus</i> (<i>assimilis</i>)	Trogón enmascarado	9	I	LC
Turdidae				
<i>Catharus aurantiirostris</i> (<i>phaeopleurus</i>)	Tordo pico de oro	4	F-I	LC
<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal buchipecoso	2	F-I	LC
<i>Myadestes ralloides</i> (<i>plumbeiceps</i>)	Solitario andino	7	F-I	LC
<i>Turdus fuscater</i> (<i>quindio</i>)	Mirra patinaranja	7	O	LC
<i>Turdus obsoletus</i>	Mirlo vientriblanco	2	O	LC
<i>Turdus serranus</i> (<i>fuscobrunneus</i>)	Mirra serrana	3	F	LC
Tyrannidae				
<i>Elaenia frantzii</i> (<i>pudica</i>)	Elenia montañera	12	O	LC
<i>Leptopogon superciliaris</i> (<i>superciliaris</i>)	Atrapamoscas orejinegro	1	I	LC
<i>Myiarchus cephalotes</i>	Atrapamoscas montañero	4	G-I	LC
<i>Myiodynastes chrysocephalus</i>	Atrapamoscas lagartero	2	F-I	LC
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Atrapamoscas sulfurado	1	F-I	LC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofué	4	O	LC

Espece	Nombre común	Abundancia	Gremio trófico	Categoría UICN
<i>Pyrrhomyas cinnamomeus</i> (<i>pyrrhopterus</i>)	Atrapamoscas canela	16	F-I	LC
<i>Tyrannus melancholicus</i> (<i>melancholicus</i>)	Sirirí común	11	F-I	LC
Vireonidae				
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	1	I	LC
<i>Cyclarhis nigrirostris</i> (<i>nigrirostris</i>)	Verderón piquinegro	1	I	LC
<i>Vireo leucophrys</i> (<i>dissors</i>)	Verderón montañoero	17	I	LC
<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojirrojo	5	I	LC

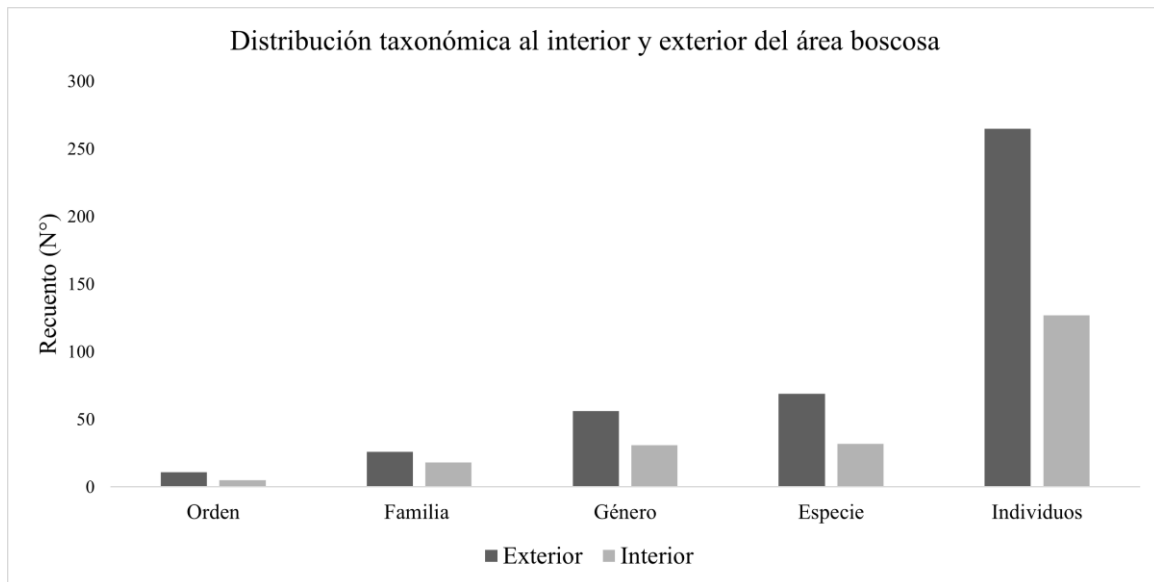
Nota. C= Carnívora, F= Frugívora, FI= Frugívora - Insectívora, G= Granívora, G-F= Granívora – Frugívora, G-I= Granívora – Insectívora, H-G= Herbívora – Granívora, I= Insectívora, N= Nectarívora, O= Omnívora, LC= Preocupación menor, NT= Casi amenazada.

4.1.2 Riqueza al interior y exterior del área boscosa

En la Figura 9, se evidencia una comparación de riqueza de especies entre el área interna y externa de la cobertura boscosa en la cual en general, se observa una mayor riqueza de órdenes, familias y especies al exterior, así como un mayor número de individuos.

Figura 9.

Número de órdenes, familias, especies, géneros e individuos al interior y exterior del área boscosa.

**4.1.3 Diversidad alfa**

En la Tabla 3, se presentan los valores utilizados para el estudio de la diversidad alfa en cada subnúcleo, correspondientes a los índices de Shannon, Margalef y Berger-Parker, así como su promedio y desviación estándar. En general, los resultados indicaron una mayor diversidad de especies de aves en las zonas exteriores en comparación con las interiores. La zona exterior del subnúcleo Alturas exhibió la mayor diversidad con un promedio en el índice de Margalef de 5,03. Además, esta zona revela la mayor equidad en la distribución de abundancias por especie, según el promedio obtenido en el índice de Shannon (2,67), lo que se complementa con el resultado promedio en el índice de Berger-Parker (0,15), que sugiere la ausencia de una especie dominante.

Por el contrario, la zona interna del subnúcleo Roblebonito presentó una diversidad moderada, con una baja equidad en la distribución de individuos por especie y una notable

presencia de especies dominantes. Esto sugiere que esta área puede estar expuesta a perturbaciones, como la tala selectiva de especies u otras actividades antrópicas, que han influido en la comunidad de aves en esta zona boscosa. Por su parte, el subnúcleo Yanahuanca muestra una diversidad y equidad moderada, tanto en su zona interna como externa, donde no se observa dominancia de especies.

Tabla 3.

Índices de diversidad alfa al interior y exterior de los subnúcleos

Subnúcleo	Zona	Punto	Shannon - Wiener	Margalef	Berger - Parker
Alturas	Externa	1	3,09	6,55	0,1
		2	2,467	4,27	0,19
		3	2,458	4,28	0,15
		Promedio	2,67 (+/- 0,36)	5,03 (+/- 1,31)	0,15 (+/- 0,04)
Roblebonito	Interna	1	1,9	2,89	0,25
		2	1,38	2,16	0,25
		3	1,33	1,86	0,40
		4	1,61	2,49	0,20
		5	1,55	2,06	0,29
		Promedio	1,55 (+/- 0,22)	2,29 (+/- 0,40)	0,28 (+/- 0,07)
	Externa	1	2,16	3,15	0,21
		2	1,69	2,17	0,30
		3	1,55	2,06	0,29
		4	2,04	3,19	0,22
5		1,89	2,73	0,22	
	Promedio	1,87 (+/- 0,25)	2,66 (+/- 0,53)	0,25 (+/- 0,04)	
Yanahuanca	Interna	1	2,15	2,59	0,18
		2	1,75	1,90	0,29
		3	2,25	2,83	0,167
		4	1,56	1,44	0,25
		5	2,15	2,59	0,18
		Promedio	1,97 (+/- 0,30)	2,27 (+/- 0,58)	0,21 (+/- 0,05)
	Externa	1	2,79	4,40	0,11
		2	2,49	3,68	0,15
		3	2,22	2,77	0,16

4.1.4 Índice de diversidad beta avifauna

Se realizó el cálculo del índice de Jaccard para determinar la diversidad beta presente en cada subnúcleo teniendo en cuenta la composición de especies en los puntos interiores (I) y exteriores (E). En el subnúcleo Alturas los puntos exhibieron una alta homogeneidad con un valor de similitud de 0,98 en donde los puntos exteriores dos y tres fueron aquellos que presentaron mayor cercanía indicando una composición similar de especies. Por otro lado, el punto exterior uno se diferenció ligeramente sugiriendo haber estado ubicado en un área de transición o con condiciones mínimamente distintas (Figura 10). Por su parte, el subnúcleo Roblebonito obtuvo un valor de 0,75 lo que sugiere que estos puntos comparten una composición moderada de especies (Figura 11), como es el caso de los puntos interiores dos y cuatro. Por su parte, el punto exterior uno es aquel que presentó mayor disimilitud con un valor inferior a 0,15. En cuanto al subnúcleo Yanahuanca, exhibió un valor de 0,87 lo que sugiere una similitud alta, en donde se observa una mayor cercanía entre puntos interiores principalmente entre uno y dos. Por el contrario, los puntos exteriores presentaron cierta diferencia, en donde tres y cinco son los que evidenciaron una disimilitud alta comparada con los demás, como puede observarse en la Figura 12.

Figura 10.

Cladograma subnúcleo Alturas

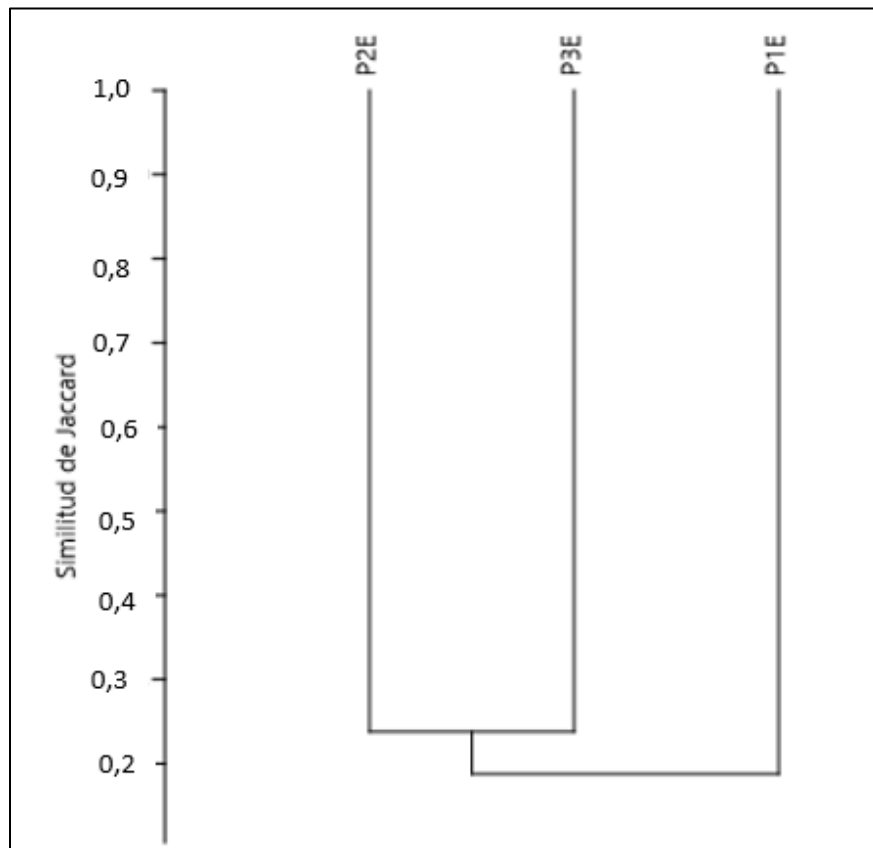


Figura 11.

Cladograma subnúcleo Roblebonito

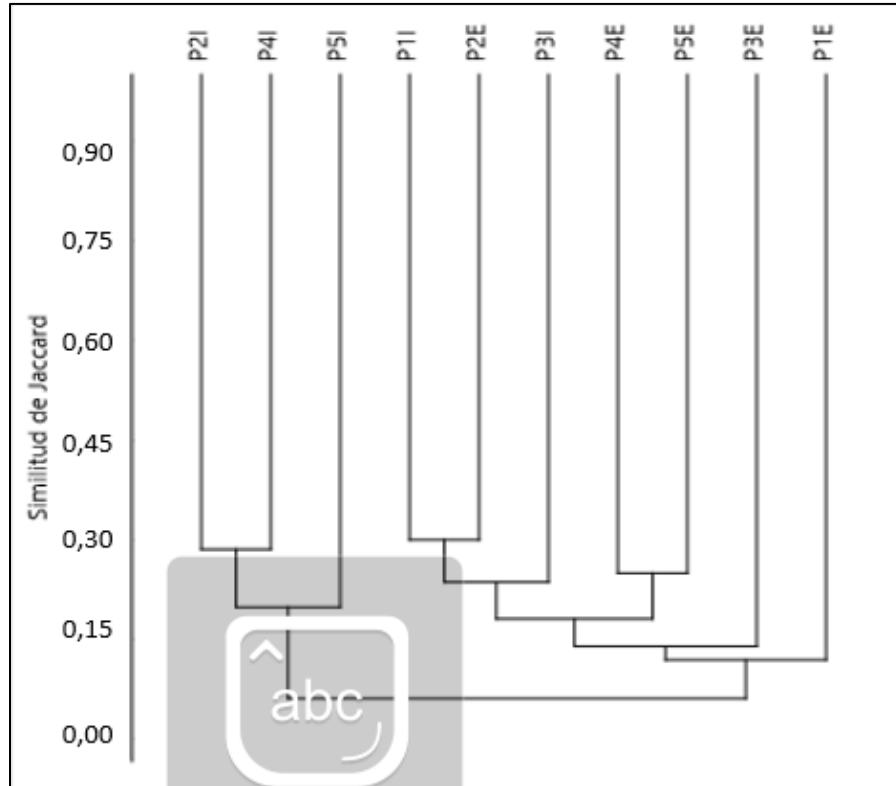
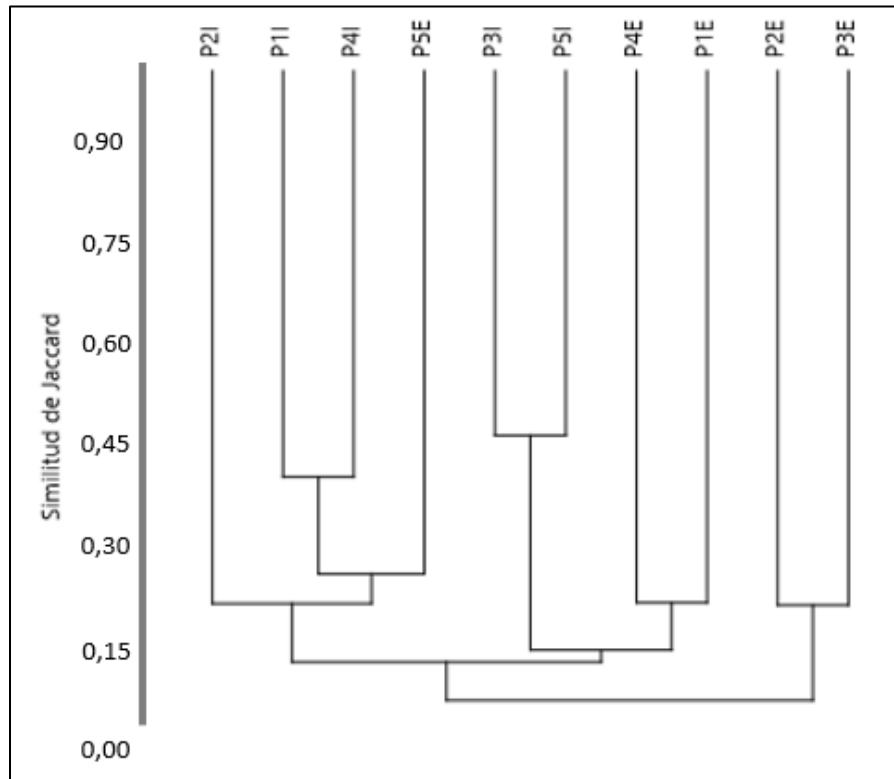


Figura 12.

Cladograma subnúcleo Yanahuanca



4.1.5 Curvas de acumulación de especies

Por medio del estimador Chao-1 se elaboraron las curvas de acumulación de los subnúcleos Roblebonito y Yanahuanca con el fin de realizar una comparación entre el área interior y exterior de la zona boscosa, en donde se evidencia el aumento de registros de especies presentes en cada sitio a medida que se incrementaba el esfuerzo de muestreo.

En la Figura 13 se evidencian los valores de R^2 ajustado para el subnúcleo Roblebonito de 96,83 y 99,71% correspondientes al interior y exterior del área boscosa, respectivamente, en donde se observa una ligera diferencia entre ambas áreas. Igualmente, en la Figura 14 se presentan los

valores para el subnúcleo Yanahuanca, para el interior de 99,75% y el exterior de 99,88% lo que en general sugiere que algunas especies raras o difícil de detectar aún no han sido registradas.

Figura 13.

Curva de acumulación de especies subnúcleo Roblebonito

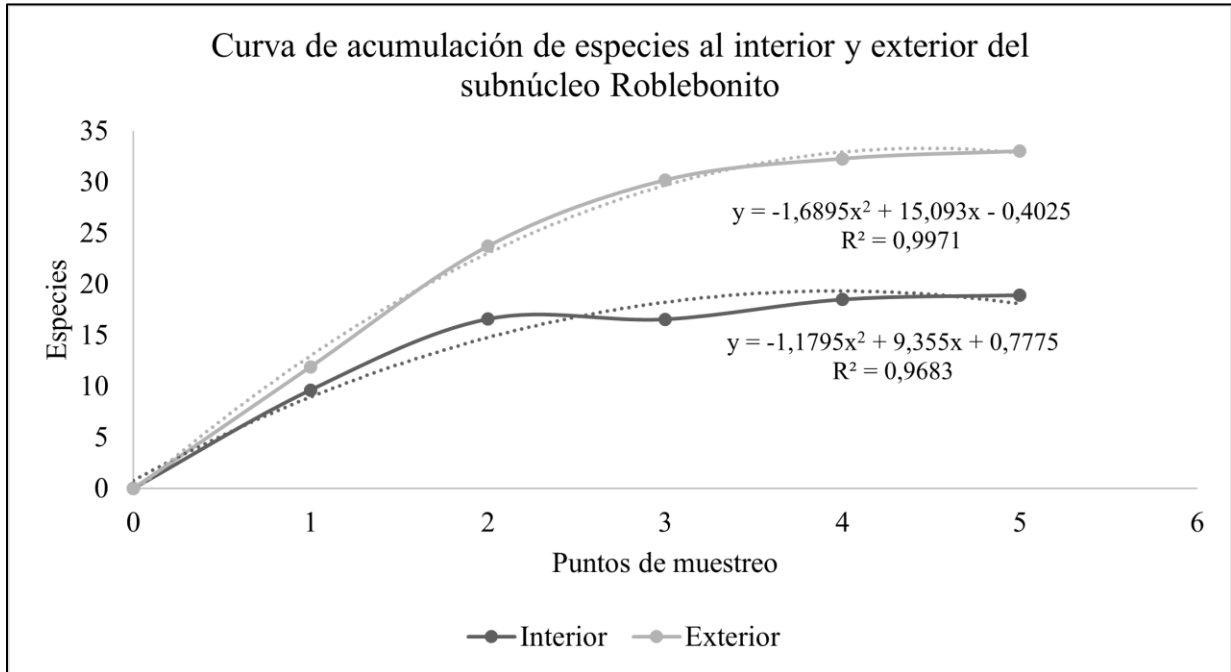
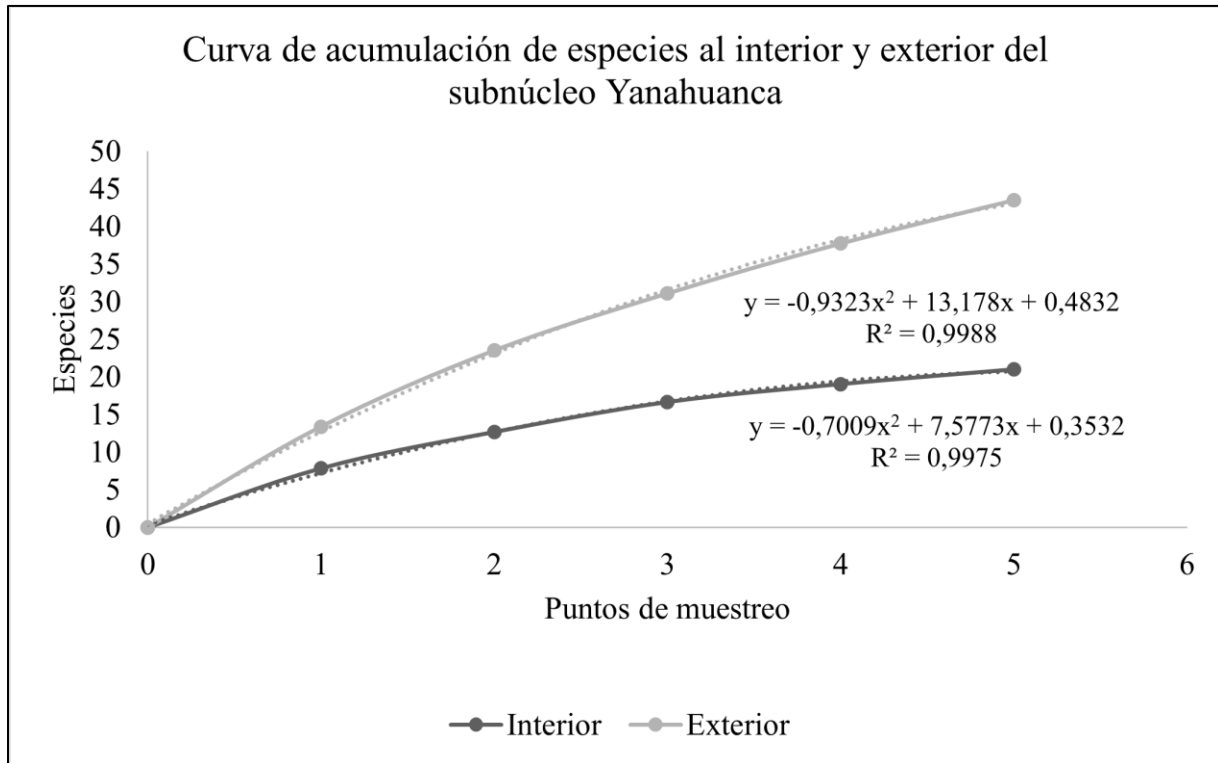


Figura 14.

Curva de acumulación de especies subnúcleo Yanahuanca



4.2 Mastofauna

4.2.1 Composición de la comunidad de mamíferos

Por medio de las cámaras trampa, las trampas Sherman y la búsqueda de rastros se identificaron un total de 19 individuos correspondientes a ocho especies, siete familias y tres órdenes, en su mayoría (13) del orden Rodentia, ver Tabla 4. Dentro del estudio faunístico se lograron destacar dos especies sombrilla que actualmente se encuentran en estado Vulnerable según la UICN, el tigrillo (*Leopardus tigrinus*) y el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*).

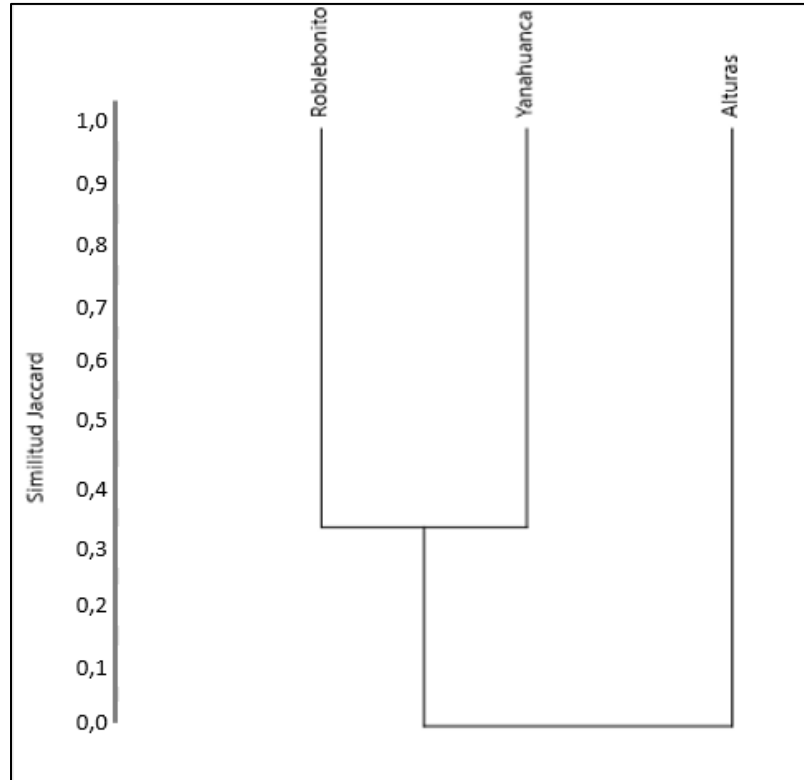
Tabla 4.*Especies de fauna identificadas en los diferentes subnúcleos*

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nº Individuo	Distribución	Gremio trófico	Categoría UICN
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>	Tigrillo	1	N	C	VU
Carnivora	Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos	1	N	O	VU
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha	2	N	O	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Micoureus demerarae</i>	Marmosa	2	N	O	LC
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla roja	1	N	H	LC
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatín	2	N	O	LC
Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys australis</i>	Ratón bolsero	2	N	G - F	LC
Rodentia	Cricetidae	<i>Nephelomys sp.</i>	Ratón	1	N	G - F	
Rodentia	Cricetidae		Ratón	7			

Nota. N= Nativa, O= Omnívoro, C= Carnívoro, H= Herbívoro, G-F= Granívoro – Frugívoro, LC= Preocupación menor, VU= Vulnerable.

4.2.2 Índice de diversidad beta mastofauna

En el Figura 15, se muestra la similitud en la composición de especies entre subnúcleos por medio del índice de Jaccard como medida de beta diversidad, en la cual se observa como los subnúcleos Roblebonito y Yanahuanca presentan cierta similitud, aunque a un nivel bajo. Por su parte el subnúcleo Alturas no presenta similitud con los demás subnúcleos.

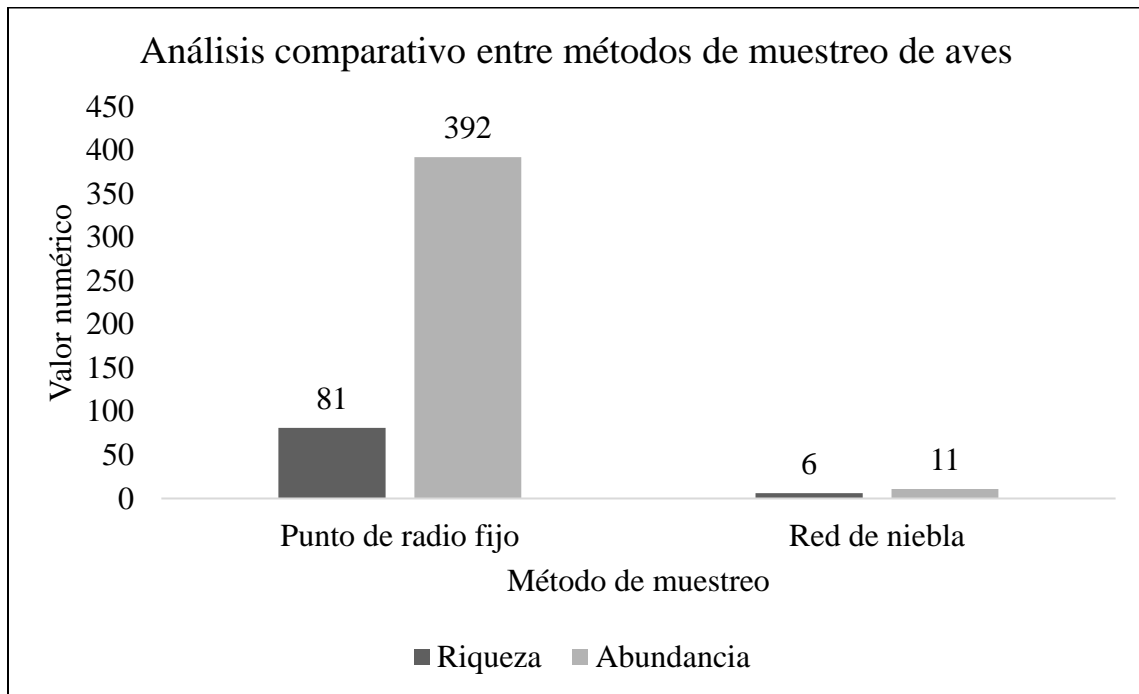
Figura 15.*Cladograma entre sitios*

4.3 Comparación de métodos de muestreo

Dentro del estudio de aves el método que presentó mayor efectividad fue el avistamiento por puntos de radio fijo como puede observarse en la Figura 16, con una representación del 96,55% de los registros obtenidos en total, seguido por red de niebla con el 2,7% y la grabación con cámara trampa con 0,74% (la cual corresponde a información obtenida de forma secundaria).

Figura 16.

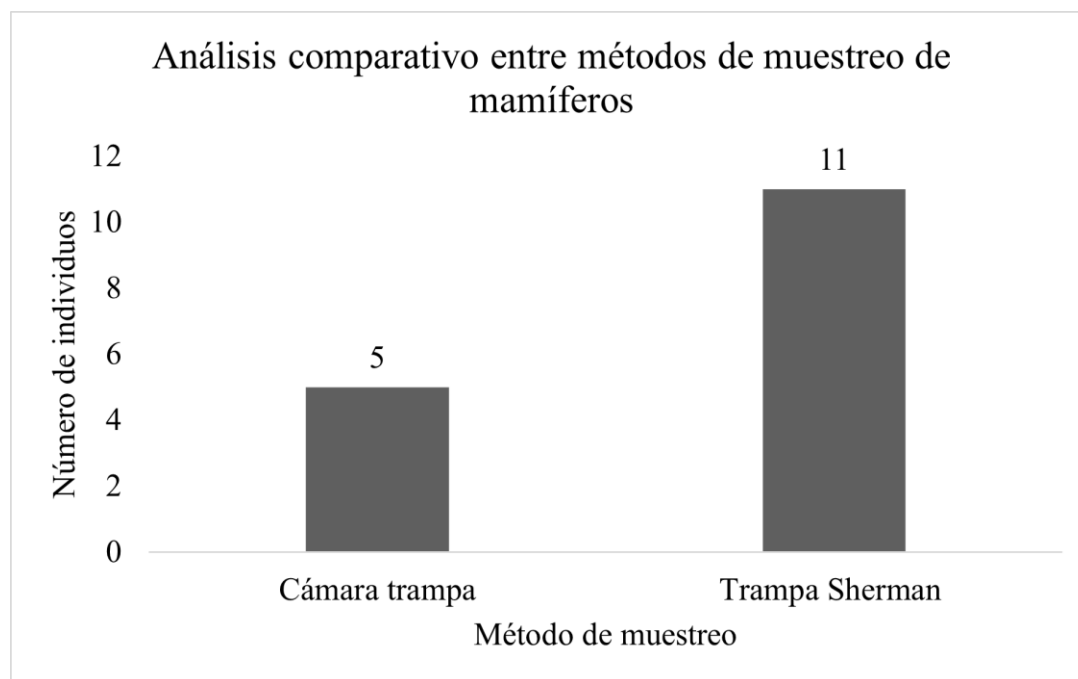
Diferencia entre métodos de muestreo de aves teniendo como base la riqueza y número de registros



Para el caso de los mamíferos, el 57,89% de la información fue obtenida por las trampas Sherman, el 22,36% por cámaras trampa y el 15,78% fue obtenido de forma secundaria por búsqueda de rastros como se observa en la Figura 17.

Figura 17.

Diferencia entre métodos de muestreo de mamíferos teniendo como base el número de registros



4.4 Comunidad rural y actores locales

Se obtuvo la participación de 42 personas entre residentes, conductores frecuentes, trabajadores del área de silvicultura de Smurfit Westrock Cartón Colombia S.A y miembros de la Asociación de Aviturismo de Risaralda presentes en la zona. Por medio de la información brindada se tuvo conocimiento de la presencia de oso perezoso, venados, armadillos, zorros, monos, pavas, gavilanes, águila y búhos. Aquellas personas con un tiempo superior de residencia a cinco años afirmaron haber notado una disminución en la presencia de aves y mamíferos como el puma, el tigrillo, el oso de anteojos, el perro de monte, el águila, el gallito de roca y el carriquí de montaña. Asociaron esta disminución de diversidad como efecto de la deforestación, el uso de maquinaria pesada, contaminación, cacería indiscriminada y sobrecarga de personas en sitios protegidos. El 75% afirmó no haber sido partícipe de algún tipo de actividad en pro de la conservación de los

bosques naturales, sin embargo, mostraron estar dispuestos a participar e incluyeron algunas recomendaciones como la siembra de árboles y la delimitación de las zonas de conservación, señalización de prohibición de caza y tala de árboles, jornadas de educación ambiental sobre la conservación de la biodiversidad y avisos a conductores para evitar muertes de animales por atropellamiento.

5. Discusión

Actualmente, los bosques andinos se encuentran amenazados por factores como el cambio climático y la pérdida de cobertura debido actividades antropogénicas como la expansión de la frontera agrícola, procesos de minería a cielo abierto, deforestación, entre otras, que poco a poco interrumpen las interacciones presentes entre plantas y animales afectando la diversidad y procesos ecológicos llevados a cabo de forma mutualista como la dispersión de semillas y reproducción de plantas (Angulo-Ortiz et al., 2024). A pesar de albergar una gran biodiversidad y de su importancia ecológica, aún existen vacíos de información respecto a la riqueza de especies presentes en estos bosques, lo que dificulta adelantar estrategias de conservación que contrarresten los efectos provocados por las actividades antropogénicas. Es por ello, que este estudio se centró en las comunidades de aves y mamíferos presentes en el municipio de Riosucio, Caldas, con el fin de brindar información sobre el estado de conservación de las especies presentes y su importancia en el ecosistema.

Por medio de los distintos métodos tanto para aves como para mamíferos se lograron obtener un total de 406 y 19 registros, respectivamente, donde el avistamiento por puntos de radio fijo y la captura con trampa Sherman se destacaron como los métodos con mayor eficiencia. En el

estudio de aves, se realizó una comparación entre el área interna y externa de la cobertura boscosa, en donde se obtuvo como resultado un mayor número de registros al exterior, esto debido probablemente a la heterogeneidad de hábitats y la disponibilidad de alimento en comparación con el estado de competencia presente en el interior (Batáry et al., 2014).

La composición de especies de aves estuvo dominada principalmente por el orden Passeriformes con un 77,58 %, lo que sostiene lo afirmado por Oliveros et al., (2019), quienes encontraron que más del 60% de los linajes de aves se encuentran representados por este orden. En cuanto a familias, se obtuvo un total de 29 familias dentro de las cuales Thraupidae fue aquella que presentó el mayor número de registros, lo que puede relacionarse con una amplia distribución y la disponibilidad de recursos como insectos y artrópodos, lo que favorece su presencia a comparación de aquellas familias que exhiben una distribución restringida y se encuentran limitadas por temporadas de frutos y semillas (Patiño-Forero et al., 2020). Respecto a las especies, se identificaron un total de 81 lo que refuerza lo reportado por Ocampo-Peñuela y Pimm (2014), quienes afirman que sitios de bosques andinos pueden llegar a albergar entre 80 y 120 especies de aves. En donde, *Henicorhina leucophrys (brunneiceps)*, *Grallaria ruficapilla (ruficapilla)* y *Myioborus miniatus (ballux)* obtuvieron la mayor cantidad de registro con 39, 22 y 21 individuos, respectivamente. Además, se destaca *Iridosornis porphyrocephalus* reportada como Casi Amenazada (UICN) debido a la pérdida y fragmentación de su hábitat. De igual forma, *Pharomachrus auriceps (auriceps)* y *Rupicola peruvianus (sanguinolentus)*, aunque actualmente se encuentran como Preocupación Menor tanto por la UICN como a nivel nacional, son especies sensibles ya que requieren de áreas extensas de bosque y se ven directamente afectadas por la fragmentación (Harrison et al., 2021).

En cuanto a la composición de gremios tróficos, se observó un predominio de especies insectívoras, las cuales representaron el 35,8% del total de aves registradas. Este patrón es común en bosques andinos donde la abundancia de recursos alimenticios como insectos y artrópodos favorece el establecimiento de comunidades de aves con alta proporción de especies insectívoras (Gómez et al., 2018). La dominancia de estas, concuerda con lo reportado por Ocampo-Peñuela y Pimm (2014), para los bosques de la región, quienes señalan que este gremio trófico suele ser el más diverso en estos ecosistemas. Estas aves podrían cumplir un papel importante al actuar como controladoras de plagas, más aún en áreas con actividades de aprovechamiento forestal. La presencia de una alta gama de gremios tróficos es indicativa de la complejidad y heterogeneidad de los recursos disponibles en el bosque, lo cual sustenta una comunidad de avifauna diversa y funcionalmente equilibrada (Renjifo et al., 2016).

Dentro de los estudios de alfa y beta diversidad, se obtuvieron valores de riqueza y equitatividad de especies superiores al exterior de la cobertura boscosa, destacando la presencia de especies generalistas adaptadas a un amplio rango de hábitats y alta diversidad de recursos a comparación del interior con un microclima establecido y una mayor competencia (Batáry et al., 2014). En general, se encontró una similitud moderada - alta entre puntos en donde el subnúcleo Alturas fue aquel que presentó mayor diferenciación entre puntos interiores y exteriores, esto puede deberse a condiciones generales de microclima y la presencia/ausencia de especies proveedoras de alimento. Por otro lado, las curvas de acumulación de especies demostraron un esfuerzo de muestreo efectivo con valores superiores al 95%, lo que sugiere que la mayoría de especies posibles de encontrar en estos ecosistemas fueron identificadas. De igual forma demostraron una menor riqueza presente en los puntos interiores a comparación de los exteriores.

Respecto a la comunidad de mamíferos se destacó la presencia del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el cual ha sido considerado como una especie “Vulnerable” a nivel nacional debido a la reducción de su población por factores como la expansión de la frontera agrícola y la caza furtiva (Castrillón-Hoyos et al., 2023). Su importancia radica en que es una especie sombrilla que brinda distintos servicios como la dispersión de semillas, lo que la hace una especie clave en la gestión de áreas naturales de conservación y espacios de conectividad (Castrillón-Hoyos et al., 2023). De igual forma, el tigrillo (*Leopardus tigrinus*), también se encuentra catalogado en un estado “Vulnerable” debido a efectos por la pérdida de área boscosa, ampliación de la frontera agrícola, la presencia de especies invasoras, entre otros (Ribeiro-Souza, et al., 2024). Su importancia radica en el control de poblaciones lo que contribuye a una sana estructura y composición de las coberturas vegetales (Ribeiro-Souza, et al., 2024). Así mismo, se subraya la mayor representatividad de especies del orden Rodentia lo cual puede ser un indicador de la salud del ecosistema en donde se señala una alta disponibilidad de alimento tanto para ellos como para sus depredadores. Además, se resalta la importancia de los servicios ecosistémicos proporcionados por estos mismos como la dispersión de semillas debido a su acumulación en temporadas de fructificación, posterior abandono y germinación (Longland y Dimitri, 2019).

La presencia de estas especies resalta la relevancia de estos bosques andinos para la conservación de la mastofauna. Según Rodríguez-Mahecha et al. (2017), la conservación de especies clave como el oso de anteojos y el tigrillo es fundamental para mantener el equilibrio de los ecosistemas andinos, ya que desempeñan un papel crucial en la regulación de las cadenas tróficas y la dispersión de semillas. Además, la presencia de estas especies vulnerables es un indicador del buen estado de conservación del hábitat, lo que sugiere la necesidad de implementar estrategias de manejo y protección de estos remanentes boscosos (Rodríguez – Mahecha et al.,

2017). Adicionalmente, el alto número de endemismos aporta un valor significativo a estos ecosistemas ya que refleja una diversidad única y valiosa, en donde la mayoría de especies han desarrollado adaptaciones específicas para sobrevivir bajo estas condiciones locales.

Por otro lado, la percepción de la comunidad local sobre la disminución de la fauna y las principales amenazas identificadas, como la deforestación y la cacería, evidencian la importancia de promover actividades de educación ambiental y participación comunitaria en la conservación de estos ecosistemas. Según Vargas et al. (2020), la inclusión de la comunidad local en los procesos de conservación es fundamental para garantizar el éxito a largo plazo de estas iniciativas de conservación de protección de la biodiversidad. Además, la sensibilización de la población sobre la riqueza natural de su territorio puede fomentar el desarrollo de actividades económicas alternativas, como el ecoturismo, que contribuyen al sustento de las comunidades y la conservación de los recursos naturales (Vargas et al., 2020).

6. Conclusiones

Finalmente, la riqueza de aves registrada en este estudio sugiere que los subnúcleos Alturas, Roblebonito y Yanahuanca presentan una amplia gama de recursos como insectos, artrópodos, frutos y semillas al igual que escenarios para percha y anidación que favorecen la presencia de una gran diversidad de aves. Sin embargo, también señala áreas susceptibles a cambios en la estructura y composición de especies debido a actividades humanas como es el caso del área interna del subnúcleo Roblebonito.

La presencia de especies en estados de amenaza como *Iridosornis porphyrocephalus*, *Tremarctos ornatus* y *Leopardus tigrinus*, es un indicador de la diversidad y salud de los

ecosistemas ya que estas especies suelen depender de amplias áreas o características específicas para su supervivencia. De igual forma, estas especies señalan un equilibrio ecológico en el que cada una juega un papel fundamental en el mantenimiento del ecosistema, lo que lo hace un área prioritaria para la conservación y la gestión de la biodiversidad. Es por ello, que se deja en evidencia la necesidad de implementar estrategias de manejo y protección de los remanentes boscosos, en conjunto con la participación activa de la comunidad local, a fin de garantizar la conservación a largo plazo de la diversidad biológica en estos ecosistemas.

7. Recomendaciones

Fortalecer las estrategias de protección y manejo de los remanentes de bosque, esto incluye la regulación de actividades como la caza y tala indiscriminada, manteniendo un monitoreo constante de la cobertura vegetal.

Promover la participación comunitaria en la conservación, esto puede lograrse a través de programas de educación ambiental y la inclusión de los habitantes locales en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos naturales.

Realizar estudios de monitoreo, continuar con la articulación público - privada que permita investigar y dar seguimiento de la diversidad biológica.

Promover la conectividad entre fragmentos boscosos, implementar corredores biológicos puede facilitar el movimiento y dispersión de las especies sombrilla.

Referencias Bibliográficas

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). (2021). *Bosques andinos: Problemática y caracterización*.

<https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2021/10/Brief1envioDOBLE.pdf>

Angulo- Ortiz, D., Becoche-Mosquera, J., & Gómez-Bernal, L. G. (2024). Structure of plant-frugivorous bird interaction networks in two high Andean forests of southwestern Colombia. *Global Ecology and Conservation*, 55, e03254. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e03254>

Ávila, A. M., Soto, I. D., & Solari, S. (2021). *Guía Ilustrada de la Universidad de Antioquia*.

Ayerbe, F. (2021). *Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana (Tercera edición)*.

Batáry, P., Fronczek, S., Normann, C., Scherber, C., & Tschardtke, T. (2014). How do edge effect and tree species diversity change bird diversity and avian nest survival in Germany's largest deciduous forest? *Forest Ecology and Management*, 319, 44-50. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.02.004>

Borja-Acosta, K., Diaz, A., Murillo-Bedoya, D., Acebedo-Charry, O., DoNascimento, C., Lozano-Florez, J., Neita, J., Ocampo, D., Albornoz- Garzón, J., Mendoza-Cifuentes, H., Tovar-Luque, E., Acosta-Galvis, A., Leyton, L., Arias, A., Díaz, J., Espitia-Reina, D., Montaña- Carlos, Ospina-Larrea, A., Robles, A., ... Gómez-Posada, C. (2020). *Conocimiento e innovación en las colecciones biológicas del Instituto Humboldt / Biodiversidad 2019*. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2019/cap1/104/#seccion1>

Castrillón-Hoyos, L., Rincón, L., Troncoso-Saavedra, J., Giraldo-Rojas, M., Hernández-Rincón, J., Velásquez-Vázquez, A., Gallego-López, L., Guzmán-Valencia, C., Gallego-Patiño, L., Rojas-Osorio, J., Gómez-González, J., Osorio-Parra, L., Márquez, R., Bianchi, G., Goldstein, I., & Márquez, R. (2023). Occupancy and habitat use by the Andean bear are negatively affected by

human presence and forest loss. *Journal for Nature Conservation*, 73, 126409.

<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2023.126409>

Fierro-Calderón, E. (2010). Estado de conocimiento de las aves del departamento de Caldas:

Prioridades de conservación y vacíos de información.

<https://www.researchgate.net/publication/293817337>

García-Navarro M., & Momoli-Villafañe P. (2022). Los PRAE: Proyectos que articulados fortalecen la

educación ambiental desde las instituciones educativas. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria*

KOINONIA, VII (40). <https://doi.org/https://doi.org/10.36737/01230425.n40.2021.2454>

Gómez, J. P., Cadena, C. D., & Robinson, S. K. (2018). Habitat fragmentation, patch size and

composition determine the abundance and diversity of forest birds in tropical Andean landscapes.

Biological Conservation, 227, 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.09.003>

Harrison H. Jones, Elisa Barreto, Oscar Murillo, Scott K. Robinson. (2021). Turnover-driven loss of

forest-dependent species changes avian species richness, functional diversity, and community

composition in Andean forest fragments. *Global Ecology and Conservation*,

32. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01922>

Houston, D., Kirwan, G. M., Christie, D., & Sharpe, C. J. (2020). Andean condor.

<https://birdsoftheworld.org/bow/species/andcon1/cur/introduction?login>

IDEAM. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología CORINE Land Cover

adaptada para Colombia: escala 1:100.00.

<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2021). Visor Geográfico

· Instituto Humboldt. <http://i2d.humboldt.org.co/visor-I2D/>

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2021). Elaboración del mapa de cobertura de la Tierra escala 1:25.000 Código: IN-GAG-PC07-04.
- LaBarge, L.R., Evans, M.J., Miller, J.R.B., Cannataro, G., Hunt, C. and Elbroch, L.M. (2022), Pumas *Puma concolor* as ecological brokers: a review of their biotic relationships. *Mammal Review*, 52: 360-376. <https://doi.org/10.1111/mam.12281>
- Leempoel, K., Meyer, J., Hebert, T., Nova, N., & Hadly, E. A. (2019). El regreso de un superdepredador a una reserva suburbana desencadena una rápida cascada trófica. <https://doi.org/10.1101/564294>
- Longland, W. S., & Dimitri, L. A. (2019). Significance of seed caching by rodents for key plants in natural resource management. *Rangelands*, 41(6), 248-254. <https://doi.org/10.1016/j.rala.2019.11.002>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente). (2024). Herencia Colombia un compromiso en el aumento de nuestras áreas protegidas. <https://www.minambiente.gov.co/Herencia-Colombia/Sobre-Herencia-Colombia/>
<https://www.minambiente.gov.co/herencia-colombia/>
- MMA, ONU Medio ambiente, & CONAF. (2021). Manual de uso de trampas cámara para el monitoreo de carnívoros nativos y exóticos. <https://gefmontana.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/04/MANUAL-CAMARAS-TRAMPA-gefmontana.pdf>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (M&T – Manuales y Tesis SEA, Vol. 1). ISBN 84-922495-2-8. ISSN 1576-9526.
- Navarro-Cardona, J. A., Olmos-Oropeza, G., Palacio-Núñez, J., Clemente-Sánchez, F., & Vital-García, C. (2018). Dieta, población y capacidad de carga del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos condiciones de hábitat en Tlachichila, Zacatecas, México. *Agro Productividad*. <https://core.ac.uk/download/pdf/249320227.pdf>

- Nielsen, C., Thompson, M. K., & López-González, C. (2015). Puma concolor, puma. Lista roja de especies amenazadas de la UICN.
- Nieve, D. (2020). *Andean cock-of-the-rock*.
<https://birdsoftheworld.org/bow/species/andcot1/cur/introduction>
- Ocampo-Peñuela, N., & Pimm, S. L. (2014). Setting practical conservation priorities for birds in the Western Andes of Colombia. *Conservation Biology*, 28(5), 1260-1270.
<https://doi.org/10.1111/cobi.12312>
- Oliveros, C. H., Field, D. J., Ksepka, D. T., Barker, F. K., Aleixo, A., Andersen, M. J., ... & Faircloth, B. C. (2019). Earth history and the passerine super radiation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(16), 7916-7925.
- Patiño-Forero, S., Martínez-Páez, C., Quimbayo-Cardona, M. Á., & Loaiza-Hernández, H. N. (2020). Avifauna del centro forestal tropical Pedro Antonio Pineda, cuenca baja del río Calima (Buenaventura, Colombia). *Colombia Forestal*, 23(2), 59-74.
- Portillo, H., Elvir, F., Hernández, J., Leiva, F., Flores, M. E., Martínez, I., & Vega, H. (2015). Datos preliminares de la densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la zona núcleo del parque nacional La Tigra, Honduras. *Mesoamericana*, 19(2), 23–30.
<https://revistas.up.ac.pa/index.php/mesoamericana/article/view/374>
- Rangel - Ch., J. O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(51), 176.
<https://doi.org/10.18257/raccefyn.136>
- Renjifo, L. M., Amaya-Villareal, Á. M., Burbano-Girón, J., & Velásquez- Tibatá, J. (2016). Libro Rojo de Aves de Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Libro-Rojo-de-Aves-de-Colombia-Volumen-II.pdf>

- Ribeiro-Souza, P., Haji, J., Oshima, J., Lima, F., Lima-Silva, B., Pires, J., Ribeiro, M., & Graipel, M. (2024). Under pressure: suitable areas for neotropical cats within an under protected biodiversity hotspot. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 34, 101155. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101155>
- Rodríguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., Trujillo, F., & Jorgenson, J. (2017). Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia: Conservación Internacional Colombia y Ministerio del Medio Ambiente.
- Ruiz Gutiérrez, V., Antonio, H., García, B., Parra, R. C., Drago, A. S., Ángel Aguilar Gómez, M., & Contreras, V. R. (2020). PROAL AS Manual ilustrado para el monitoreo de aves silvestres. www.biodiversidad.gob.mx
- Salazar-E, J. A., Villalobos-Moreno, A., & Vargas, J. I. (2021). The riordinid fauna (Lepidoptera: Riordinidae) of the municipality of Riosucio, Caldas, Colombia: distribution and taxonomic notes. *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 25(1), 131–160. <https://doi.org/10.17151/bccm.2021.25.1.9>
- Serna-Botero, V., Molina, K. J., Aguiar Gómez, W. C., Loaiza López, M. F., Orozco Patiño, K. J., Torres Arboleda, D. A., Bohórquez Osorio, A. F., Piratova Silva, M. R., & Morales.
- Short, L. L., & Kirwan, G. M. (2020). *Gray-breasted mountain-toucan*. <https://birdsoftheworld.org/bow/species/gybmot1/cur/introduction>
- Torres, M. (2024). Inventario de fauna y flora en el departamento de Caldas en el marco del proyecto Magdalena Caldense patrimonio biocultural.
- SiB Colombia. (2020, January 20). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Biodiversidad En Cifras. <https://cifras.biodiversidad.co/>

- UICN. (2024). Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. <https://www.iucnredlist.org/resources/spatial-data-download>
- Vargas, W., Gómez, M. F., & Renjifo, L. M. (2020). Participación comunitaria y conservación de la biodiversidad: una revisión de lecciones aprendidas en Colombia. *Revista de Estudios Sociales*, (73), 2-16. <https://doi.org/10.7440/res73.2020.01>
- Wildlife Conservation Society (WCS). (2024). *Oso Andino*. <https://colombia.wcs.org/en-us/Wildlife/Andean-Bear.aspx>
- World Wide Fund for Nature (WWF). (2018). *El resurgir del tapir andino, de especie olvidada a protagonista de la nueva moneda de un sol*. <https://wwf.panda.org/es/?326591/Nuevo-sol#:~:text=El%20resurgir%20del%20tapir%20andino,moneda%20de%20un%20sol%20%7C%20WWF&text=Desde%20el%202014%2C%20WWF%2DPer%C3%BA,quedan%20menos%20de%20400%20ejemplares>.
- World Wide Fund for Nature (WWF). (2022). *Las claves del oso de anteojos*. <https://www.wwf.org.co/?260913/Las2Dclaves2Ddel2Doso>
- Züchner, T., & Kirwan, G. M. (2020). *Sword-billed hummingbird*. <https://birdsoftheworld.org/bow/species/swbhum1/cur/introduction>

Apéndice E.*Coordenadas geográficas puntos de radio fijo*

Puntos de radio fijo				
Subnúcleo	Zona	Nº	Coordenadas	Altitud
Alturas	Exterior	1	5°23'14,03"N, 75°48'54,26"O	2450
		2	5°23'18,35"N, 75°48'54,49"O	2458
		3	5°23'21,84"N, 75°48'56,03"O	2481
Roblebonito	Interior	1	5°24'22,87"N, 75°48'6,93"O	2520
		2	5°24'21,41"N, 75°48'8,02"O	2527
		3	5°24'48,97"N, 75°47'58,84"O	2446
		4	5°24'18,96"N, 75°48'12,34"O	2543
		5	5°24'12,49"N, 75°48'13,96"O	2526
	Exterior	1	5°24'16,74"N, 75°48'10,42"O	2534
		2	5°24'46,80"N, 75°47'50,32"O	2527
		3	5°24'9,46"N, 75°47'54,55"O	2482
		4	5°24'6,73"N, 75°47'52,27"O	2490
		5	5°24'38,90"N, 75°47'58,82"O	2486
Yanahuanca	Interior	1	5°26'33,59"N, 75°45'27,92"O	2330
		2	5°26'31,86"N, 75°45'28,07"O	2325
		3	5°26'30,33"N, 75°45'28,28"O	2321
		4	5°26'34,31"N, 75°45'29,04"O	2335
		5	5°26'34,31"N, 75°45'29,04"O	2335
	Exterior	1	5°26'52,19"N, 75°45'37,97"O	2343
		2	5°27'0,72"N, 75°45'37,11"O	2346
		3	5°27'2,11"N, 75°45'38,33"O	2359
		4	5°26'47,83"N, 75°45'34,51"O	2341
		5	5°26'35,54"N, 75°45'29,97"O	2336

Apéndice F.*Coordenadas geográficas redes de niebla*

Red de niebla				
Subnúcleo	N°	Coordenadas		Altitud
Alturas	1	5°23'17,21"N, 75°48'54,05"O		2461
Roblebonito	1	5°24'21,64"N, 75°48'6,88"O		2528
	2	5°24'17,11"N, 75°48'10,90"O		2536
	3	5°24'8,96"N, 75°47'52,90"O		2486
Yanahuanca	1	5°27'0,66"N, 75°45'37,07"O		2345
	2	5°26'52,2"N, 75°45'37,5"O		2344
	3	5°26'33,4"N, 75°45'35,3"O		2328

Apéndice G.*Coordenadas geográficas cámaras trampa*

Cámara Trampa				
Subnúcleo	Sitio	N°	Coordenadas	Altitud
Alturas	1	1	5°23'20,67"N, 75°48'54,49"O	2447
		2	5°23'22,25"N, 75°48'57,44"O	2513
		3	5°23'25,47"N, 75°48'56,16"O	2472
		4	5°23'20,38"N, 75°48'59,65"O	2535
		5	5°23'21,35"N, 75°49'0,89"O	2522
Roblebonito	1	1	5°24'13,92"N, 75°48'18,67"O	2523
		2	5°24'9,78"N, 75°48'19,57"O	2472
		3	5°24'17,86"N, 75°48'20,22"O	2544
		4	5°24'15,64"N, 75°48'24,75"O	2546
		5	5°24'16,65"N, 75°48'30,39"O	2559
Roblebonito	2	1	5°24'15,06"N, 75°48'13,63"O	2544
		2	5°24'11,90"N, 75°48'12,16"O	2531
		3	5°24'16,72"N, 75°48'15,32"O	2546
		4	5°24'16,31"N, 75°48'10,91"O	2536
		5	5°24'16,61"N, 75°48'13,59"O	2551
Yanahuanca	1	1	5°26'34,33"N, 75°45'29,28"O	2333
		2	5°26'45,81"N, 75°45'35,23"O	2333
		3	5°27'1,95"N, 75°45'38,53"O	2359
		4	5°27'2,17"N, 75°45'46,10"O	2366
		5	5°27'5,61"N, 75°45'50,29"O	2375

Subnúcleo	Sitio	N°	Coordenadas	Altitud
Yanahuanca	2	1	5°26'33,46"N, 75°45'30,37"O	2329
		2	5°26'34,72"N, 75°45'27,26"O	2332
		3	5°26'31,48"N, 75°45'27,48"O	2325
		4	5°26'31,43"N, 75°45'29,39"O	2323
		5	5°26'29,38"N, 75°45'28,37"O	2319

Apéndice H.

Coordenadas geográficas trampas Sherman

Trampa Sherman				
Subnúcleo	Sitio	N°	Coordenadas	Altitud
Alturas	1	1	5°23'22,69"N, 75°48'58,21"O	2508
		2	5°23'22,06"N, 75°48'57,67"O	2515
		3	5°23'21,11"N, 75°48'59,30"O	2524
		4	5°23'23,46"N, 75°48'57,85"O	2501
		5	5°23'23,59"N, 75°48'56,37"O	2479
		6	5°23'21,40"N, 75°48'59,47"O	2519
		7	5°23'21,43"N, 75°49'0,98"O	2258
		8	5°23'21,11"N, 75°49'2,23"O	2518
		9	5°23'20,12"N, 75°49'0,15"O	2537
Roblebonito	1	1	5°24'16,45"N, 75°48'14,63"O	2549
		2	5°24'16,20"N, 75°48'13,72"O	2550
		3	5°24'19,31"N, 75°48'12,59"O	2542
		4	5°24'21,12"N, 75°48'12,95"O	2525
		5	5°24'15,62"N, 75°48'13,96"O	2547
		6	5°24'16,97"N, 75°48'13,43"O	2552
		7	5°24'16,92"N, 75°48'14,47"O	2552
		8	5°24'17,50"N, 75°48'12,98"O	2551
		9	5°24'18,36"N, 75°48'12,60"O	2547
Yanahuanca	1	1	5°26'51,46"N, 75°45'36,50"O	2344
		2	5°26'48,42"N, 75°45'35,14"O	2340
		3	5°27'0,29"N, 75°45'38,40"O	2351
		4	5°27'2,61"N, 75°45'39,57"O	2364
		5	5°26'48,49"N, 75°45'37,08"O	2338
		6	5°26'54,86"N, 75°45'38,46"O	2349
		7	5°26'52,14"N, 75°45'37,18"O	2345
		8	5°26'59,43"N, 75°45'37,80"O	2346

	N°	Coordenadas	Altitud
	9	5°26'57,26"N, 75°45'38,24"O	2349
2	1	5°26'30,69"N, 75°45'28,18"O	2322
	2	5°26'33,32"N, 75°45'30,49"O	2328
	3	5°26'34,54"N, 75°45'28,20"O	2332
	4	5°26'34,90"N, 75°45'27,70"O	2332
	5	5°26'35,07"N, 75°45'29,40"O	2336
	6	5°26'32,38"N, 75°45'27,23"O	2329
	7	5°26'31,19"N, 75°45'27,19"O	2325
	8	5°26'34,28"N, 75°45'27,40"O	2332
	9	5°26'32,73"N, 75°45'28,03"O	2328

Apéndice I.

Avistamientos generales

N°	Especie
1	<i>Crotophaga ani</i>
2	<i>Melanerpes formicivorus</i>
3	<i>Psarocolius angustifrons</i>
4	<i>Tangara gyrola</i>
5	<i>Troglodytes aedon</i>

Apéndice J.*Métodos muestreo de aves*

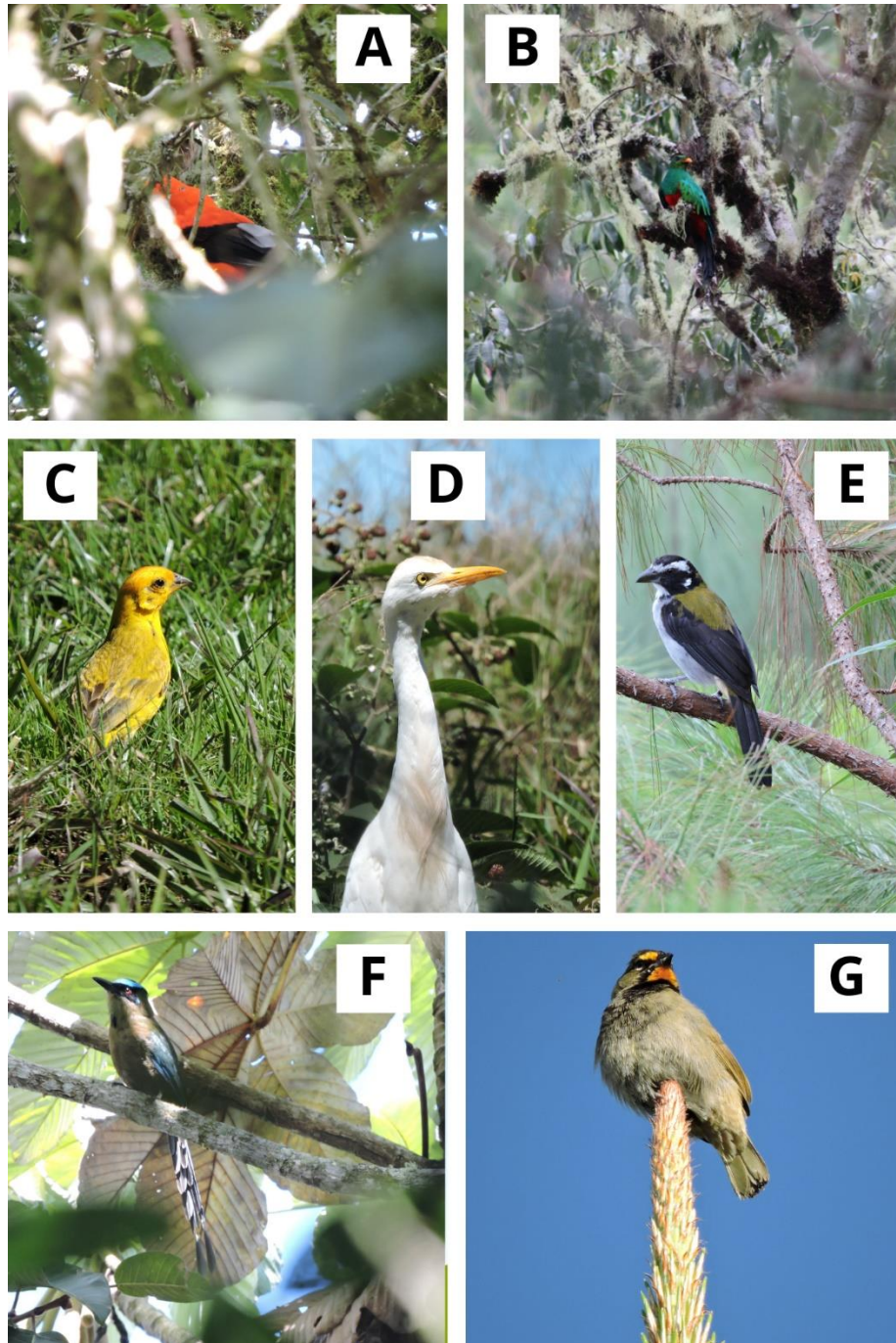
Nota. A= Individuo de la especie *Coeligena coeligena* atrapado en red de niebla en el subnúcleo Alturas, B= Individuo de la especie *Pyrrhomyas cinnamomeus* (*pyrrhopterus*) capturado en red de niebla en el subnúcleo Roblebonito, C-D-F= Preparación de red de niebla para captura de aves, E=

Individuo de la especie *Atlapetes albinucha (gutturalis)* en red de niebla subnúcleo Roblebonito,

G= Avistamiento de aves en el subnúcleo Alturas

Apéndice K.

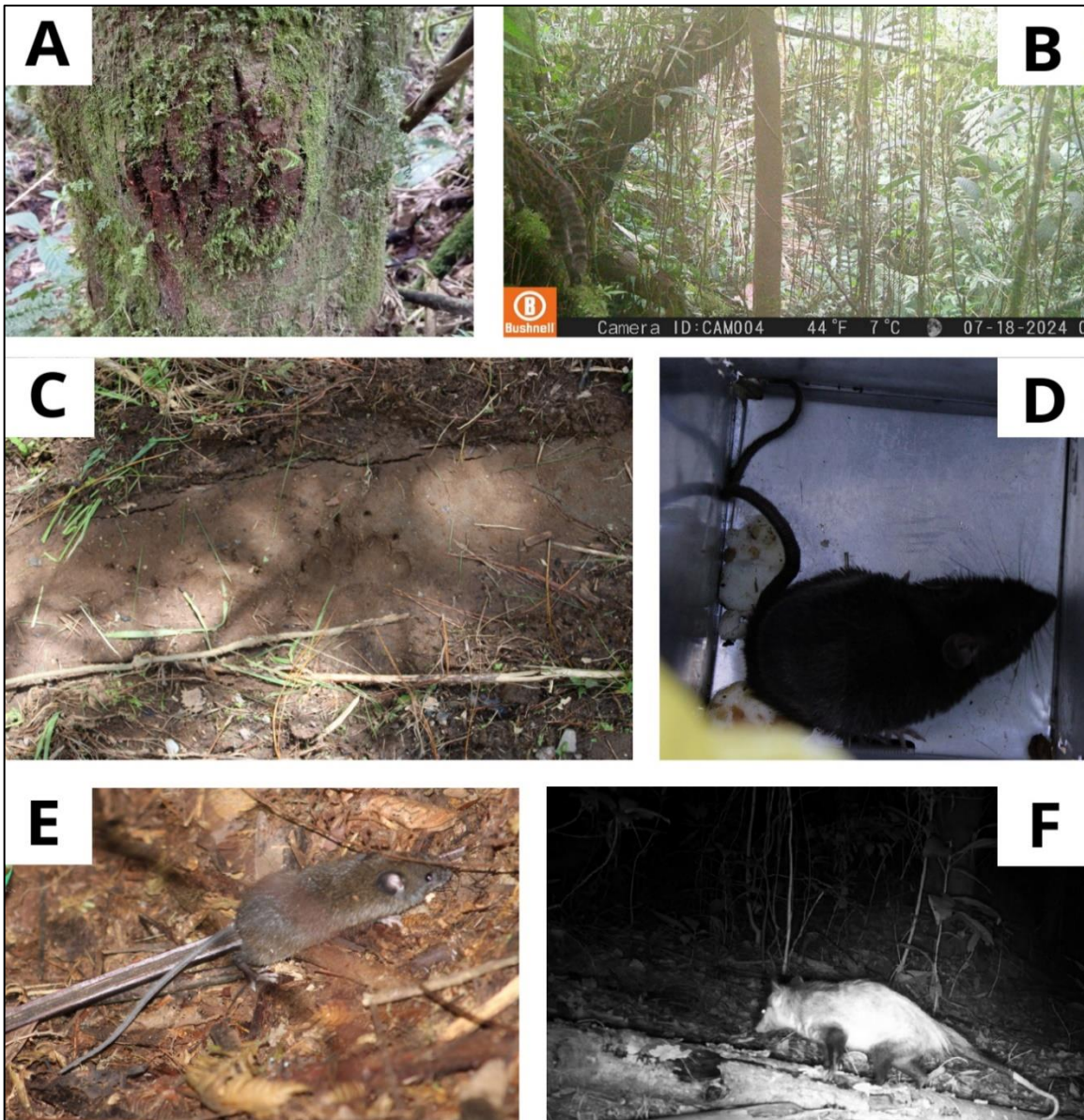
Aves observadas en puntos de radio fijo



Nota. A= *Rupicola peruvianus* (*sanguinolentus*), B= *Pharomachrus auriceps* (*auriceps*), C= *Sicalis flaveola* (*flaveola*), D= *Bubulcus ibis* (*ibis*), E= *Saltator atripennis* (*atripennis*), F= *Momotus aequatorialis*, G= *Tiaris olivaceus*.

Apéndice L.

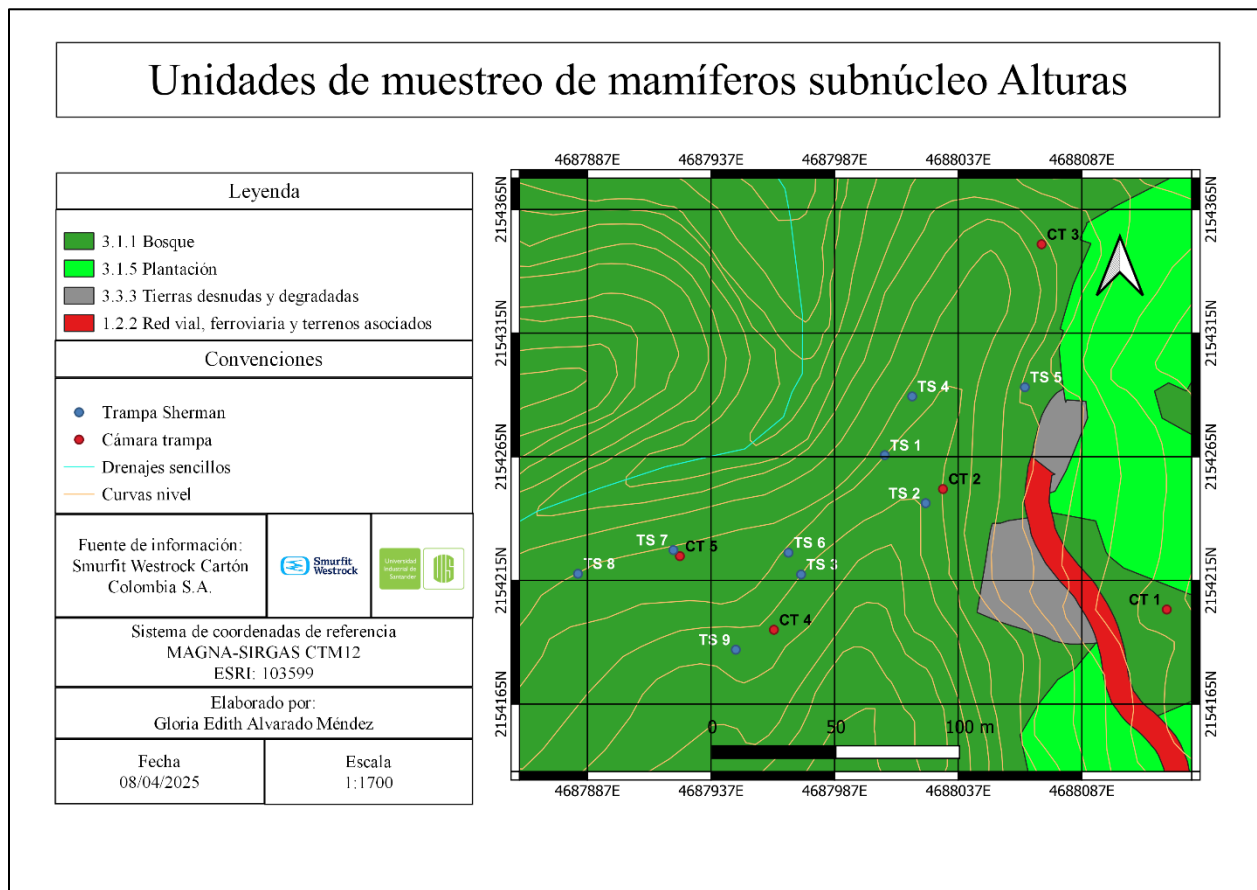
Métodos muestreo de mamíferos



Nota. A= Marca de oso de anteojos en el subnúcleo Roblebonito, B= Tigrillo (*Leopardus tigrinus*) observado en cámara trampa en el subnúcleo Yanahuanca, C= Huella de oso de anteojos encontrada en subnúcleo Roblebonito, D-E= Especímenes capturados en Trampa Sherman, F= Zarigüeya observada en cámara trampa en el subnúcleo Alturas.

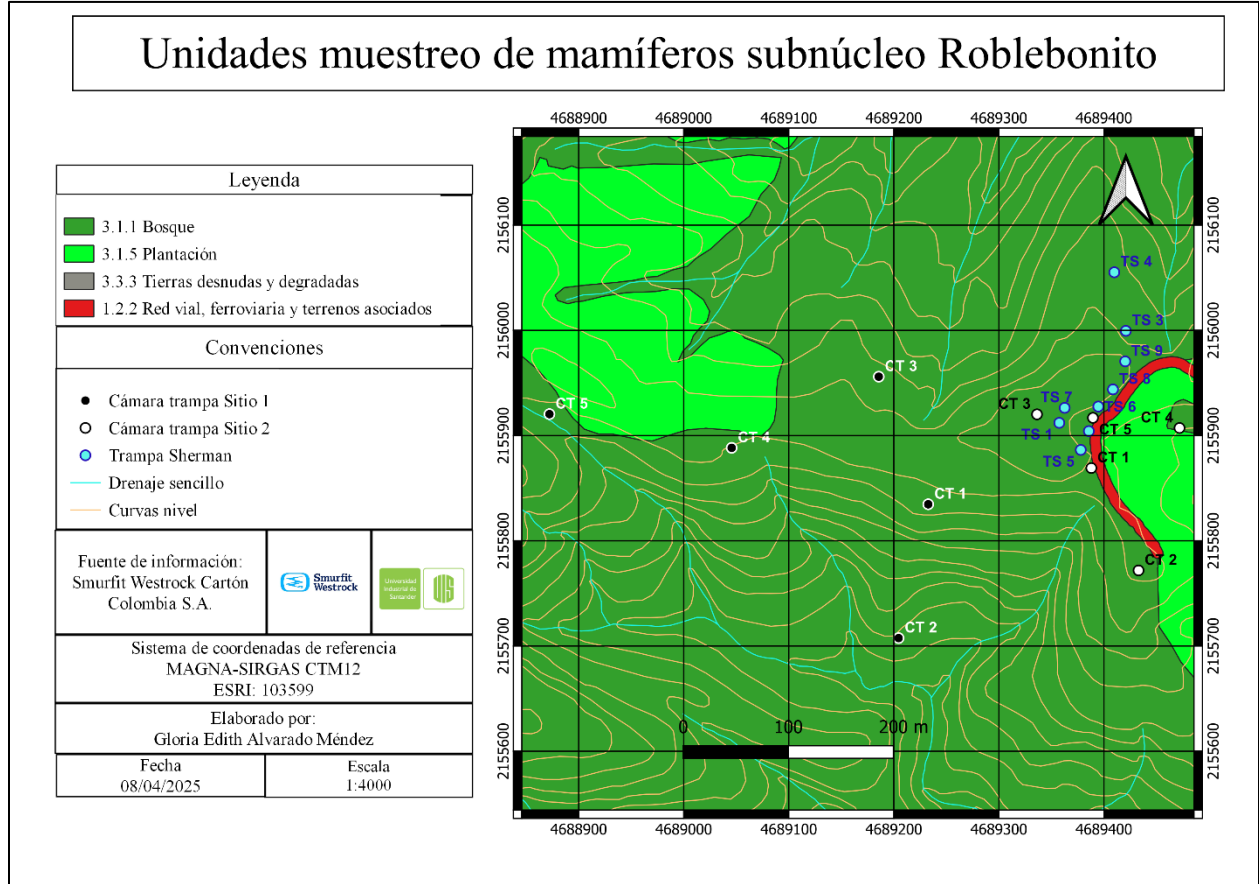
Apéndice M.

Ubicación unidades de muestreo de mastofauna subnúcleo Alturas



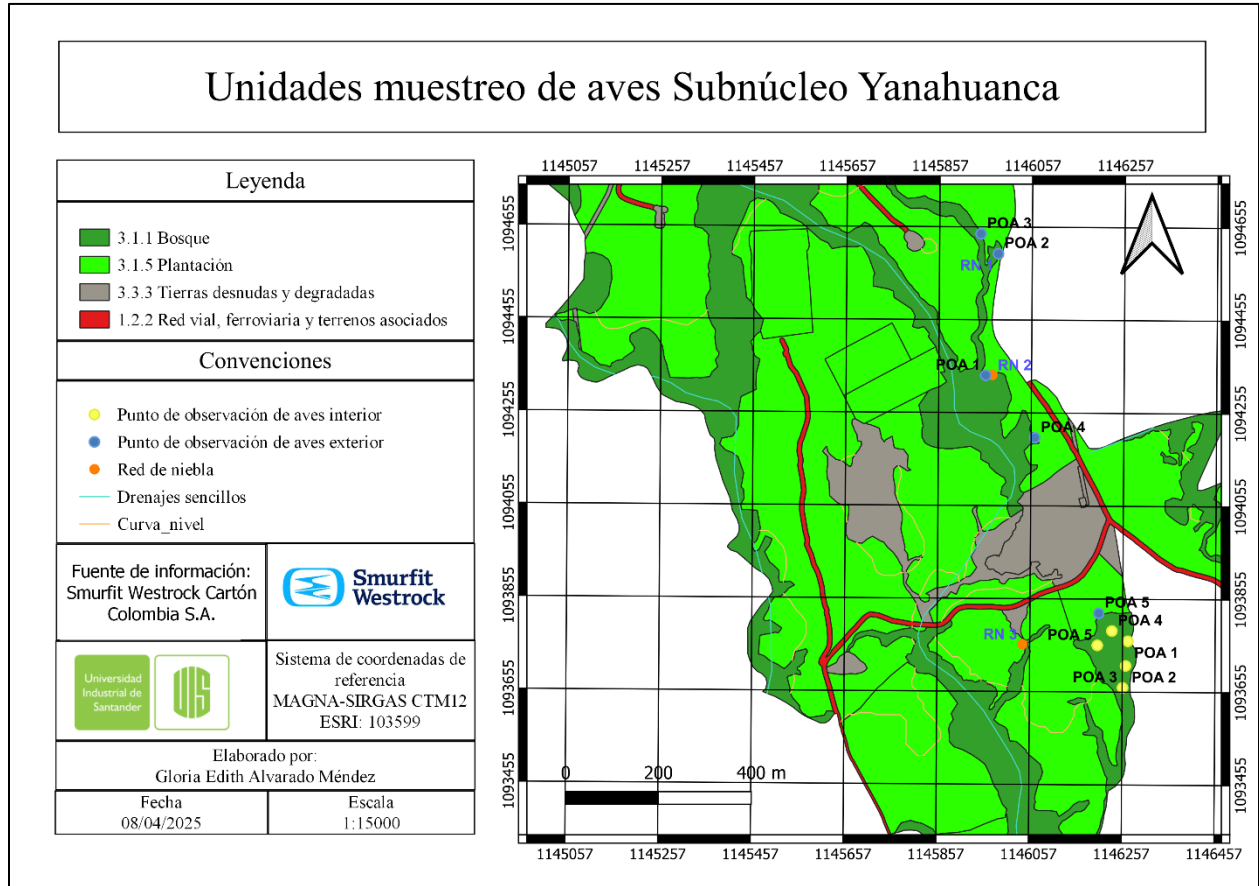
Apéndice N.

Ubicación unidades de muestreo de mastofauna subnúcleo Roblebonito



Apéndice O.

Ubicación unidades de muestreo de avifauna subnúcleo Yanahuanca



Apéndice P.

Ubicación unidades de muestreo de mastofauna subnúcleo Yanahuanca

