



**CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA EN LA RESERVA NATURAL EL RUBÍ EN LA
VEREDA SANTA MARTA, MUNICIPIO DE SANTA ROSA, CAUCA**

Blgo., Juan Fernando Revelo
Grupo de investigación en recursos naturales amazónicos
Dept., Ing ambiental

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
INGENIERÍA AMBIENTAL

2025

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA EN LA RESERVA NATURAL EL RUBÍ EN LA VEREDA SANTA MARTA, MUNICIPIO DE SANTO ROSA, CAUCA

Auxiliares de investigación: *Lenys M. Cabezas., Karen S. Chindoy., Luis A. Cifuentes., Brady Y. Andrade., Jessica D. Flores., Marlen A. Robles., Juan C. Rojas., Alejandro E., Burgos., Valeria A. Bastidas., Yeri A. Cerón., Darwin D. Cifuentes., Natalia A Urbano., Yaderli T. Cortez., Karen J. Hurtado., Miller A. Pinta., Luis A. Calpa., Yeison E. Ortega., Jesica E. Orozco., Xiomar G. Estrella., Daira A. Diaz., Lizbeth Y. Maya., Janethcy B. Maya, Adriana L. Bustos., Maicol Y. Salgado., Jhon B. Barros., Gooberman Y. Morales., Andrés F. Perez*

Semillero de investigación en ecología y estudios ambientales (SIRGEAM)



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
INGENIERÍA AMBIENTAL**

2025

AUXILIARES DE INVESTIGACIÓN

Semillero de investigación en ecología y estudios ambientales (SIRGEAM)
Programa ingeniería ambiental

Lenys Maryuri Cabezas



Jessica Daniela Florez



Yaderly Tatiana Cortez



Jesica Elena Orozco



Valeria Alejandra Bastidas



Marlen Alexandra Robles



Xiomar Gisella Estrella Cobete



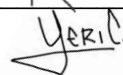
Eduardo Alejandro Burgos



Karen Sofia Chindoy Jansasoy



Yeri Alejandra Cerón



Karen Juliana Hurtado



Brady Yasnile Andrade



Maya Gueniz Janethcy Britney



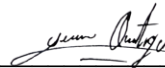
Luis Alejandro Calpa Inchuchala



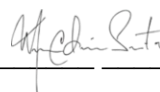
Luis Alejandro Cifuentes Gómez



Yeison Esneider Ortega



Miller Andrés Pinta Cañar



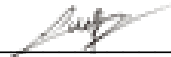
Darwin David Cifuentes Ordóñez



Juan Carlos Rojas Obando



Adriana Lucia Bustos Cuyato



Daira Alexandra Diaz Ruano



Lizbeth Yuliana Maya Arenas



Jhon Bairon Barros Benavides



Yasmani Gooberman Morales



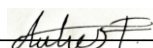
Natalia Alejandra Urbano



Maicol Yessid Salgado Vallejos



Andres Felipe Perez



RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	5
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos	9
JUSTIFICACIÓN.....	10
MARCO REFERENCIAL.....	11
Marco contextual	11
Aspectos sociales	12
Aspectos culturales	13
Aspectos ambientales.....	13
Marco Teórico.....	14
Marco conceptual.....	16
Marco Legal	20
METODOLOGÍA.....	23
Zona de estudio	23
Caracterización de mamíferos.....	24
Estaciones de muestreo	25
Caracterización herpetológica.....	29
Caracterización de anfibios.....	30
Caracterización de reptiles.....	31
Caracterización Ictiológica	34
Caracterización de macroinvertebrados acuáticos	36
Caracterización ornitológica	38
Caracterización Botánica	39
Caracterización Entomológica	41
Métodos de muestreo	42
RESULTADOS	45
Caracterización de mamíferos.....	45
Mamíferos voladores	45
Mamíferos terrestres	45
Huellas de mamíferos	48
Caracterización de entomología.....	51
Caracterización botánica.....	62
Índice de Jacknife de primer orden.....	65
Caracterización de herpetología.....	65
Caracterización de avifauna.....	71

Caracterización de limnología	87
Caracterización de ictiología	91
DISCUSIÓN	94
AGRADECIMIENTOS.....	100
BIBLIOGRAFÍA.....	101

RESUMEN

La Reserva Natural El Rubí, situada en la vereda Santa Martha del municipio de Santa Rosa, Cauca, es un territorio estratégico para la conservación debido a sus condiciones ecológicas y a su ubicación en la bota caucana, una región caracterizada por su alta riqueza biológica. Sin embargo, pese a su importancia ambiental, la reserva carece de estudios recientes y sistemáticos que permitan conocer con precisión la composición y estado de su biodiversidad. La ausencia de esta información limita la comprensión del estado real del ecosistema y genera vacíos sobre la distribución y comportamiento de los grupos biológicos presentes (Ríos-Molano et al; 2023).

Las dificultades históricas del territorio, especialmente las asociadas al conflicto armado, han impedido el acceso y restringido por décadas el desarrollo de investigaciones científicas. Asimismo, la limitada presencia de instituciones académicas y ambientales ha dificultado la construcción de líneas base, la implementación de programas de monitoreo y la toma de decisiones informadas sobre la conservación. Sin estos estudios, es imposible establecer estrategias de manejo adecuadas que respondan a la realidad ecológica del área, dejando a la biodiversidad de la reserva en un escenario de vulnerabilidad e invisibilización (Ríos-Molano et al; 2023).

El presente estudio tuvo como objetivo la caracterización biológica integral de la Reserva Natural El Rubí, ubicada en la vereda Santa Marta del municipio de Santa Rosa, Cauca, con el fin de establecer una línea base sobre su estado de conservación y funcionalidad ecológica. El muestreo se desarrolló mediante una estrategia metodológica integral que incluyó el estudio de mastozoología, entomología, botánica, herpetofauna y lepidopterofauna, empleando técnicas estandarizadas como observación directa, registro de huellas, trampas pitfall, colecta manual, parcelas botánicas y métodos específicos para insectos y mamíferos.

En el componente mastozoológico, se registraron mamíferos voladores como *Carollia perspicillata*, especie clave en la dispersión de semillas, así como mamíferos terrestres de gran importancia ecológica, entre ellos *Tapirus terrestris*, *Leopardus tigrinus*, *Pecari tajacu*, *Didelphis* sp y *Conepatus semistriatus*, evidenciados mediante huellas y rastros. La presencia de estas especies indica la conservación de corredores biológicos funcionales y coincide con lo reportado para bosques tropicales bien conservados, donde los grandes mamíferos actúan como reguladores ecológicos y dispersores de semillas (Garnett et al., 2018).

El análisis entomológico evidenció una alta diversidad, con 546 individuos pertenecientes a 49 taxones, dominados por escarabajos coprófagos (*Eurysternus foedus*, *Onthophagus acuminatus*) y hormigas (*Pachycondyla crassinoda*), organismos esenciales en los procesos de descomposición de materia orgánica, reciclaje de nutrientes y estructuración del suelo (Halffter & Matthews, 1966; Nichols et al., 2008). El Índice de Diversidad de Simpson ($1 - D = 0.87$) indica una diversidad entomológica alta, típica de ecosistemas con buena estabilidad ecológica y baja perturbación antrópica (Magurran, 2004). La coexistencia de especies dominantes con un

elevado número de taxones de baja abundancia refleja una estructura comunitaria compleja y funcional (Begon et al; 2006).

Asimismo, los registros de Lepidoptera y Odonata mostraron alta riqueza específica y baja abundancia individual, patrón característico de ecosistemas conservados con alta heterogeneidad de microhábitats. La presencia de esfíngidos polinizadores y libélulas asociadas a cuerpos de agua confirma condiciones ambientales favorables y buena calidad ecológica del hábitat (Magurran, 2004; Begon et al., 2006).

En el componente botánico, la composición florística estuvo dominada por las familias Melastomataceae, Rubiaceae y Piperaceae, típicas de bosques húmedos tropicales y asociadas a procesos de regeneración ecológica, provisión de recursos tróficos y mantenimiento de la estructura del bosque. Este patrón coincide con lo reportado para ecosistemas tropicales con alta complejidad estructural y diversidad florística (Instituto Humboldt, 2021).

Los registros de anfibios y reptiles, obtenidos principalmente en zonas con alta humedad, abundante hojarasca y cobertura vegetal densa, evidencian una fauna herpetológica dependiente de microhábitats bien conservados. Este resultado es consistente con estudios que señalan a la herpetofauna como un grupo altamente sensible a cambios ambientales, y por tanto, un indicador confiable del estado de conservación del ecosistema (IPBES, 2019).

En conjunto, los resultados indican que la Reserva Natural El Rubí presenta un alto valor ecológico, con comunidades biológicas diversas, procesos ecosistémicos activos y una estructura funcional compleja. Estos hallazgos son coherentes con estudios nacionales e internacionales que destacan que los territorios con baja intervención mantienen mayores niveles de biodiversidad y resiliencia ecológica (Instituto Humboldt, 2021; IPBES, 2019; Garnett et al; 2018). El estudio constituye una línea base fundamental para futuros programas de monitoreo, conservación y gestión ambiental, y posiciona a la Reserva Natural El Rubí como un refugio clave de biodiversidad en el suroccidente colombiano.

Palabras clave: *Avifauna, Biodiversidad, Botánica, Bosque húmedo tropical, Conservación ecológica, Entomología, Limnología, Mastozoología, Reserva Natural El Rubí.*

ABSTRACT

The El Rubí Natural Reserve, located in the Santa Martha village of Santa Rosa municipality, Cauca (Colombia), represents a strategic territory for biodiversity conservation due to its ecological conditions and its location within the “Bota Caucana”, a region recognized for its high biological richness. Despite its environmental importance, the reserve has historically lacked recent and systematic biological studies, largely as a consequence of prolonged armed conflict and limited institutional presence, which has restricted scientific access and hindered the development of baseline information for biodiversity monitoring and management.

This study aimed to conduct an integrated biological characterization of the El Rubí Natural Reserve in order to establish a baseline on its conservation status and ecological functionality. The methodology included standardized sampling of mastofauna, entomofauna, botany, herpetofauna and lepidopterofauna, using direct observations, footprint and track records, pitfall traps, manual collection, botanical plots and group-specific sampling techniques.

The mastozoological component recorded volant mammals such as *Carollia perspicillata*, a key seed disperser, as well as ecologically important terrestrial mammals including *Tapirus terrestris*, *Leopardus tigrinus*, *Pecari tajacu*, *Didelphis* sp. and *Conepatus semistriatus*, identified through tracks and signs. The presence of these species indicates functional biological corridors and is consistent with patterns reported for well-conserved tropical forests, where large mammals play a critical role in ecosystem regulation and seed dispersal (Garnett et al., 2018).

Entomological analyses revealed high diversity, with 546 individuals belonging to 49 taxa, dominated by dung beetles (*Eurysternus foedus*, *Onthophagus acuminatus*) and ants (*Pachycondyla crassinoda*), which are essential for organic matter decomposition, nutrient cycling and soil structuring (Halffter & Matthews, 1966; Nichols et al., 2008). The Simpson Diversity Index ($1 - D = 0.87$) indicates high entomological diversity, characteristic of ecologically stable systems with low anthropogenic disturbance (Magurran, 2004). Additionally, Lepidoptera and Odonata exhibited high species richness with low individual abundance, a pattern associated with conserved ecosystems and high microhabitat heterogeneity (Begon et al., 2006).

Floristic composition was dominated by the families Melastomataceae, Rubiaceae and Piperaceae, typical of humid tropical forests and closely linked to regeneration processes, trophic resource availability and forest structural integrity, consistent with reports for structurally complex tropical ecosystems (Instituto Humboldt, 2021). Records of amphibians and reptiles, mainly in humid areas with dense vegetation and leaf litter, further support the

presence of well-preserved microhabitats and corroborate the sensitivity of herpetofauna as reliable indicators of ecosystem conservation status (IPBES, 2019).

Overall, the results demonstrate that the El Rubí Natural Reserve harbors high ecological value, characterized by diverse biological communities, active ecosystem processes and complex functional structure. These findings align with national and international studies highlighting that low-intervention territories maintain higher levels of biodiversity and ecological resilience (Instituto Humboldt, 2021; IPBES, 2019; Garnett et al., 2018). This study provides a fundamental baseline for future monitoring, conservation planning and environmental management, positioning the El Rubí Natural Reserve as a key biodiversity refuge in southwestern Colombia.

Keywords: *Avifauna, Biodiversity, Botany, Ecological conservation, Entomology, Humid tropical forest, Limnology, Mastozoology, El Rubí Natural Reserve.*

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad constituye uno de los pilares esenciales para el funcionamiento y la estabilidad de los ecosistemas, especialmente en regiones de alta riqueza biológica como el suroccidente colombiano. En este contexto, la Reserva Natural El Rubí, ubicada en la vereda Santa Martha del municipio de Santa Rosa, Cauca, se configura como un espacio estratégico para la conservación debido a sus condiciones geográficas, climáticas y ecológicas que favorecen la presencia de múltiples grupos de flora y fauna. Al encontrarse en la zona conocida como la bota caucana, esta reserva forma parte de un territorio con una notable diversidad biológica y un gran potencial ecológico, cuya importancia aún no ha sido documentada de manera integral. A pesar de su relevancia ecológica, la Reserva Natural El Rubí carece de estudios actualizados y sistemáticos que describen la composición y estado de su biodiversidad. Esta falta de información genera vacíos en el conocimiento sobre la riqueza, distribución y comportamiento de los grupos biológicos presentes, lo que limita la comprensión del estado real de conservación del ecosistema (Ríos-Molano et al., 2023).

En la región de la bota caucana, los desafíos para contar con información científica han sido históricamente profundos. Durante décadas, el conflicto armado restringe el acceso a gran parte del territorio, lo que impidió la realización de investigaciones ecológicas, limitó la presencia institucional y dificulta la documentación de la biodiversidad local. A esto se suma la escasa participación y articulación de instituciones como universidades, corporaciones ambientales y organizaciones científicas, que han mostrado un interés limitado en desarrollar proyectos continuos de monitoreo, investigación y conservación en esta zona del Cauca. La ausencia de estas iniciativas ha mantenido invisibilizado el potencial biológico de la reserva, así como las amenazas que enfrenta. Además, la falta de proyectos de investigación y programas de conservación que beneficien directamente a la Reserva Natural El Rubí dificulta la implementación de estrategias de manejo y la toma de decisiones fundamentadas. Sin una línea base que caracterice adecuadamente la diversidad de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, insectos, macroinvertebrados acuáticos, peces y plantas, es imposible diseñar planes de manejo efectivos y proponer acciones de conservación acordes con la realidad ecológica de este territorio. En conjunto, estas limitaciones perpetúan un escenario en el que la biodiversidad de la reserva continúa poco comprendida, subestimada y vulnerable, evidenciando la necesidad urgente de realizar investigaciones integrales que permitan conocer y proteger los ecosistemas de la bota caucana.

La caracterización de la biodiversidad en áreas naturales representa una herramienta esencial para el monitoreo ecológico, la gestión sostenible del territorio y la evaluación del estado de conservación de sus ecosistemas. La Reserva Natural El Rubí constituye un espacio con potencial biológico significativo, pero la ausencia de estudios detallados limita el reconocimiento científico y la implementación de acciones de protección basadas en evidencia. Realizar una evaluación integral de su biodiversidad permitirá identificar especies clave, determinar la calidad ecológica de sus ambientes, reconocer amenazas potenciales y establecer

una base científica que respalde procesos de conservación, educación ambiental y ordenamiento territorial (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020; Corpoamazonia, 2019). Por tanto, este estudio no solo contribuye al conocimiento científico, sino que fortalece la gestión ambiental local y regional. Caracterizar la diversidad biológica de la Reserva Natural El Rubí mediante el estudio de plantas, aves, mamíferos, anfibios, reptiles, insectos, macroinvertebrados acuáticos y peces, con el fin de establecer una línea base que contribuya al manejo, conservación y comprensión integral del ecosistema.

En este sentido, el desarrollo del estudio ofrece un recorrido que permite comprender gradualmente la complejidad ecológica de la Reserva Natural El Rubí, revelando tanto su riqueza biológica como los desafíos que enfrenta. A medida que se avanza en el análisis, se despliegan los elementos necesarios para apreciar la importancia de cada grupo biológico y su papel dentro del ecosistema, lo que abre la posibilidad de reconocer el valor real que poseen estos territorios y la urgencia de fortalecer las acciones de conservación en la bota caucana.

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar la diversidad biológica presente en la Reserva Natural El Rubí mediante el estudio de plantas, aves, mamíferos, anfibios y reptiles, insectos, peces y macroinvertebrados acuáticos con el fin de obtener una línea base para su conservación y manejo ecológico en la vereda Santa Marta del municipio de Santa Rosa, Cauca.

Objetivos específicos

1. Identificar y registrar la diversidad de aves, mamíferos, anfibios, reptiles, peces, insectos, macroinvertebrados acuáticos y plantas presentes en la Reserva Natural El Rubí.
2. Caracterizar los hábitats y condiciones ambientales que influyen en la presencia y composición de los diferentes grupos biológicos evaluados, analizando patrones ecológicos y posibles zonas de alta importancia para la conservación.
3. Evaluar el estado general de la biodiversidad mediante el análisis comparativo entre los grupos taxonómicos estudiados, generando información base que permita orientar estrategias de manejo, protección y monitoreo en la Reserva Natural El Rubí.

JUSTIFICACIÓN

La caracterización biológica de la Reserva Natural El Rubí es necesaria para establecer una línea base ecológica confiable que permita describir la composición, estructura y funcionalidad de los elementos bióticos presentes en el territorio. En la actualidad, la zona carece de datos sistemáticos que permitan evaluar su estado de conservación, identificar tendencias poblacionales o determinar el nivel de integridad ecológica de sus ecosistemas. La ausencia de esta información limita la capacidad de los gestores ambientales para formular diagnósticos precisos y planes de manejo fundamentados, tal como advierten Primack (2019) y los lineamientos del IPBES (Díaz et al., 2019).

Desde una perspectiva metodológica, la caracterización se sustenta en la necesidad de aplicar protocolos estandarizados de monitoreo biológico, que permitan obtener datos robustos y comparables sobre grupos taxonómicos clave, entre ellos: flora, avifauna, mamíferos, herpetofauna, peces, insectos y macroinvertebrados acuáticos. La implementación de estos protocolos, reconocidos por la literatura técnica (Turner et al., 2015; CBD, 2020), garantiza la recopilación de información objetiva mediante muestreos estratificados, transectos, parcelas permanentes, redes de niebla, trampas de captura, métodos de pesca autorizados y técnicas de colecta acuática. La generación de esta línea base permitirá calcular indicadores ecológicos como diversidad alfa y beta, riqueza esperada, índices de calidad ecológica, métricas de paisaje y parámetros funcionales, los cuales son esenciales para evaluar el comportamiento del ecosistema frente a presiones antrópicas y variaciones ambientales. Además, la información recopilada será un insumo fundamental para el análisis espacial con herramientas SIG, facilitando la delimitación de zonas prioritarias, el reconocimiento de patrones de fragmentación y el establecimiento de corredores ecológicos.

En el ámbito de la gestión ambiental, los resultados permitirán apoyar la toma de decisiones por parte de autoridades locales y regionales mediante la identificación de amenazas, la priorización de acciones de conservación y la formulación de estrategias de restauración. El estudio, por tanto, no solo contribuye al conocimiento científico, sino que fortalece la planificación territorial y la gestión del recurso hídrico en concordancia con los estándares internacionales de conservación establecidos por el Convenio de Diversidad Biológica (CBD, 2020).

MARCO REFERENCIAL

Marco contextual

El municipio de Santa Rosa se localiza en el sur del departamento del Cauca, Colombia, en la región conocida como la bota caucana, en el piedemonte andino-amazónico. Es un territorio de alta importancia ecológica, caracterizado por su gran biodiversidad, presencia de áreas protegidas y ecosistemas estratégicos como páramos y bosques húmedos. El territorio se encuentra ubicado en una zona privilegiada del país, sobre la línea del Ecuador, específicamente a 1° 42' N y 76° 34' O. En total, abarca una extensión cercana a los 3.198 km², dentro de los cuales despliega una sorprendente diversidad de paisajes.

La región presenta una ubicación estratégica dentro del suroccidente colombiano. Al norte, su límite está definido por el municipio de San Sebastián en el departamento del Cauca. Hacia el oriente, el territorio se proyecta hacia los departamentos del Huila y Caquetá, donde confluyen dinámicas andinas y amazónicas. Por el sur, establece frontera con el departamento del Putumayo, con el cual mantiene una estrecha relación geográfica y sociocultural. Finalmente, al occidente, colinda con el municipio de Bolívar (Cauca) y con los departamentos de Nariño y Putumayo, configurando un espacio de transición entre la cordillera y las zonas de influencia amazónica.

La vereda Santa Marta es uno de los corregimientos del municipio de Santa Rosa, ubicado en la zona de la bota caucana. Esta área es de especial relevancia para el proyecto por sus características socio ambientales, productivas y culturales. El corregimiento de Santa Marta se localiza en la media bota caucana, una zona caracterizada por su compleja geografía y su diversidad ambiental. Su principal vía de acceso es la carretera nacional 45-03, una ruta estratégica que articula el territorio con los departamentos del Huila y Putumayo, facilitando el intercambio regional y la movilidad de bienes y personas.

Geográficamente, el corregimiento se sitúa en un valle interandino con marcada influencia de la Serranía de los Churumbelos, un sistema montañoso conocido por su biodiversidad y su papel en la transición entre ecosistemas andinos y amazónicos. Además, su proximidad al río Caquetá refuerza la importancia ambiental y socioeconómica del área, al constituirse en un eje hídrico fundamental para las comunidades locales.

La zona se caracteriza por una población mayoritariamente perteneciente al pueblo indígena Yanacona, complementada por comunidades campesinas que han consolidado formas tradicionales de ocupación y uso del suelo. Destaca la presencia del Resguardo Indígena Yanacona Santa Marta, cuya estructura organizativa y territorialidad inciden directamente en los procesos comunitarios y en la gestión del entorno. La economía local se sustenta en prácticas agropecuarias principalmente el cultivo de plátano, maíz y yuca, junto con actividades ganaderas y en el emergente sector del aviturismo, impulsado por la riqueza biológica del área.

No obstante, la zona presenta limitaciones en infraestructura educativa y de salud, lo que configura desafíos en términos de bienestar y acceso a servicios básicos.

Desde el componente ambiental y de biodiversidad, el territorio se ubica en una región de altísima riqueza ecológica, albergando registros superiores a 1.033 especies de aves, lo cual lo posiciona como un punto estratégico para la conservación y la observación de fauna. Su proximidad al Parque Nacional Natural Serranía de los Churumbelos refuerza su valor ecológico, al encontrarse inmerso en un corredor biológico que conecta ecosistemas andinos y amazónicos. Asimismo, el área cuenta con ecosistemas estratégicos, entre ellos bosques húmedos y zonas de amortiguación del páramo, esenciales para la regulación climática y la provisión de servicios ecosistémicos. La presencia de múltiples microcuencas que drenan hacia el río Caquetá otorga a este territorio una significativa oferta hídrica, fundamental tanto para las comunidades como para los procesos ecológicos regionales.

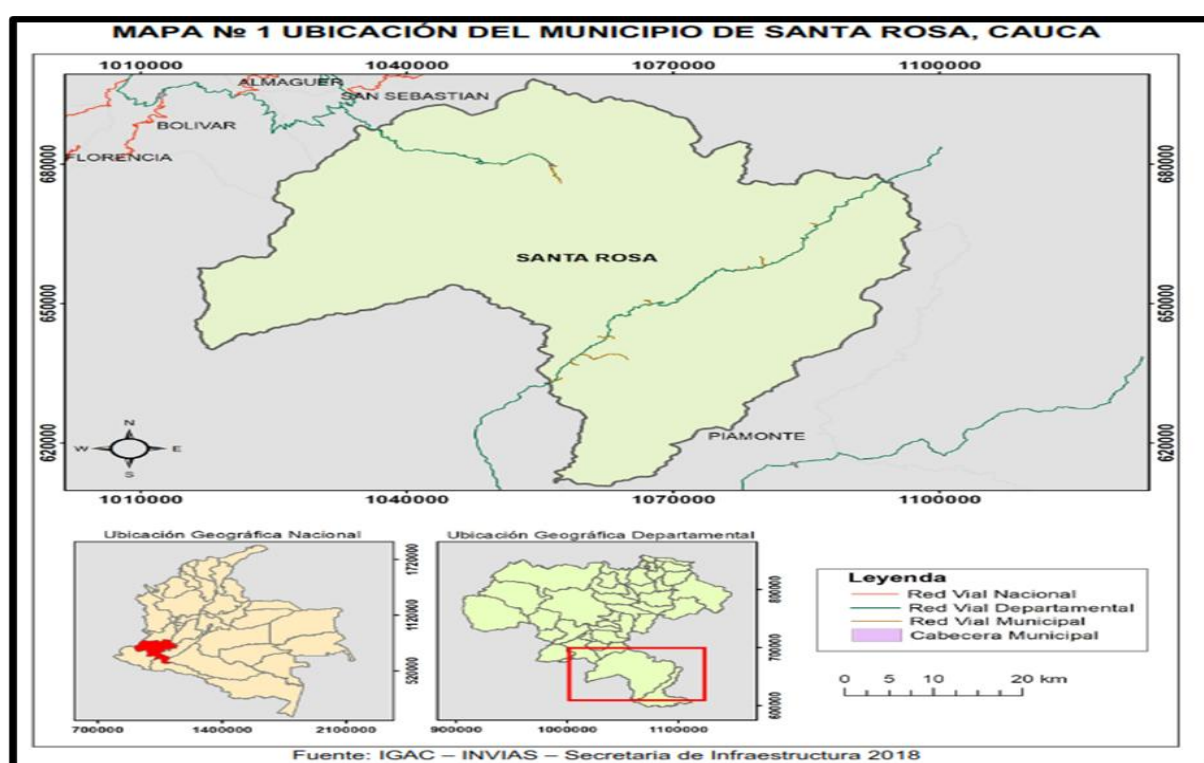


Figura 1. Mapa de ubicación y delimitación del municipio de Santa Rosa, Cauca

Aspectos sociales

La comunidad está conformada por familias que sustentan su vida en la agricultura de pancoger, ganadería de baja escala, piscicultura y sistemas agroforestales. La Asociación Agroambiental La Palmera lidera la organización interna, la planificación territorial y la titulación colectiva, fortaleciendo la unidad comunitaria y los procesos de gobernanza local.

Las dinámicas sociales se caracterizan por:

- Baja densidad poblacional y dispersión de viviendas
- Dependencia directa de recursos naturales (suelo, agua y bosque)
- Acceso limitado a vías, servicios públicos y conectividad
- Economías familiares mixtas
- Prácticas colaborativas como mingas y asambleas comunitarias

Aspectos culturales

La cultura local integra elementos campesinos mestizos, prácticas indígenas y aportes afrodescendientes. Entre sus rasgos más significativos se destacan:

- Arraigo territorial y transmisión de saberes agrícolas
- Celebraciones religiosas y encuentros comunitarios
- Uso tradicional de plantas medicinales, semillas nativas y técnicas agroecológicas
- Valores comunitarios como solidaridad, reciprocidad y respeto por los mayores

Estas expresiones culturales orientan la gestión colectiva del territorio y fortalecen la identidad campesina ligada al bosque y al agua.

Aspectos ambientales

La bota caucana presenta una marcada diversidad climática debido a sus variaciones de altitud. En el piedemonte amazónico predominan temperaturas cálidas entre 24°C y 28°C, mientras que en las zonas intermedias el clima es templado y húmedo, con valores entre 18°C y 24°C. En las áreas más elevadas, cercanas a ambientes montanos, las temperaturas pueden descender hasta los 12°C. La región se distingue por altos niveles de precipitación, que pueden superar los 4.500 mm anuales, una humedad relativa entre 80% y 95% y nubosidad persistente, condiciones que favorecen el desarrollo de bosques húmedos y de niebla.

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el territorio de la Reserva Natural El Rubí abarca desde el bosque muy húmedo Tropical en las zonas bajas, pasando por el bosque muy húmedo Premontano en las áreas de transición, hasta el bosque muy húmedo Montano Bajo en las zonas más altas. Esta diversidad ecológica sustenta una flora rica en epífitas, orquídeas, bromelias, helechos arborescentes y árboles emergentes, presentes tanto en bosques secundarios como en remanentes de bosque primario y sistemas agroforestales.

La fauna es igualmente variada y refleja la influencia andino-amazónica, con múltiples especies de aves, pequeños y medianos mamíferos, anfibios, reptiles e insectos polinizadores. Las quebradas, nacederos y microcuencas que alimentan al río Caquetá constituyen ecosistemas estratégicos que garantizan el abastecimiento hídrico y la conectividad ecológica.

El paisaje incluye coberturas en diferentes estados sucesionales y suelos fértiles de origen volcánico y aluvial, aptos para prácticas agroecológicas. La comunidad de Santa Marta, junto con el pueblo indígena Yanacona, ha desarrollado acciones de conservación como la protección de nacederos, la reforestación con especies nativas, el manejo responsable de residuos y el turismo de naturaleza, fortaleciendo la conservación y el manejo comunitario del territorio.

Marco Teórico

A escala global, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), a través de su equipo de evaluación y conocimiento de la biodiversidad, lidera uno de los esfuerzos más robustos y sistemáticos para la evaluación del estado de conservación de la biota mundial. Actualmente, la Lista Roja de la UICN gestiona información detallada de más de 172.600 especies, cifra que se proyecta en crecimiento sostenido en los próximos años como resultado de la expansión de los programas de evaluación taxonómica y regional. De este total, más de 166.800 especies cuentan con documentación científica sólida que respalda aspectos clave como su ecología, tamaño y tendencias poblacionales, amenazas, medidas de conservación y niveles de aprovechamiento, mientras que más de 145.800 especies disponen de mapas de distribución geográfica validados (UICN, 2025). Para el 2025, las especies documentadas por la UICN, integrando una base de datos técnica sobre ecología y distribución geográfica que fundamenta las estrategias de conservación global.

Plantas: La Lista Roja de la UICN incluye más de 76.800 especies de plantas, lo que representa alrededor del 18% de las plantas conocidas del mundo. La UICN continúa llevando a cabo una serie de proyectos de evaluación, incluida la participación en los esfuerzos nacionales de la Lista Roja (UICN, 2025).

Especies de agua dulce: El reino de agua dulce es increíblemente rico en especies y alberga más del 10% de todas las especies conocidas y el 30% de los vertebrados, a pesar de cubrir menos del 1% de la superficie de la Tierra. También alberga hábitats y especies de gran valor para las comunidades humanas en términos de provisión de medios de vida y servicios ecosistémicos (UICN, 2025).

Reptiles: En 2022 se completó la primera evaluación integral de todas las especies de reptiles, lo que ha ayudado a llenar este vacío. La finalización de las evaluaciones mundiales de reptiles significa que la Lista Roja de la UICN ahora incluye evaluaciones de todos los vertebrados terrestres. Actualmente se está trabajando para reevaluar este grupo, con el objetivo de calcular un índice de la Lista Roja para reptiles (UICN, 2025).

Invertebrados: El grupo taxonómico más grande del reino animal, se estima que alrededor del 97% de todos los animales son invertebrados. Pero actualmente los invertebrados representan sólo el 31% de todas las evaluaciones de animales en la Lista Roja de la UICN.

Hongos: Aunque los hongos son uno de los grupos con mayor biodiversidad del mundo, también son los taxones menos representados en la Lista Roja de la UICN. En 2025, el número

de evaluaciones de especies de hongos publicadas en la Lista Roja aumentó a más de 1.000, pero esto todavía representa menos del 5% de este importante reino.

Colombia es reconocido como uno de los países megadiversos del mundo. De acuerdo con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2021), el país alberga alrededor del 10% de la biodiversidad mundial, lo que incluye una alta proporción de especies endémicas. Esta diversidad está distribuida en ecosistemas estratégicos como los bosques húmedos tropicales, sabanas, páramos y zonas de piedemonte, entre otros.

La bota caucana es uno de los refugios de vida silvestre más importantes de Colombia. En cuanto a las aves, alberga aproximadamente 1.000 especies registradas. Los peces también tienen una gran presencia, ya que el río Cauca, que atraviesa la zona, es hogar de más de 90 especies, de las cuales 69 son nativas. Entre los mamíferos se registran especies emblemáticas como el oso de anteojos, el venado conejo y la nutria, cuya presencia indica un estado de recuperación del ecosistema. Además, se encuentran otras especies notables como el armadillo y diversas variedades de loros y monos. El municipio de Santa Rosa, por sí solo, alberga alrededor de 1.000 especies de aves, lo que representa más del 52% del total de especies colombianas, según un estudio del Instituto Humboldt.

A través del SiB Colombia se han publicado 614.175 observaciones para el departamento de Cauca. Estos datos hacen referencia a un total de 12.173 especies; de las cuales 11.687 habitan al interior del continente y 815 en el mar. (SiB Colombia). De las 80.346 especies observadas en Colombia, el departamento de Cauca aporta 12.173, equivalentes a 15.2%, de estas 1.086 especies son endémicas. (SiB Colombia)

Investigaciones más recientes en el departamento han registrado especies relevantes para la ciencia y para la conservación. Por ejemplo, estudios de fauna en zonas de piedemonte han identificado nuevas poblaciones de anfibios sensibles a los cambios ambientales, mientras que inventarios florísticos han documentado plantas medicinales, comestibles y de importancia ecológica no registradas anteriormente. Estos trabajos permiten comprender mejor la composición biológica del departamento y aportan información clave para la gestión ambiental y la planificación territorial (Tangarife-Marín, 2014).

Los pueblos indígenas presentes en el Cauca, como los Nasa, Paes, Guambianos, y Yanaconas, desempeñan un papel central en la conservación de la biodiversidad de la región. Estos pueblos mantienen una profunda relación espiritual, cultural y material con la naturaleza, que se fundamenta en principios de equilibrio, respeto y reciprocidad. Su cosmovisión concibe a la selva, los ríos, los animales y las plantas como seres con vida con los cuales se establece una conexión de cuidado mutuo. (CNTI, 2024).

Marco conceptual

Biodiversidad: Se entiende como la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros acuáticos, así como los complejos

ecológicos de los que forman parte; esto abarca diversidad genética, de especies y de ecosistemas. Esta variabilidad es esencial para el funcionamiento de los sistemas ecológicos y los servicios que proporcionan a la sociedad.

Áreas protegidas: Son áreas definidas geográficamente que han sido designadas, reguladas y administradas a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Bosque pluvial premontano (bp-PM): Según la clasificación de Holdridge, se ubica en zonas de relieve escarpado con precipitaciones superiores a 4.000 mm al año. Presenta una biotemperatura y temperatura media entre 17 y 24 °C, sin períodos secos definidos y con neblinas frecuentes. Debido a la alta humedad y lluvias intensas, estos bioclimas son poco aptos para desarrollar actividades agropecuarias de manera sostenible (CORNARE, 2012).

Conservación: Se refiere a proteger y gestionar de forma sostenible la biodiversidad directamente en su entorno natural. Busca evitar la pérdida de especies, mantener ecosistemas saludables y permitir que los organismos continúen su evolución en sus propios hábitats. Este enfoque garantiza estabilidad ecológica, resiliencia ambiental y la permanencia de los beneficios que ofrece la biodiversidad (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Ecosistema: Un ecosistema es un sistema biológico compuesto por organismos vivos y su entorno físico, interactuando en un complejo dinámico. Incluye comunidades de plantas, animales y microorganismos, junto con factores abióticos como el clima y el suelo que actúa como una unidad funcional (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Objetivos de conservación: Guían la creación, gestión y funcionamiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Orientan las estrategias de conservación y pueden aplicarse mediante distintas categorías de manejo y formas de gobierno, lo que permite flexibilidad para alcanzar las metas de conservación del país (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC): Es una Unidad Administrativa Especial de orden nacional, sin personería jurídica, con autonomía administrativa y financiera y con jurisdicción en todo el territorio nacional. La misión de la entidad es administrar y manejar las áreas a cargo de Parques Nacionales Naturales y coordinar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) de Colombia, promoviendo la participación de diversos actores, con el propósito de conservar la diversidad biológica y cultural del país, contribuyendo al desarrollo sostenible y a un medio ambiente sano (PNNC, 2023).

Plan de manejo: Cada área protegida del SINAP poseerá un plan de manejo que guiará su gestión para la conservación por un periodo de cinco años. Este instrumento de planificación, con componentes de un diagnóstico, un ordenamiento y la consolidación de estrategias, que buscan demostrar resultados en el cumplimiento de los objetivos de conservación y su aporte al desarrollo del SINAP (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

QGIS: Sistema de Información Geográfica SIG, que permite crear, visualizar, analizar, editar y publicar información geoespacial. Como otros sistemas SIG, QGIS facilita la creación de mapas compuestos por múltiples capas, que pueden integrarse desde una amplia variedad de Plan de Manejo de la RNSC MAPORITA, Municipio de Alejandría, Antioquia. 26 formatos y fuentes de datos. Su versatilidad y capacidad para manejar diferentes tipos de datos geoespaciales lo convierten en una herramienta esencial para tareas relacionadas con el análisis territorial, la planificación y la gestión de recursos (QGIS, 2014).

Servicios ecosistémicos: Son beneficios directos o indirectos que los ecosistemas proporcionan a los seres humanos. Pueden incluir servicios de regulación (como la purificación del agua), servicios de soporte (como la formación de suelos), servicios de provisión (como alimentos y materiales), y servicios culturales (como recreación y valores espirituales) (Díaz, 2019).

Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP): Es el conjunto de áreas protegidas, actores sociales, estrategias e instrumentos de gestión que los entrelazan para contribuir juntos a lograr los objetivos de conservación del país (Decreto 2372, 2010). El SINAP abarca áreas bajo gobernanza pública, privada o comunitaria, a nivel nacional, regional o local (PNNC, 2023).

Reserva Natural de la Sociedad Civil (RNSC): Es una reserva natural de carácter privado, cuya porción o totalidad del terreno es conservada para representar una muestra de ecosistema natural, administrada de forma responsable y destinada a uso sostenible, logrando así la preservación o restauración a largo plazo por la voluntad del propietario, quien decide de manera libre asignar parte o la totalidad de su propiedad como reserva natural de la sociedad civil (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Uso sostenible: El uso sostenible de la biodiversidad implica interactuar con sus componentes de manera que no causen disminución o degradación a largo plazo, preservando la composición, estructura y función esenciales. Este enfoque busca asegurar que las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras puedan ser satisfechas (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Valores Objeto de Conservación (VOC): Son elementos, sistemas o relaciones que se identifican en un área protegida para orientar el análisis, la priorización y las estrategias de manejo. Su monitoreo permite evaluar la efectividad de las acciones de conservación. Según los lineamientos de Parques Nacionales Naturales de Colombia, los VOC se clasifican en filtro grueso (ecosistemas y comunidades) y filtro fino (especies amenazadas según la UICN, especies sombrilla, emblemáticas y endémicas). En algunas áreas también se incluyen valores culturales, tanto materiales como inmateriales, como sitios arqueológicos, conocimientos tradicionales, memoria histórica y cosmovisiones (PNNC, 2011).

Zonificación: El SINAP zonifica sus áreas protegidas para gestionar exitosamente sus objetivos de conservación. Las zonas dependen de la destinación que se prevea para el área según la categoría de manejo definida, como por ejemplo zona de conservación, zona de restauración, zona de uso sostenible, zona de infraestructura, entre otras (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Ictiología: Es el estudio de los peces, tanto marinos como de aguas continentales, como entidad zoológica y en las diferentes líneas de investigación que actualmente existen. Los peces son los vertebrados acuáticos de respiración branquial, cuyo cuerpo puede estar cubierto por escamas, piel gruesa o placas, total o parcialmente, la mayoría poseen aletas. (Museo de Historia Natural UNMSM, s. f).

Mamíferos: Los mamíferos son una clase de vertebrados caracterizados por la presencia de glándulas mamarias, pelo, endotermia, dentición heterodonta y un sistema nervioso altamente desarrollado. Constituyen uno de los grupos más diversos de vertebrados y ocupan una amplia variedad de hábitats terrestres y acuáticos (Vaughan, Ryan & Czaplewski, 2015).

Mastozoología: La mastozoología es la rama de la zoología dedicada al estudio científico de los mamíferos, incluyendo su clasificación, ecología, comportamiento y métodos de colecta para investigación (Wilson & Reeder, 2005).

Trampa Tomahawk: La trampa Tomahawk es una trampa viva de rejilla metálica, más robusta que la Sherman, utilizada para capturar mamíferos medianos, como zarigüeyas, mapaches, coatis o pequeños carnívoros. Su diseño permite una ventilación adecuada y reduce la probabilidad de daño al ejemplar (Tomahawk Live Trap Co, 2010).

Trampa Sherman: La trampa Sherman es una trampa viva y plegable de aluminio, diseñada para capturar pequeños mamíferos (roedores y musarañas) sin lastimarlos. Funciona mediante un mecanismo de disparo que cierra la puerta cuando el animal entra a alimentarse. Es ligera, reutilizable y ampliamente empleada en estudios de campo (Sherman, 1948; Wilson et al; 1996).

Botánica: Es la rama de la biología que se encarga del estudio de las plantas, abarcando su estructura, función, clasificación, ecología y evolución (Encyclopaedia Britannica, 2024).

Melastomataceae: Son una familia de plantas predominantemente tropicales, compuesta por arbustos, hierbas y pequeños árboles, reconocidos por sus hojas opuestas con nervaduras marcadas y flores vistosas. Que sea la familia más representativa en un ecosistema significa que presenta la mayor abundancia, diversidad y dominancia en ese lugar, cumpliendo un papel ecológico fundamental al aportar hábitat, alimento y estabilidad del bosque (Encyclopaedia Britannica, s.f.).

Flora silvestre: Es el conjunto de plantas que crecen de manera natural en un territorio, sin intervención directa del ser humano, y que cumplen funciones esenciales en el equilibrio y funcionamiento de los ecosistemas (Ministerio del Ambiente de Colombia, 2015).

Las Arecaceae: Son una familia de plantas conocida comúnmente como palmas, que incluye especies arbóreas y arbustivas características de zonas tropicales y subtropicales, reconocidas por sus tallos generalmente no ramificados y sus hojas grandes en forma de abanico o pluma. Que sea la familia menos representativa en un ecosistema significa que aparece con muy poca abundancia o diversidad, por lo que su papel ecológico es más limitado en comparación con otras familias dominantes (Tomlinson, 2011)

Entomología: La entomología es una disciplina de la zoología que se especializa en el estudio integral de los insectos, abordando aspectos como su morfología, fisiología, taxonomía, ecología y comportamiento, así como su interacción con otros organismos y con el entorno. Esta ciencia permite comprender el papel fundamental que desempeñan los insectos en los ecosistemas, donde actúan como polinizadores, descomponedores, controladores biológicos y componentes esenciales de las cadenas tróficas. Además, la entomología contribuye al análisis de su importancia agrícola, médica y ambiental, especialmente en relación con la salud humana, la sanidad vegetal y la conservación de la biodiversidad (Borror, Triplehorn & Johnson, 1989).

Lepidópteros: Los lepidópteros son insectos pertenecientes al orden Lepidoptera, caracterizados por presentar alas cubiertas de escamas microscópicas, una probóscide enrollada para la alimentación y un ciclo de vida con metamorfosis completa, que incluye las fases de huevo, larva, pupa y adulto. Este orden agrupa a las mariposas y polillas, organismos que cumplen funciones ecológicas esenciales como polinizadores, fitófagos y recursos tróficos dentro de diversos ecosistemas. Además, su diversidad morfológica y adaptativa los convierte en un grupo clave para estudios de biodiversidad y monitoreo ambiental (Triplehorn & Johnson, 2005).

Coprófagos: Los coprófagos son organismos, principalmente insectos como escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae, que se alimentan de materia fecal y desempeñan funciones ecológicas esenciales relacionadas con la descomposición, el reciclaje de nutrientes, el aireamiento del suelo y la dispersión secundaria de semillas. Su actividad acelera la desintegración de excretas, reduce la presencia de parásitos y contribuye a la fertilidad del suelo, razón por la cual se consideran indicadores clave de salud ecosistémica (Hanski & Cambefort, 1991).

Artrópodos terrestres: Los artrópodos terrestres son miembros del filo Arthropoda adaptados a la vida en ambientes del suelo o superficie terrestre, caracterizados por poseer un exoesqueleto quitinoso, un cuerpo segmentado y apéndices articulados que facilitan su locomoción y diversidad funcional. Este grupo incluye insectos, arácnidos, miriápodos y algunos crustáceos terrestres, los cuales cumplen roles ecológicos fundamentales como descomponedores, depredadores, herbívoros y recicladores de materia orgánica dentro de los ecosistemas terrestres (Gullan & Cranston, 2014).

Marco Legal

Normativa	Descripción
Constitución Política de 1991	Artículo 79 establece el: Derecho a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente.

	Artículo 80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución.
Ley 165 de 1994 (Convenio sobre la Diversidad Biológica - CDB)	Ratifica el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica. Compromisos clave: ● Conservación de la biodiversidad. ● Uso sostenible de sus componentes. ● Distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos
Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reconoce la importancia de la participación ciudadana y establece principios de precaución y conservación de la biodiversidad. Esta ley es la base de la política ambiental en Colombia.
Ley 611 de 2000	Regula el uso, manejo y aprovechamiento sostenible de la fauna silvestre en Colombia. Establece las normas para actividades como la caza, la cría en cautiverio y la comercialización de especies, con el fin de garantizar su conservación, proteger los ecosistemas y evitar la explotación ilegal de los recursos de fauna Silvestre.
Ley 1333 de 2009	Define las sanciones por realizar muestreos, recolección o aprovechamiento sin los permisos requeridos, haciendo obligatorio el cumplimiento de la norma para toda la metodología
Ley 2111 de 2021	Fortalece los delitos ambientales del Código Penal. Esta ley crea el Título XI-A “Delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente”, aumentando las sanciones y penas por conductas como la deforestación, el tráfico de fauna y flora, la contaminación, la explotación ilícita de recursos forestales y el daño a ecosistemas. Su objetivo es proteger la

	biodiversidad y castigar de forma más efectiva a quienes afecten el medio ambiente.
Decreto 2811 de 1974 (<i>Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente de Colombia</i>)	El cual establece las normas para la preservación, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y la protección del medio ambiente en el país. Su objetivo es regular el uso del agua, aire, tierra, flora, fauna y otros elementos para asegurar el desarrollo sostenible, prevenir la contaminación y garantizar el equilibrio ecológico
Decreto 1076 de 2015 (<i>Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente</i>)	Compila la normativa ambiental vigente y establece procedimientos para la evaluación, control y seguimiento de proyectos que puedan afectar el medio ambiente
Decreto 309 de 2000	El cual reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica”. especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial
Decreto 1376 de 2013	Decreto del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia que reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial.
Resolución 192 de 2014	Define criterios para el monitoreo de biodiversidad en Colombia, incluyendo líneas base ecológicas, inventarios biológicos y sistemas de información, los cuales son clave para estudios como el presente.
Resolución 1912 de 2017	Establece y actualiza el listado de especies silvestres de flora y fauna continental y marino-costera que se encuentran amenazadas en el territorio nacional. y dicta otras disposiciones relacionadas con estas especies

METODOLOGÍA

Zona de estudio

La Reserva Natural El Rubí se localiza en la vereda Santa Marta, municipio de Santa Rosa (Cauca), en el sector del piedemonte amazónico colombiano, zona de transición entre la cordillera Andina y la llanura amazónica. Su ubicación aproximada corresponde a las coordenadas 1°41'N – 76°33'O, dentro del suelo rural municipal con vocación prioritaria de conservación ambiental, conforme a los lineamientos del Esquema de Ordenamiento Territorial, 2019. El área presenta un relieve característico del piedemonte, con laderas onduladas a moderadamente inclinadas y sectores asociados a drenajes naturales. Predominan procesos geomorfológicos coluviales y aluviales, lo que confiere suelos dinámicos y alta susceptibilidad a erosión en ausencia de cobertura vegetal, reforzando la necesidad de conservación del bosque natural. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, la reserva se enmarca principalmente en la zona Bosque Húmedo Tropical (bh-T), con posibles transiciones locales hacia Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) dependiendo de la altitud. Los valores climáticos característicos corresponden a una biotemperatura media anual entre 22 °C y 26 °C, precipitación anual estimada entre 2.000 mm y 4.000 mm y una relación de evapotranspiración potencial menor a 1, propias de ambientes muy húmedos y altamente productivos. La cobertura vegetal está conformada por bosque húmedo con diferentes estados de conservación, incluyendo áreas de regeneración secundaria y vegetación riparia asociada a quebradas. Este ecosistema presenta una estructura estratificada, alta diversidad florística y cumple funciones ecológicas clave como regulación climática, protección del suelo y hábitat para fauna del Piedemonte Amazónico.

En el componente hidrológico, la reserva integra microcuencas locales que aportan a sistemas hídricos municipales, desempeñando un papel fundamental en la regulación del caudal, la protección de nacimientos y la calidad del agua. La conservación de las franjas forestales ribereñas es coherente con las áreas de protección definidas por el ordenamiento territorial. En síntesis, la Reserva Natural El Rubí constituye un área estratégica de conservación ambiental, regulación hídrica y conectividad ecológica en el piedemonte amazónico de Santa Rosa (Cauca), siendo compatible con los usos de protección y manejo sostenible del suelo rural definidos en el EOT municipal.

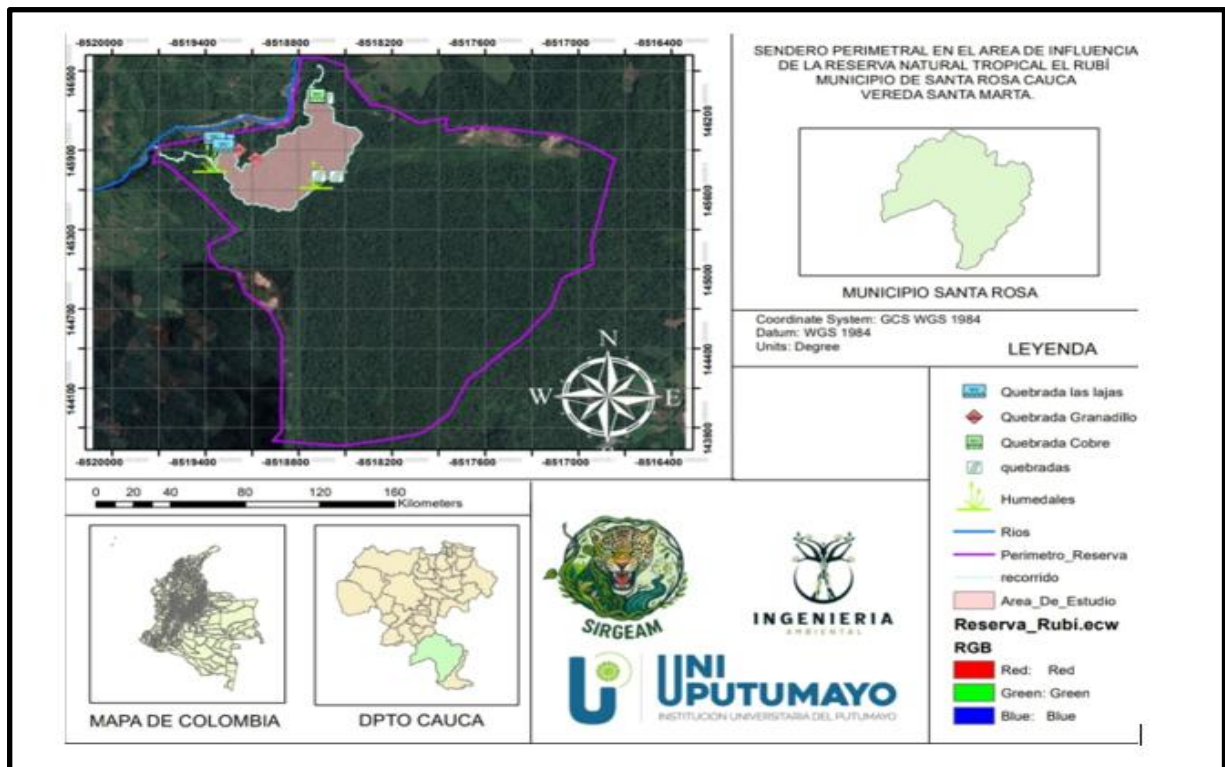


Figura 2. Mapa de la Reserva Natural el Rubí

Caracterización de mamíferos

La caracterización de mamíferos se realizó mediante el establecimiento de estaciones de muestreo para el registro de especies voladoras y terrestres presentes en la reserva el Rubí de la vereda Santa Marta, municipio de Santa Rosa (Cauca). Las ubicaciones se definieron estratégicamente considerando la accesibilidad, los tipos de hábitat y la presencia de indicios de actividad faunística, con el fin de obtener un muestreo representativo de la mastofauna local.

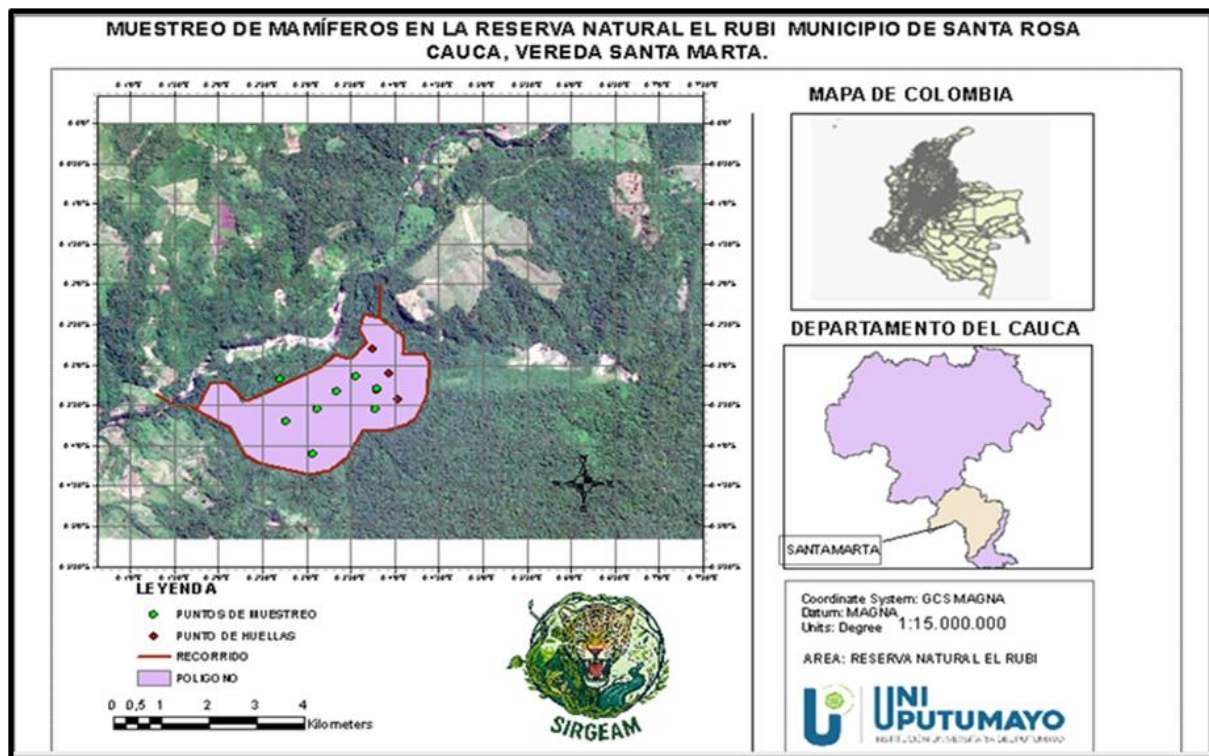


Figura 3 Mapa del área de estudio reserva natural el Rubí, Santa Rosa-Cauca

Estaciones de muestreo

Mamíferos voladores: El monitoreo de mamíferos voladores se efectuó en dos estaciones ubicadas en sectores con alta actividad de quirópteros, principalmente cerca de cuerpos de agua y áreas abiertas dentro del bosque. Las estaciones se dispusieron en los siguientes puntos georreferenciados:

- Estación 1: $1^{\circ}19'5''$ N, $76^{\circ}32'0''$ W – ubicada en las cercanías de la cabaña principal de la reserva.
- Estación 2: $1^{\circ}19'3''$ N, $76^{\circ}31'0''$ W – localizada sobre el sendero principal de la reserva.

Para la colecta de mamíferos voladores se instalaron redes de niebla en los puntos previamente mencionados, seleccionados por la observación de actividad de murciélagos. Las redes fueron dispuestas durante el horario nocturno, entre las 1900 H y las 0000 H, y orientadas principalmente hacia la captura de especies frugívoras e insectívoras. Las revisiones se realizaron cada 20 minutos con el propósito de minimizar el estrés y prevenir posibles lesiones a los ejemplares capturados.

Mamíferos terrestres: Las estaciones de muestreo para mamíferos terrestres se establecieron en sectores del sendero y áreas adyacentes con cobertura vegetal densa, huellas o rastros visibles. Los puntos de muestreo fueron:

- Estación 3 (Trampa Tomahawk): $1^{\circ}19'3''$ N, $76^{\circ}31'0''$ W – ubicada cerca de la cabaña de la platanera.



Figura 4. Ubicación de la estación 3 (Trampa Tomahawk) para el muestreo de mamíferos terrestres en la reserva de la vereda Santa Marta, municipio de Santa Rosa (Cauca).

- Estación 4 (Trampas Sherman): $1^{\circ}19'3''\text{N}$, $76^{\circ}31'0''\text{W}$ – situada en las inmediaciones de la carretera principal.



Figura 5. Ubicación de la estación 4 (Trampas Sherman) para el muestreo de mamíferos terrestres en las inmediaciones de la carretera principal de la reserva, vereda Santa Marta, municipio de Santa Rosa (Cauca).

- Estación 5 (Trampas Sherman): $1^{\circ}19'3''\text{N}$, $76^{\circ}31'0''\text{W}$ – establecida a lo largo del sendero de la reserva.



Figura 6. *Ubicación de la estación 5 (Trampas Sherman) para el muestreo de mamíferos terrestres a lo largo del sendero principal de la reserva, vereda Santa Marta, municipio de Santa Rosa (Cauca).*

Las trampas se colocaron aproximadamente a dos horas de recorrido desde el inicio del área de estudio, en zonas alejadas de la actividad humana para evitar interferencias durante el periodo de captura. El registro de mamíferos terrestres se efectuó mediante la instalación de trampas Sherman y Tomahawk. Estas fueron distribuidas en los puntos de muestreo establecidos y permanecieron activas durante la noche, con un tiempo máximo de exposición de 12 horas. Las trampas fueron revisadas periódicamente para garantizar el bienestar de los ejemplares capturados y permitir el recambio del cebo en caso de consumo. Se emplearon diferentes tipos de alimento con el fin de atraer especies de hábitos variados, incluyendo maíz, banano maduro y carne en descomposición, productos de interés para mamíferos omnívoros y carnívoros. El uso de trampas se complementa con observaciones directas e identificación de huellas y rastros, lo que permitió ampliar la información sobre la presencia y comportamiento de las especies terrestres en el área de estudio.

Para la captura de mamíferos terrestre se implementaron diferentes tipos de trampas:

Trampas tomahawk: La instalación se realizó siguiendo un protocolo de selección de sitios basado en la probabilidad de tránsito y actividad de mamíferos. Para ello, se identificaron áreas con presencia de senderos naturales, disponibilidad de alimento y cobertura vegetal adecuada. Cada trampa fue acondicionada con cebo alimenticio consistente en frutas, maíz y otros elementos olfativamente atractivos, con el fin de aumentar la probabilidad de captura. Posteriormente, la trampa se camufló con hojarasca y material vegetal del entorno, procurando reducir el estrés potencial en los animales y evitar interferencias externas, se garantizo un acceso libre y sencillo para facilitar el ingreso de los individuos objetivo.

Las trampas permanecieron activas durante el periodo de muestreo definido y fueron revisadas de manera periódica para asegurar el bienestar de los animales capturados y registrar oportunamente los datos correspondientes.

La trampa fue ubicada en la cabaña que se encuentra cerca de la platanera (estación uno), camuflada con hojarasca y permitiendo un fácil acceso para los animales.

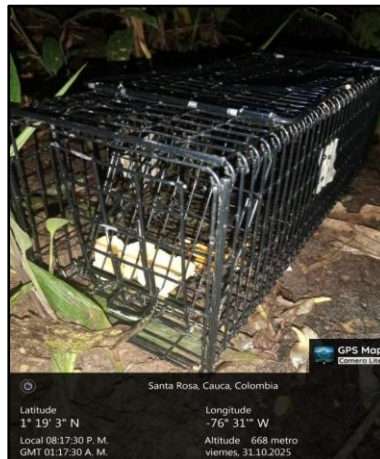


Figura 7. *Trampa Tomahawk con carnada*

Trampa de tipo Sherman: Su diseño permite que el animal entre en la trampa y pise una plataforma que activa un mecanismo de cierre, atrapándolo sin lastimarlo, las dos trampas sherman que son de menor tamaño se ubicaron en el sendero y cerca de la carretera (estación dos y tres), camufladas con ramas y hojas. Las tres trampas se dejaron instaladas durante toda la noche para aumentar la probabilidad de captura.



Figura 8. *Trampa Sherman con carnada orgánica*

Registro de huellas y rastros: Se realizó el muestreo principalmente mediante la observación directa o indirecta, identificando las huellas en el sustrato. Mediante recorridos de observación directa en senderos y zonas de paso de fauna.



Figura 9. *Huella de cervatillos*

Análisis de datos: Para llevar a cabo la identificación taxonómica de los mamíferos registrados en el área de influencia de la RN El Rubí, la información obtenida durante las jornadas de campo fue analizada para su respectivo procesamiento.

La identificación taxonómica se realizó a través de guías de campo especializadas en mastozoología, como la Guía ilustrada de los mamíferos de Colombia (Pérez Gómez et al; 2025) y el Manual de huellas de mamíferos (Navarro & Muñoz, 2000).

Caracterización herpetológica

Para llevar a cabo la caracterización de anfibios y reptiles, las jornadas de campo se efectuaron en horarios diurnos y nocturnos, para asegurar el registro de especies con distintos patrones de actividad. Las áreas de estudio se seleccionaron de manera estratégica teniendo en cuenta la facilidad de acceso, la diversidad de hábitats y la evidencia de presencia herpetofaunística, con el objetivo de lograr un muestreo representativo de reptiles y anfibios de la zona.

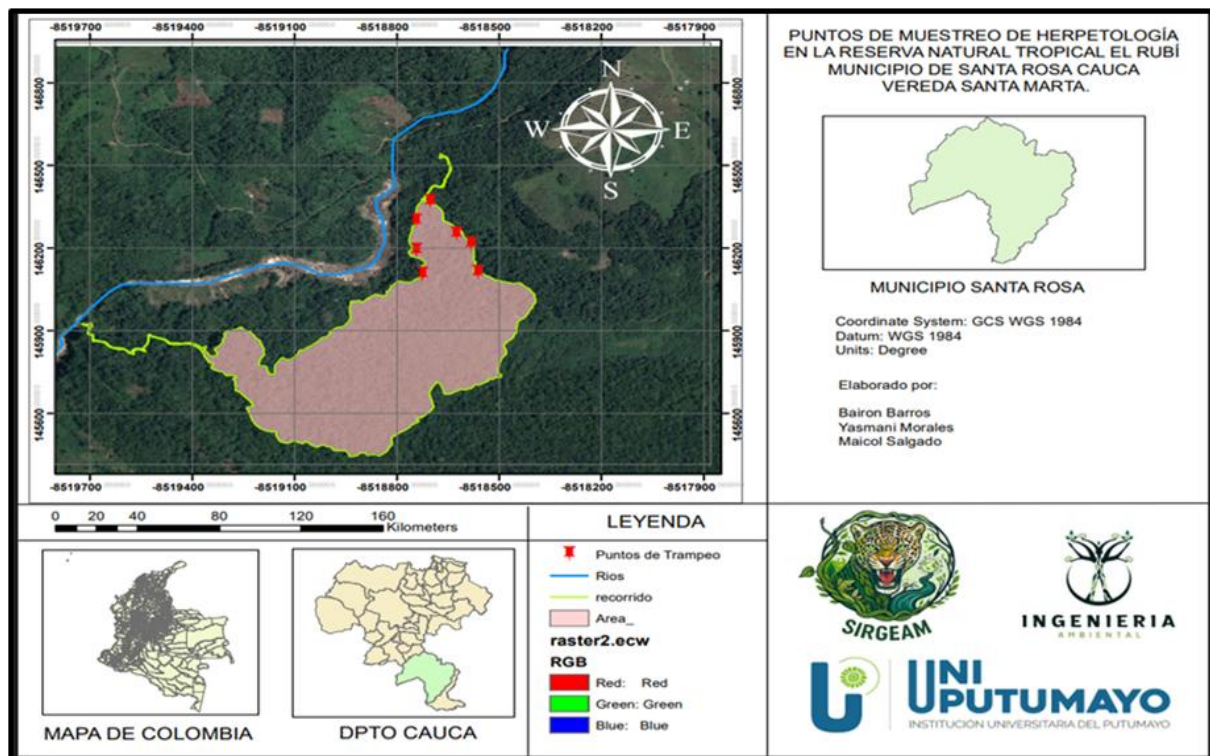


Figura 10. Mapa del área de estudio reserva natural el Rubí, Santa Rosa-Cauca

Caracterización de anfibios

Se realizaron recorridos sistemáticos a través de búsqueda manual dirigida (BMD) por los principales hábitats del área, explorando troncos caídos, hojarasca, cuerpos de agua y vegetación baja. Las observaciones se efectuaron durante el día (0600 – 1600 H) y la noche (2000 – 0300 H), permitiendo una detección amplia de especies activas en ambos periodos. Las jornadas de muestreo se desarrollaron principalmente durante la noche, con un tiempo de observación controlado para cada sitio.

Durante el proceso se efectuaron revisiones constantes para asegurar una adecuada identificación de los individuos observados, así como para minimizar cualquier alteración a su bienestar. Las búsquedas se concentraron en microhábitats favorables para los anfibios, tales como cuerpos de agua, hojarasca, troncos en descomposición y áreas con alta humedad.



Figura 11. *Búsqueda manual dirigida*

Este método fue complementado con observaciones directas, registros auditivos de vocalizaciones y la identificación de rastros indirectos, lo que permitió ampliar la información sobre la presencia, distribución y comportamiento de las especies de anfibios en el área de estudio.



Figura 12. *Evidencia de captura*

Caracterización de reptiles

El registro de reptiles se llevó a cabo mediante captura asistida a través de muestreos sistemáticos en los puntos previamente definidos, empleando técnicas de búsqueda activa diurna y nocturna, de acuerdo con los patrones de actividad de las especies objetivo. La captura y manipulación de los individuos se realizó exclusivamente con pinzas herpetológicas especializadas, diseñadas para garantizar la seguridad tanto del personal investigador como de los ejemplares, minimizando el estrés y el riesgo de lesiones.



Figura 13. *Captura asistida*

Los procedimientos de captura se efectuaron siguiendo protocolos estandarizados para estudios herpetológicos, asegurando un manejo cuidadoso y ético de los organismos. Una vez capturados, los reptiles fueron observados *in-situ* para su identificación taxonómica, registrando características morfológicas, comportamiento y microhábitat de ocurrencia, tras lo cual fueron liberados en el mismo lugar de captura.

El muestreo se concentró en microhábitats característicos para reptiles, incluyendo áreas de hojarasca, troncos caídos, rocas, bordes de cuerpos de agua y zonas con exposición solar parcial, los cuales ofrecen condiciones térmicas y estructurales favorables. Esta metodología fue complementada con observaciones directas y el registro de evidencias indirectas, como mudas de piel, madrigueras y rastros, permitiendo una caracterización más completa de la presencia, distribución y actividad de las especies de reptiles en el área de estudio.



Figura 14. *Rastros de mudas de piel*

Trampas de captura: Para el registro de especies herpetológicas se implementó un sistema de trampas pasivas, diseñado específicamente para la captura de reptiles. Las trampas fueron elaboradas en el momento del estudio de manera casera y segura sin afectar negativamente a los reptiles, los cuales permitieron una adecuada fijación y estabilidad del dispositivo en el terreno. Se emplearon macetas plásticas adaptadas como trampas tipo pitfall, las cuales fueron

instaladas al nivel del suelo, garantizando un acceso eficiente para los individuos en desplazamiento.



Figura 15. *Trampa de pitfall*

La ubicación de las trampas se definió estratégicamente en áreas con alta probabilidad de actividad herpetológica, tales como zonas con abundante hojarasca, proximidad a cuerpos de agua, bordes de senderos naturales y microhábitats con cobertura vegetal densa. Su disposición buscó maximizar la probabilidad de captura sin generar alteraciones significativas en el entorno.

Las trampas permanecieron activas durante los periodos de muestreo establecidos y fueron revisadas de manera periódica, con el fin de asegurar el bienestar de los ejemplares capturados y permitir su pronta identificación y liberación. El uso de estas trampas pasivas complementa las técnicas de búsqueda activa, contribuyendo a obtener un registro más completo y representativo de la diversidad herpetológica presente en el área de estudio.

Caracterización Ictiológica

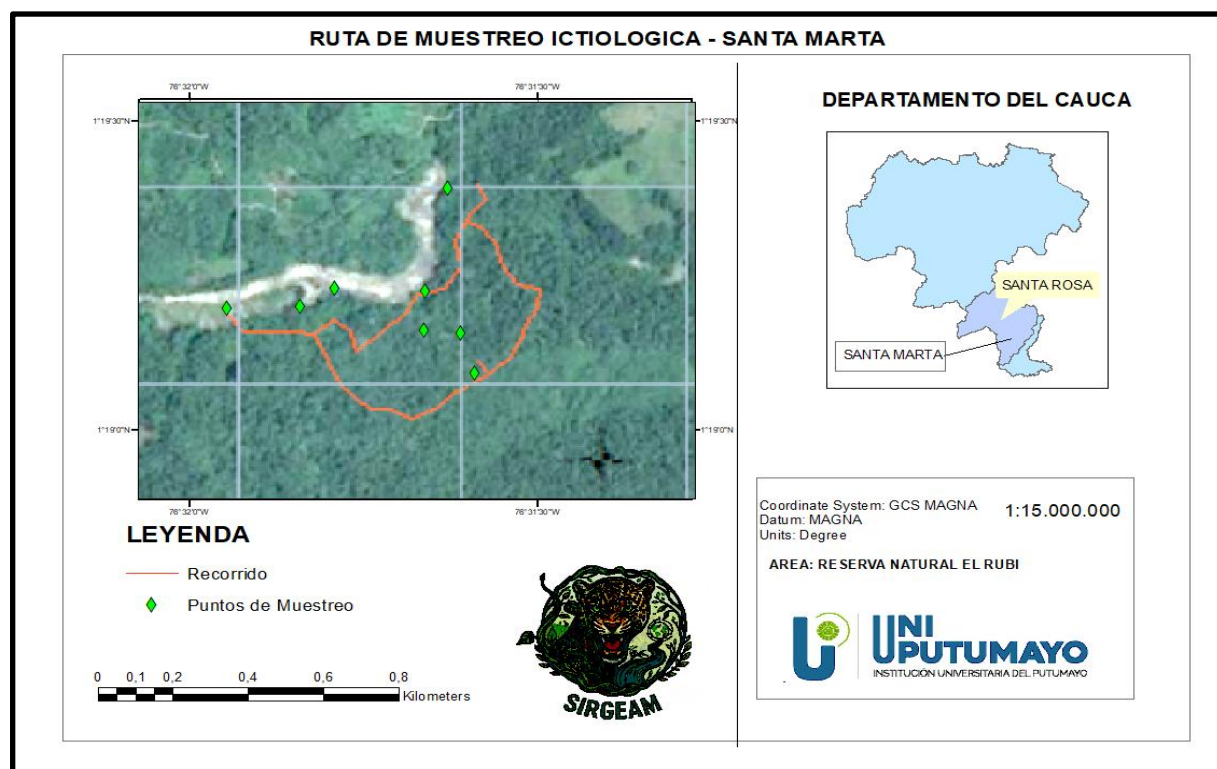


Figura 16. Mapa del área de estudio reserva natural el Rubí, Santa Rosa-Cauca

El estudio llevó a cabo muestreos de peces en tres cuerpos de agua representativos: el río Mandiyaco, la quebrada El Cobre y la quebrada El Deslizamiento. En cada uno de estos sitios se recorrieron sectores con diferentes condiciones hidrológicas, incluyendo tramos de corriente rápida, pozas profundas y zonas de flujo lento, con el fin de abarcar la mayor diversidad de microhábitats presentes. El muestreo se realizó mediante la implementación de métodos de pesca artesanales y tradicionales de bajo impacto, empleando esparavel y anzuelos, según las características de cada tramo. El esparavel se lanzó en áreas con suficiente espacio para permitir su apertura completa, mientras que los anzuelos se utilizaron en sectores sombreados y con estructuras naturales donde era posible atraer peces de hábitos más discretos.

Captura con anzuelo: Permitted the selective collection of individual fish, facilitating the anatomical identification and the observation of specific traits of the species.

1. Se prepararon los anzuelos con carnadas locales (lombriz y carne), para maximizar la atracción de especies nativas.
2. Se seleccionaron puntos estratégicos en remansos y zonas de corriente moderada, donde se había observado actividad íctica.
3. Se lanzó la línea de manera controlada, manteniendo una distancia que evitará generar turbulencias o ruidos que ahuyentaran a los peces.
4. Se esperó de forma paciente hasta percibir la tensión característica del pique.
5. Una vez capturado el pez, se retiró cuidadosamente con el fin de evitar lesiones innecesarias.

6. Las especies se identificaron en campo y se liberaron cuando la investigación lo permitió.



Figura 17. *Captura con anzuelo*

Pesca con red (Atarraya): La pesca con red proporcionó un mayor número de peces en un mismo lance, permitiendo evaluar la variabilidad poblacional, el tamaño promedio y la composición de especies por tramo.

1. Se inspeccionó el entorno acuático para definir el punto de lanzamiento, priorizando áreas de poca profundidad y corriente suave.
2. Se extendió la red de forma circular o semicircular según el tipo utilizado, asegurando que el plomo se distribuyera de manera uniforme.
3. Se realizó el lanzamiento con un movimiento amplio del brazo, buscando cubrir la mayor área posible.
4. La red se dejó reposar unos segundos para permitir que los peces se quedaran atrapados durante su desplazamiento natural.
5. Los peces capturados se trasladaron a un recipiente con agua del mismo cuerpo hídrico para permitir una identificación detallada.



Figura 18. *Pesca con red*

Análisis de datos: La determinación de los organismos realizó utilizando claves taxonómicas especializadas para peces de agua dulce, entre ellas:

La Guía de campo para la identificación de los peces de la cuenca alta del río Cauca de Ortega-Lara, A; Ospina-Posada, V; et al. CVC y FUNINDES (2022), considerada una referencia fundamental para el reconocimiento de la ictiofauna de esta región andina. Esta guía proporciona descripciones morfológicas, criterios diagnósticos e ilustraciones que facilitan la identificación a nivel de familia, género y especie.

Caracterización de macroinvertebrados acuáticos

Estaciones de muestreo: La caracterización de los macroinvertebrados acuáticos se realizó en tres quebradas: El Cobre 1°19'23.00''N, 76°31'28.50''W; Quebrada Granadillo, 1°19'07.32'' N, 76°31'41.40''W y Las Lajas 1°19'11.52''N, 76°31'48''W, correspondiente a la Reserva en el mes de octubre (estación seca del año). Se establecieron estaciones de muestreo separadas a intervalos de 200 metros. La recolección de organismos se llevó a cabo mediante el uso de pinzas entomológicas y una red Surber (Marco de 30 × 30 cm, Manga de 60 cm a 75 cm de profundidad), técnicas ampliamente empleadas para obtener muestras representativas del ensamblaje acuático asociado al sustrato.

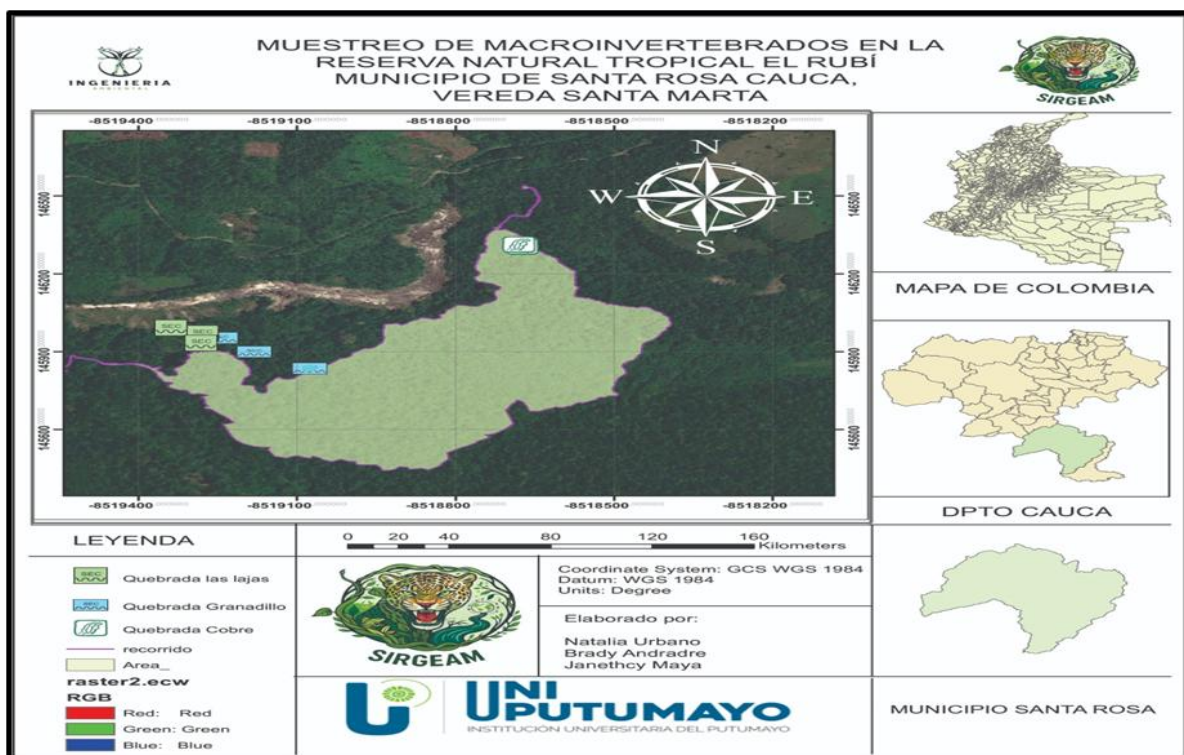


Figura 19. Mapa del área de estudio reserva natural el Rubí, Santa Rosa-Cauca

Los ejemplares colectados fueron preservados en etanol al 70 % e ingresados en recipientes estandarizados tipo frascos de muestra, garantizando la conservación adecuada de sus estructuras diagnósticas. Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio para su separación, cuantificación e identificación taxonómica.

Análisis de datos: A determinación de los organismos se realizó utilizando claves taxonómicas especializadas para macroinvertebrados acuáticos, entre ellas: Macroinvertebrados Acuáticos Sudamericanos: Sistemática y Biología de Domínguez & Fernández (2009), considerada la referencia más completa para la región neotropical; la Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos de Roldán (2001), ampliamente usada en Colombia para la identificación a nivel de orden y familia; y como apoyo morfológico complementario, la obra clásica *An Introduction to the Aquatic Insects of North America* de Merritt, Cummins & Berg (2019). El uso combinado de estas claves permitió una identificación confiable y estandarizada del ensamblaje acuático presente en las quebradas evaluadas.

Análisis de datos: Los macroinvertebrados acuáticos recolectados fueron preservados en recipientes estériles con alcohol etílico al 70 % y transportados al laboratorio para su identificación taxonómica. La determinación de los organismos se realizó mediante observación morfológica y el uso de claves taxonómicas especializadas para macroinvertebrados acuáticos, apoyadas en literatura científica como Roldán (2003), Domínguez y Fernández (2009) y Merritt, Cummins y Berg (2008), permitiendo su identificación principalmente a nivel de familia. Los datos fueron procesados a través del software Python (5 dic 2025) utilizando los paquetes estadísticos NumPy (Harris et al., 2020) para el manejo de datos numéricos, Pandas (McKinney, 2010) para la organización y análisis de bases de datos, SciPy (Virtanen et al., 2020) para la aplicación de análisis estadísticos, Matplotlib (Hunter, 2007) y Seaborn (Waskom, 2021) para la visualización gráfica de los resultados, y Scikit-learn (Pedregosa et al., 2011) como apoyo en análisis exploratorios y métricas complementarias.

Caracterización ornitológica

El estudio de la avifauna se realizó mediante el método puntos de conteo y transecto a través de registros acústicos y fotográficos, de igual manera se realizaron registros visuales para la identificación de especies.

El muestreo consistió en recorridos dentro del área de estudio, durante los cuales se establecieron puntos de observación donde el investigador se detenía para registrar las especies de aves detectadas en un radio aproximado de 5 km., empleando horarios de máxima actividad aviar: 5:30–10:00 h. y 15:30–18:00 h. Se utilizaron instrumentos como binoculares Bushnell (Aumento 20X y diámetro de objetivo 5 cm), cámara profesional Canon t7 con teleobjetivo de 100 mm para la obtención de imágenes de alta resolución que facilitaron la validación taxonómica.

Merlin Bird ID (Laboratorio de Ornitología de Cornell): empleada para la identificación, tanto acústica como visual, de especies a través de grabaciones de cantos y fotos.

GPS Garmin eTrex 30x: para el registro exacto de coordenadas geográficas y Wikiloc para el registro digital de las rutas realizadas y la altitud de los lugares de muestreo. lo que posibilitó obtener datos exactos sin afectar o incomodar a las aves.

La combinación de técnicas visuales, auditivas y tecnológicas facilitó la documentación de especies comunes, ocultas y vinculadas a hábitats particulares, creando un inventario representativo de la avifauna local.

Para el análisis de los datos obtenidos durante el muestreo de avifauna en el área de estudio, los registros de campo (auditivos y apoyo fotográfico) fueron organizados y sistematizados en matrices de datos. La identificación taxonómica de las especies registradas se realizó mediante la comparación morfológica y ecológica utilizando guías de campo especializadas, tales como c, Miles McMullan (edición 2023), Ayerbe-Quñones, F. (2018) y actualizaciones taxonómicas disponibles en bases de datos ornitológicas reconocidas.

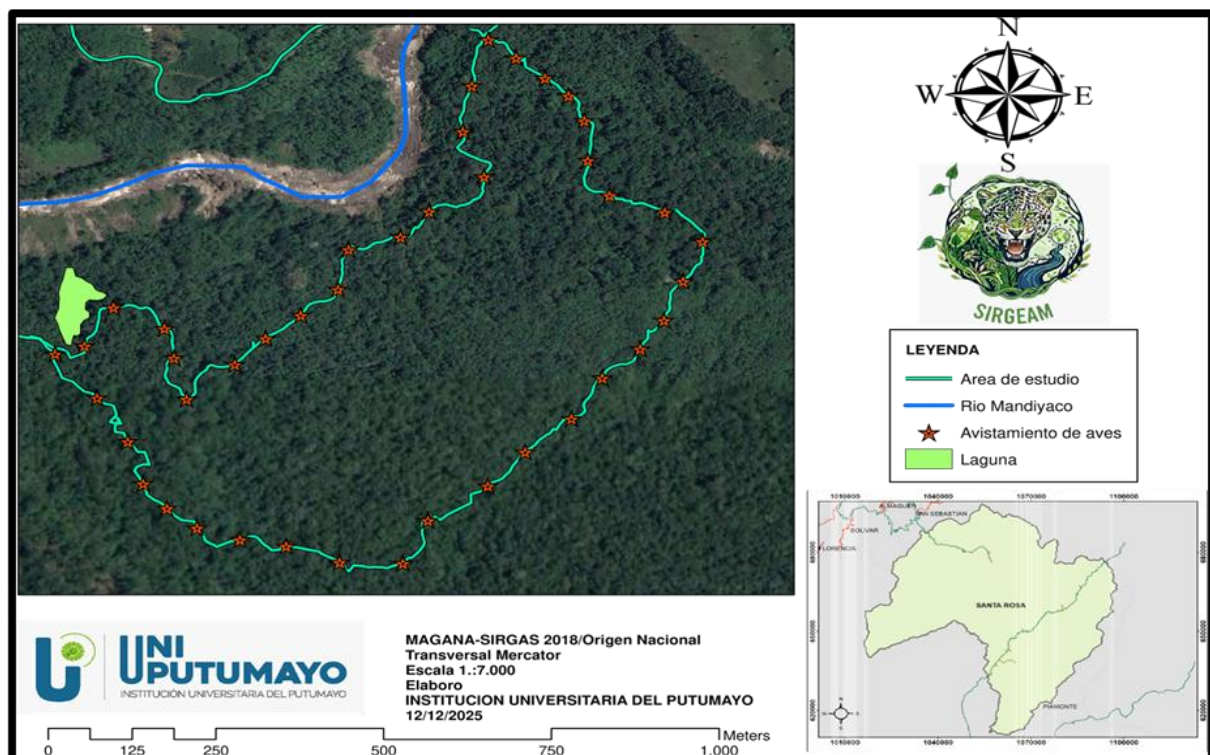


Figura 20. Transecto de muestreo de 5 km y puntos de avistamiento de aves en la Reserva Natural Tropical El Rubí.

Caracterización Botánica

La caracterización de plantas se realizó mediante un muestreo aleatorio a lo largo de dos senderos con alta diversidad vegetal. Las áreas de muestreo se seleccionaron estratégicamente considerando la cobertura de bosques secundarios y vegetación natural, así como la

accesibilidad y heterogeneidad del hábitat, con el fin de registrar especies vegetales representativas y obtener una caracterización general de la flora presente en la reserva.

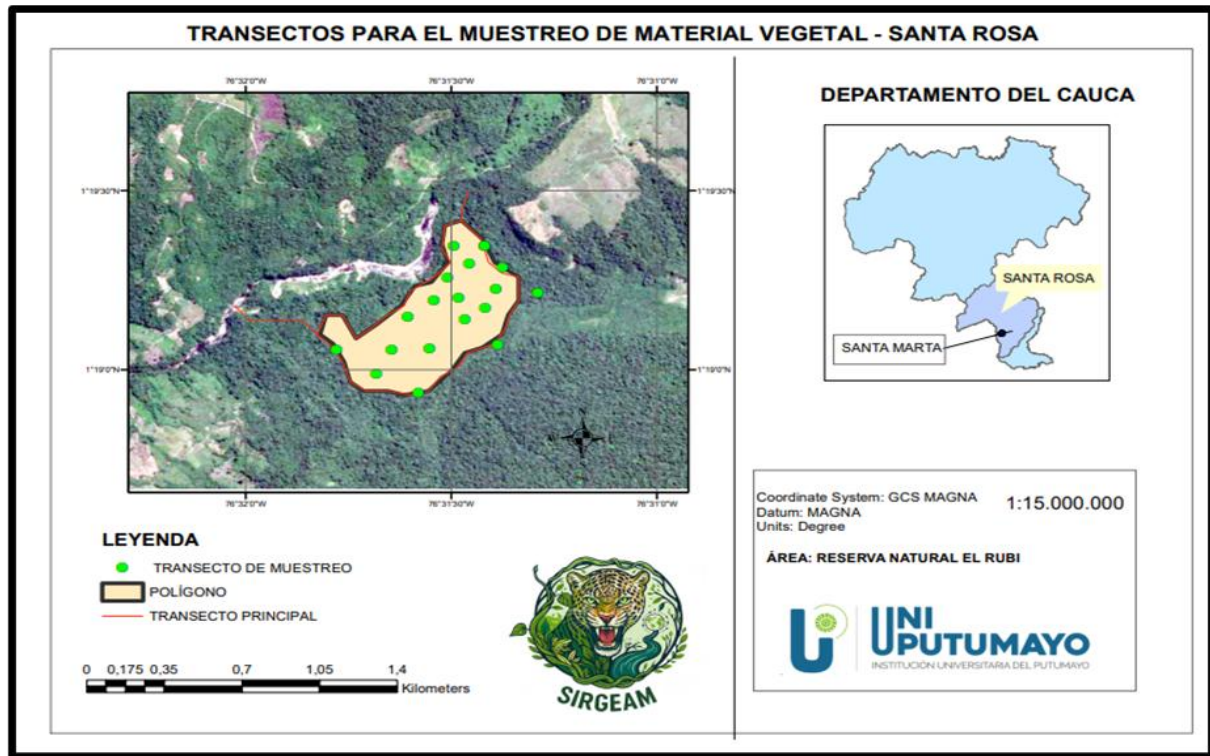


Figura 21. Mapa de los transectos de recolección y muestreo vegetal

Durante el desarrollo del muestreo botánico, se registró un total de 180 puntos correspondientes a los distintos registros florísticos realizados a lo largo del área de estudio. Estos puntos se distribuyeron espacialmente dentro de un rango aproximado comprendido entre $1^{\circ}19'9''N$ y $1^{\circ}19'34''N$, y $76^{\circ}31'30''O$ y $76^{\circ}31'49''O$, a una altitud promedio cercana a los 690 msnm. A partir del total de registros obtenidos, se desarrollaron las actividades de recolección, medición y conservación del material vegetal siguiendo el procedimiento descrito a continuación.

En el trabajo de campo las plantas fueron colectadas de forma aleatoria conforme aparecían en el sendero, priorizando especímenes que presentaran estructuras útiles para su identificación, tales como hojas, tallos, flores o frutos; una vez seleccionadas, se procedió a cortar cuidadosamente los fragmentos con tijeras, procurando conservar partes completas y en buen estado que facilitarán su posterior análisis, y paralelamente se realizó la medición de algunos árboles seleccionados aleatoriamente, registrando su altura total y el diámetro a la altura del pecho (DAP), lo cual complementó la caracterización florística del área; todos estos datos fueron anotados en una libreta de campo. Las plantas fueron preservadas en bolsas de polietileno con etanol al 70 % y en prensas botánicas para su posterior identificación taxonómica.

Análisis de datos: la determinación de las especies vegetales se realizó utilizando claves botánicas especializadas y literatura científica actualizada para la flora colombiana y

neotropical, entre ellas: los volúmenes y monografías disponibles en el portal Flora de Colombia – World Flora Online (WFO, 2023), considerado una de las referencias más completas y actuales para la sistemática vegetal del país; las herramientas taxonómicas del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia) (SiB Colombia, 2022), ampliamente utilizadas a nivel nacional para la verificación de nombres científicos y rangos taxonómicos; y como apoyo morfológico complementario, guías botánicas recientes disponibles en la Biblioteca Digital de Bogotá (BibloRed, 2021–2024), que aportan descripciones e ilustraciones útiles para la identificación en campo. El uso combinado de estas fuentes permitió una identificación confiable y estandarizada del ensamblaje florístico presente en el área de estudio.

Caracterización Entomológica

La caracterización entomológica se realizó mediante un muestreo cuantitativo y cualitativo a lo largo del recorrido establecido dentro del área de estudio, tal como se observa en la figura 1. Los puntos señalados en el mapa corresponden al recorrido donde se llevó a cabo el estudio entomológico, en el cual se ubican de manera estratégica las estaciones de muestreo a intervalos definidos, considerando tanto sectores abiertos como áreas con alta densidad de cobertura vegetal, con el fin de garantizar una adecuada representatividad de la biodiversidad de artrópodos presentes en la zona de protección ambiental.

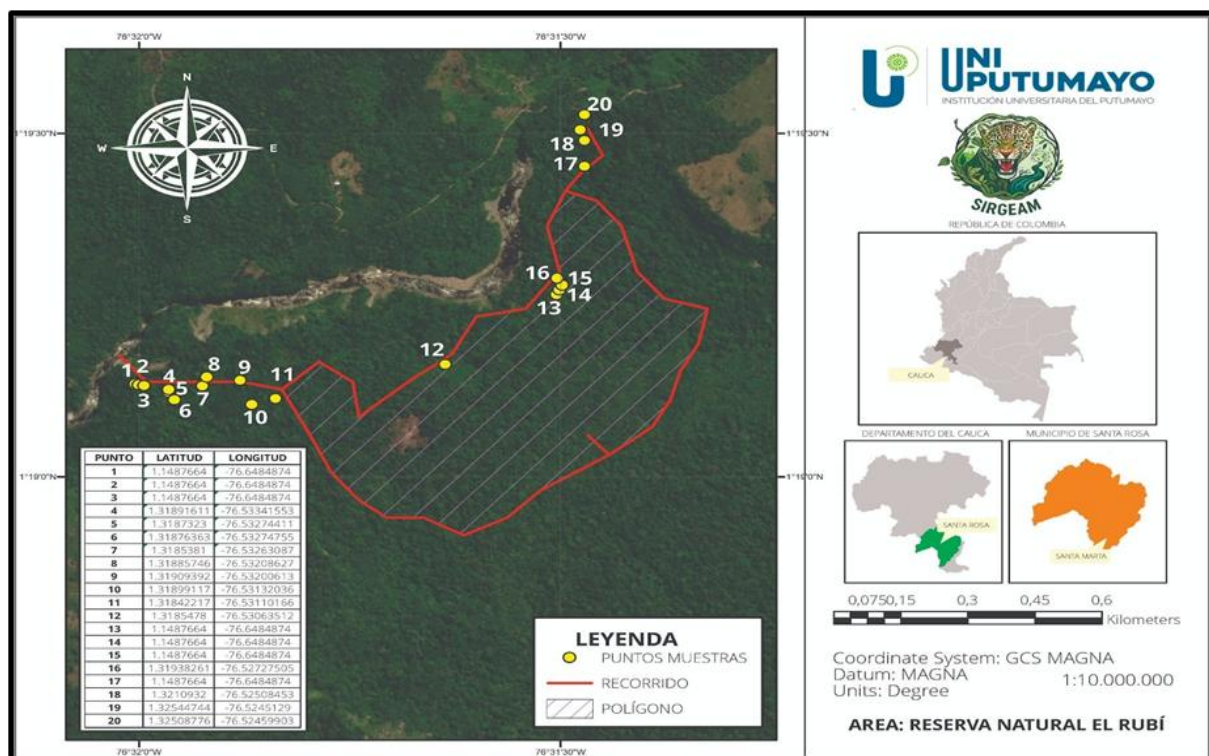


Figura 22. Mapa del área de estudio reserva natural el Rubí, Santa Rosa-Cauca

Métodos de muestreo

Para la colecta entomológica se emplearon distintos métodos dirigidos a la captura de artrópodos voladores, considerando la eficiencia y selectividad de cada técnica en función de las condiciones ambientales.

Trampas atrayentes (con carne o cebo): Se dispusieron trampas cebadas con restos de carne en descomposición a lo largo del recorrido de muestreo, las cuales fueron colocadas de manera sistemática cada 20 metros, con el fin de mantener una distancia homogénea entre puntos y reducir la interferencia entre atrayentes. Las trampas se instalaron dentro de recipientes protegidos con malla, lo que permitió el ingreso de artrópodos voladores y evitó su escape posterior, garantizando una colecta eficiente. Cada trampa fue ubicada a una altura aproximada de 1,0 a 1,5 m sobre el nivel del suelo, suspendida en la vegetación circundante, para favorecer la captura de especies necrófagas asociadas al estrato aéreo.



Figura 23. Trampa con atrayente

Trampas de caída o pitfall traps: Las trampas pitfall empleadas consistieron en recipientes plásticos enterrados al ras del suelo, parcialmente llenos con una solución de alcohol etílico al 70 % y una pequeña cantidad de detergente para reducir la tensión superficial del líquido. Como atrayente se utilizó una muestra coprológica, ubicada en el centro del recipiente o suspendida sobre la trampa. En total, se instalaron 20 trampas pitfall, las cuales se dispusieron de manera sistemática a lo largo del recorrido de muestreo, con una separación aproximada de 100 metros entre cada trampa, con el fin de cubrir de forma homogénea el área de estudio y minimizar la interferencia entre atrayentes.



Figura 24. Trampa *pitfall*

Trampas Van Someren-Rydon: Estas trampas fueron diseñadas principalmente para la atracción de dípteros y otros insectos saprófagos voladores. Consistieron en recipientes que contenían frutos en estado avanzado de descomposición, los cuales liberan compuestos volátiles de naturaleza fermentativa que actuaban como atrayentes. Los dispositivos fueron suspendidos a una altura aproximada de 1,5 metros sobre el nivel del suelo, en sitios con sombra parcial, con el objetivo de optimizar la captura durante los periodos de mayor actividad entomológica.



Figura 25. Montaje de la trampa Van Someren-Rydon

Jama Entomológica: La jama entomológica se utilizó para la captura activa de insectos voladores mediante barridos suaves y dirigidos sobre la vegetación herbácea y arbustiva, así como en zonas con presencia de flores, donde se concentra una mayor actividad de estos organismos. Los muestreos se realizaron a una altura aproximada de 1 a 2 metros, cerrando rápidamente la jama después de cada captura para evitar la fuga de los individuos. Los organismos capturados fueron manipulados cuidadosamente con el fin de minimizar daños, registrados en campo y, cuando fue necesario, conservados temporalmente en frascos con alcohol al 70 %. Posteriormente hecha la práctica en campo con los demás grupos, se agendan

otras dos visitas a la vereda para lograr reforzar el estudio de insectos, debido a que la primera salida no resulta muy representativa para el estudio taxonómico.



Figura 26. *Jama Entomológica*

Análisis de datos: Los insectos recolectados durante el muestreo entomológico fueron preservados en frascos estériles con alcohol etílico al 70 % y transportados al laboratorio para su posterior identificación taxonómica. La determinación de los organismos se realizó mediante observación morfológica detallada, empleando claves taxonómicas especializadas para insectos terrestres y voladores, apoyadas en literatura científica como Triplehorn y Johnson (2005), Borror Triplehorn y Johnson (1992), Fernández y Sharkey (2006) y Halfpeter et al. (2012), lo que permitió la identificación de los especímenes principalmente a nivel de género y en algunos casos a nivel de especie.

Los datos obtenidos en campo y laboratorio fueron organizados y procesados mediante el software Python (dic 2025), utilizando los paquetes estadísticos NumPy (Harris et al; 2020) para el manejo de datos numéricos, Pandas (McKinney, 2010) para la estructuración y análisis de las matrices de abundancia y SciPy (Virtanen et al., 2020) para la aplicación de análisis estadísticos básicos. La representación gráfica de los resultados se realizó mediante Matplotlib (Hunter, 2007), lo que permitió visualizar los patrones de abundancia y dominancia de los diferentes órdenes y taxones registrados. Adicionalmente, se calcularon índices ecológicos de diversidad como el índice de Simpson, con el fin de evaluar la estructura y heterogeneidad de la comunidad entomológica presente en el área de estudio.

RESULTADOS

Caracterización de mamíferos

Mamíferos voladores

Durante el trabajo de campo se realizó el registro fotográfico de 3 individuos correspondiente a la especie *Artibeus lituratus* (murciélago frutero), perteneciente al orden Chiroptera y a la familia Phyllostomidae.

El individuo fue capturado y manipulado siguiendo protocolos básicos de manejo, permitiendo la toma de registros fotográficos y el levantamiento de datos morfológicos, tales como longitud del cuerpo, longitud de las extremidades (alas) y medida de extremo a extremo de las alas los cuales se consignan en la siguiente tabla.

Nombre	Imágenes
Nombre común: Murciélago frutero Orden: Chiroptera Familia: Phyllostomidae Género: <i>Artibeus</i> Nombre científico: <i>Artibeus lituratus</i> Individuos encontrados: 3	

Tabla 1. *Colecta y toma de medidas de murciélagos (Artibeus lituratus).*

Mamíferos terrestres

Para el registro de mamíferos terrestres durante el período de muestreo no se logró la captura directa de individuos en la zona de estudio, este resultado debe interpretarse con cautela, ya que no implica necesariamente la ausencia de mamíferos en el área.

Entre las posibles causas de la falta de registros directos se encuentran: El comportamiento evasivo de algunas especies, asociado a hábitos nocturnos y a su sensibilidad frente a la presencia humana, así como la perturbación antrópica derivada de actividades como la agricultura, la ganadería, el turismo y la tala.

La presencia de mamíferos terrestres se evidenció principalmente a través de huellas y otros rastros observados en el área de estudio, las imágenes utilizadas para la identificación de algunas especies corresponden a fuentes secundarias de otros lugares y se incluyeron únicamente como referencia, con base en las huellas encontradas durante el muestreo. Cabe resaltar que el único registro fotográfico obtenido directamente en campo corresponde a la danta *Tapirus terrestris*.

Nombre	Información del del mamífero registrado	Registro fotografico
Ciervo	Orden: Artiodactyla Familia: Cervidae Género: <i>Cervus</i> Nombre científico: <i>Cervus elaphus</i> Evidencia: Huellas registradas en diferentes zonas del lugar	
Tigrillo	Orden: Carnivora Familia: Felidae Género: <i>Leopardus</i> Nombre científico: <i>Leopardus tigrinus</i> Evidencia: Rastros observados en el área de estudio	

Chucha	Orden: Didelphimorphia Familia: Didelphidae Género: <i>Didelphis</i> Nombre científico: <i>Didelphis</i> sp. (ej. <i>D. marsupialis</i>) Evidencia: Tres huellas registradas en diferentes zonas	
Danta	Orden: Perissodactyla Familia: Tapiridae Género: <i>Tapirus</i> Nombre científico: <i>Tapirus terrestris</i>	
Zorrillo	Orden: Carnivora Familia: Mephitidae Género: <i>Conepatus</i> Nombre científico: <i>Conepatus semistriatus</i>	

	Evidencia: Rastros indirectos observados en el área	
--	---	--

Tabla 2. *Especies que se encuentran en la zona de estudio*

Huellas de mamíferos

Durante el trabajo de campo se realizó el reconocimiento y registro de diferentes huellas de mamíferos presentes en el área de estudio. Estas evidencias indirectas fueron identificadas sobre sustratos como suelo húmedo, barro y hojarasca, lo que permitió distinguir variaciones en forma, tamaño y disposición, asociadas a distintos grupos de mamíferos.

El registro se efectuó mediante documentación fotográfica y observación directa, siguiendo criterios básicos de identificación de rastros, lo que facilitó la caracterización preliminar de las especies presentes. Las huellas encontradas constituyen un indicador de la actividad y distribución de los mamíferos en la zona, aportando información relevante para la evaluación de la biodiversidad local.

Nombre	Información de la huella del mamífero registrado	Registro fotografico
Ciervo	Orden: Artiodactyla Familia: Cervidae Género: <i>Cervus</i> Nombre científico: <i>Cervus elaphus</i>. Evidencia: Huellas registradas en diferentes zonas del lugar.	
Tigrillo	Orden: Carnivora Familia: Felidae Género: <i>Leopardus</i> Nombre científico: <i>Leopardus tigrinus</i> Evidencia: Rastros observados en el área de estudio.	

Chucha	Orden: Didelphimorphia Familia: Didelphidae Género: <i>Didelphis</i> Nombre científico: <i>Didelphis sp.</i> (ej. <i>D. marsupialis</i>) Evidencia: Tres huellas registradas en diferentes zonas	
Guara	Orden: Artiodactyla Familia: Tayassuidae Género: <i>Pecari</i> Nombre científico: <i>Pecari tajacu</i> Evidencia: Restos de alimentación (granadilla) asociados a la especie.	

Zorrillo	Orden:	Carnivora	
	Familia:	Mephitidae	
	Género:	<i>Conepatus</i>	
	Nombre científico:	<i>Conepatus semistriatus</i>	
	Evidencia:	Rastros indirectos observados en el área	

Tabla 3. *Colecta de huellas de mamíferos terrestres*

Caracterización de entomología

Durante el periodo de muestreo se registró un total de 492 individuos pertenecientes al filo Arthropoda, clase Insecta. Estos individuos estuvieron distribuidos en 5 órdenes entomológicos: *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Diptera*, *Orthoptera* y *Hemiptera*, agrupados en diversas familias y géneros.

Las especies con mayor número de individuos fueron:

- *Eurysternus foedus* – 127 individuos, escarabajo coprófago fundamental en los procesos de descomposición y redistribución de materia orgánica.
- *Pachycondyla crassinoda* – 107 individuos, constituyendo uno de los grupos más dominantes del muestreo y desempeñando un papel importante en la estructuración del suelo y el ciclado de nutrientes.
- *Onthophagus acuminatus* – 97 individuos, escarabajo coprófago relevante en la remoción y enterramiento de materia fecal, que contribuye significativamente al reciclaje de nutrientes en el suelo.
- *Pelcinus polyturator* – 19 individuos, un coleóptero asociado a hojarasca y materia vegetal en descomposición.
- *Canthon acquinotialis* – 10 individuos, especie clave en la remoción de materia orgánica y dispersión secundaria de semillas.

Estos grupos representan una proporción significativa del total colectado y cumplen funciones ecológicas esenciales como aireación del suelo, ciclado de nutrientes, dispersión de semillas, control biológico y polinización.

Otros géneros con abundancia moderada fueron *Onthophagus curvicornis*, *Bombus terrestris*, *Scaphidomorphus bosci*, *Apiomyrus longispinis*, así como representantes ocasionales como *Cholus buckleyi*, *Ionchaca tarsata* y *Lasius niger*.

Especie / Taxón	Taxonomía (Orden – Familia)	Imagen	Descripción
<i>Eurysternus foedus</i>	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Escarabajo coprófago asociado a la descomposición de materia orgánica, importante para el reciclaje de nutrientes y la aireación del suelo.
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	Hymenoptera – <i>Formicidae</i>		Hormiga de gran tamaño, depredadora, frecuente en suelos y hojarasca; cumple un rol clave en el control de otros invertebrados.
<i>Onthophagus acuminatus</i>	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Escarabajo coprófago que utiliza estiércol para su alimentación y reproducción, contribuyendo a la fertilidad del suelo.
<i>Onthophagus curvicornis</i>	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Especie de escarabajo estercolero reconocida por sus cuernos curvados; participa activamente en la degradación de excretas.
Himenópteros	Hymenoptera sp		Grupo que incluye abejas, avispas y hormigas; cumplen funciones de polinización, depredación y reciclaje de materia orgánica.
<i>Pelcinus polyturator</i>	Hymenoptera – <i>Ichneumonidae</i>		Avispa parasitoide que regula poblaciones de otros insectos, favoreciendo el equilibrio ecológico.

<i>Canthon aequinoctialis</i>	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Escarabajo rodador de estiércol, clave en la limpieza del suelo y reducción de parásitos.
<i>Onthophagus nasutus</i>	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Escarabajo coprófago caracterizado por prolongaciones cefálicas; indicador de ecosistemas conservados.
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Escarabajo estercolero de hábitos nocturnos, asociado a bosques húmedos.
<i>Eurysternus mexicanus</i>	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Especie coprófaga que contribuye al ciclo de nutrientes en suelos tropicales.
Familia <i>Calliphoridae</i>	Diptera – <i>Calliphoridae</i>		Moscas asociadas a materia orgánica en descomposición; importantes en procesos de degradación y estudios forenses.
<i>Scaphidomorphus bosci</i>	Coleoptera – <i>Staphylinidae</i>		Escarabajo depredador de pequeño tamaño que habita en hojarasca y suelos húmedos.
<i>Deltochilum mexicanum</i>	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Escarabajo coprófago que fragmenta y entierra materia orgánica.
<i>Nemobius sylvestris</i>	Orthoptera – <i>Gryllidae</i>		Grillo terrestre asociado a hojarasca, participa en la fragmentación de residuos vegetales.
<i>Dichotomius agenor</i>	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Escarabajo coprófago de gran tamaño, importante para la estructura del suelo.

<i>Ocypus sericeicollis</i>	Coleoptera – <i>Staphylinidae</i>		Escarabajo depredador activo, indicador de suelos con buena calidad ecológica.
<i>Onthophagus lebasi</i> (Boucomont)	Coleoptera – <i>Scarabaeidae</i>		Escarabajo estercolero poco abundante, asociado a ambientes específicos.
<i>Phryopsaphus africanus</i>	Coleoptera – <i>Cerambycidae</i>		Escarabajo longicornio vinculado a madera en descomposición.
<i>Cholus buckleyi</i>	Coleoptera – <i>Curculionidae</i>		Gorgojo fitófago asociado a plantas hospedadoras específicas.
<i>Bombus terrestris</i>	Hymenoptera – <i>Apidae</i>		Abejorro polinizador de gran importancia ecológica y agrícola.
<i>Ionchaea tarsata</i>	Diptera – <i>Chloropidae</i>		Mosca pequeña asociada a vegetación y ambientes húmedos.
<i>Familia Erotylidae</i>	Coleoptera – <i>Erotylidae</i>		Escarabajos asociados principalmente a hongos y materia vegetal en descomposición.
<i>Apiomerus longispinis</i>	Hemiptera – <i>Reduviidae</i>		Chinche depredadora que se alimenta de otros insectos.
<i>Lasius niger</i>	Hymenoptera – <i>Formicidae</i>		Hormiga generalista, común en suelos y ambientes intervenidos.

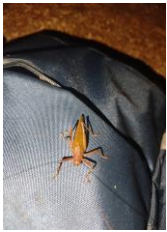
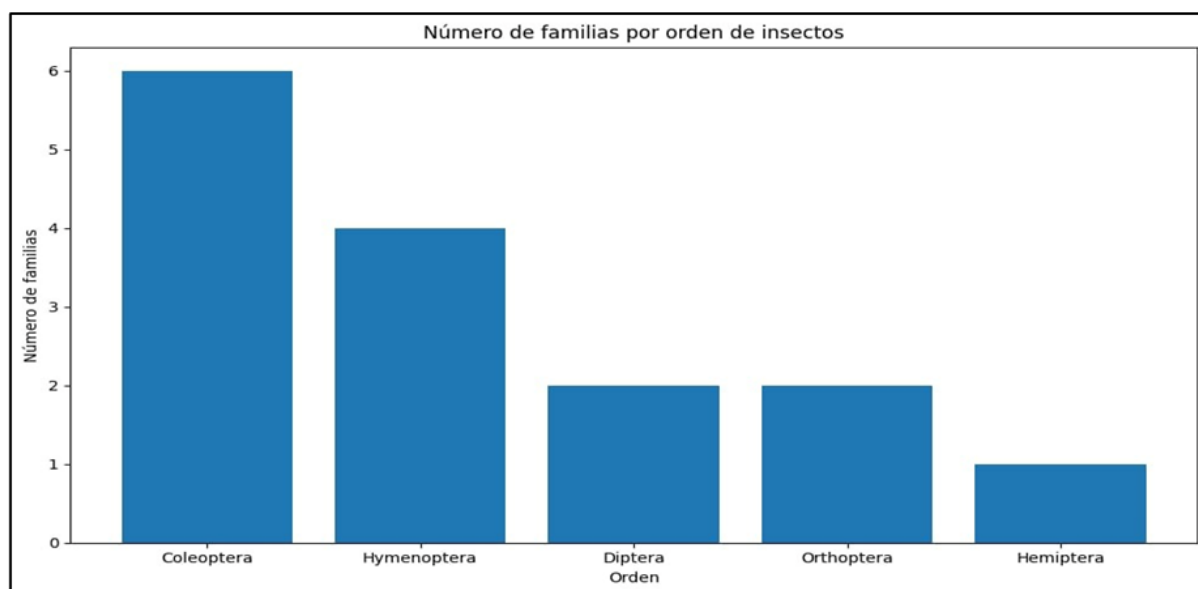
<i>Scaphidomorphus bosei</i>	Coleoptera – <i>Staphylinidae</i>		Escarabajo depredador poco frecuente, asociado a microhábitats de suelo.
<i>Meroncidius intermedius</i>	Orthoptera – <i>Tettigoniidae</i>		Saltamontes de la familia Tettigoniidae, asociado a vegetación arbustiva y herbácea.
<i>Chromacris psittacus</i>	Orthoptera <i>Chromacris psittacus</i>		Saltamontes de colores llamativos, común en áreas abiertas y bordes de vegetación.
<i>Meconema meridionale</i>	Orthoptera – <i>Tettigoniidae</i>		Grillo arborícola de hábitos nocturnos, frecuente en zonas con cobertura vegetal.

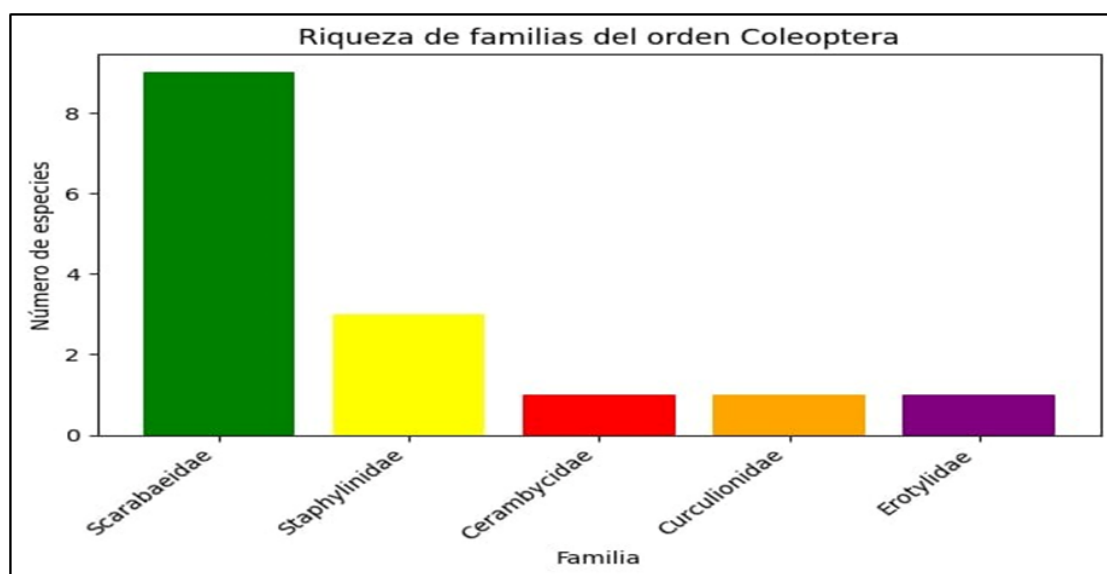
Tabla 4. Abundancia por género insectos



Gráfica 1. Familias por orden de insectos

La gráfica evidencia que el orden Coleoptera presenta el mayor número de familias registradas, lo que indica una alta diversidad y amplia representación de este grupo en el área de estudio, asociada a la variedad de nichos ecológicos que ocupa y a su relación con el suelo y la materia orgánica. El orden Hymenoptera ocupa el segundo lugar en diversidad de familias, destacando

su importancia ecológica en procesos como la depredación, el control biológico y la polinización. Por su parte, Diptera y Orthoptera presentan una riqueza intermedia de familias, posiblemente influenciada por las condiciones ambientales y el tipo de muestreo aplicado. Finalmente, Hemiptera registra el menor número de familias, lo que podría reflejar una menor diversidad real en el área o una limitación del método de captura para este orden.



Gráfica 2. Riqueza de familias del orden coleoptera

La gráfica muestra la riqueza de especies por familia del orden Coleoptera, evidenciando una distribución desigual de la diversidad. La familia *Scarabaeidae* presenta el mayor número de especies, lo que la posiciona como la más representativa del muestreo. En segundo lugar se encuentra *Staphylinidae*, con una riqueza moderada en comparación con *Scarabaeidae*. Por su parte, *Cerambycidae*, *Curculionidae* y *Erotylidae* registran una sola especie cada una, lo que indica una baja representación y una riqueza similar entre estas familias. En conjunto, la gráfica refleja que una familia concentra la mayor parte de las especies, mientras que las demás presentan una presencia limitada dentro del conjunto de datos.

También durante el periodo de muestreo realizado se registró la presencia de insectos pertenecientes a los órdenes Lepidoptera y Odonata, correspondientes a los grupos de polillas, mariposas y libélulas. En total, se contabilizaron 26 individuos, distribuidos en estos grupos taxonómicos, lo que evidencia la diversidad entomológica asociada a los distintos microhábitats presentes en la reserva.

El orden Lepidoptera fue el más representativo, con 24 individuos, distribuidos en varias familias, entre las que se destacan *Nymphalidae*, *Pieridae*, *Geometridae*, *Noctuidae*, *Sphingidae*, *Notodontidae* y *Erebidae*, e incluyendo géneros como *Pierella*, *Pteronymia*, *Mechanitis*, *Ithomia*, *Greta*, *Colobura*, *Leptophobia*, *Pieris*, *Eupithecia*, *Sericoptera*, *Ophisma* y *Acosmeryx*. La presencia de estas especies sugiere una adecuada disponibilidad de recursos tróficos, así como condiciones ambientales favorables para el desarrollo de sus ciclos biológicos.

Especie / Taxón	Taxonomía (Orden – Familia)	Imagen	Descripción
<i>Sericoptera macularia</i>	Lepidoptera – <i>Geometridae</i>		Polilla asociada a ambientes boscosos; sus larvas se alimentan de material vegetal y participan en las redes tróficas del ecosistema.
<i>Eupithecia weissiana</i>	Lepidoptera – <i>Geometridae</i>		Polilla de pequeño tamaño, común en zonas con vegetación diversa; actúa como herbívoro en estado larval.
<i>Achanea janonaeia</i>	Lepidoptera – <i>Noctuidae</i>		Polilla nocturna poco abundante; las larvas se desarrollan sobre plantas hospedadoras específicas.
<i>Acosmeryx anceus</i>	Lepidoptera – <i>Sphingidae</i>		Esfíngido de vuelo rápido; importante polinizador nocturno durante su etapa adulta.
<i>Enyo lugubris</i>	Lepidoptera – <i>Sphingidae</i>		Polilla esfinge asociada a ecosistemas tropicales; contribuye a la polinización de flores nocturnas.
<i>Ophisma gravata</i>	Lepidoptera – <i>Notodontidae</i>		Polilla relativamente abundante; sus larvas consumen hojas y forman parte de la cadena alimenticia.
<i>Latebraria amphipyroides</i>	Lepidoptera – <i>Erebidae (Erebinae)</i>		Polilla-mariposa nocturna; forma parte de las cadenas alimenticias como herbívoro en estado larval.
<i>Rosema deolis</i>	Lepidoptera- <i>Notodontidae</i>		Se encuentra en áreas con vegetación densa, donde las larvas se desarrollan sobre plantas hospederas

Tabla 5. polillas (*Lepidópteros nocturnos*)

Especie / Taxón	Taxonomía (Orden – Familia)	Imagen	Descripción
<i>Brachymesia herbida</i>	Odonata – <i>Libellulidae</i>		Libélula asociada a cuerpos de agua lénticos y lóticos; sus ninfas acuáticas son depredadoras y contribuyen al control de poblaciones de otros invertebrados acuáticos.
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	Odonata – <i>Calopterygidae</i>		Libélula propia de ambientes ribereños con aguas limpias; es considerada un indicador de buena calidad ambiental y estabilidad ecológica.

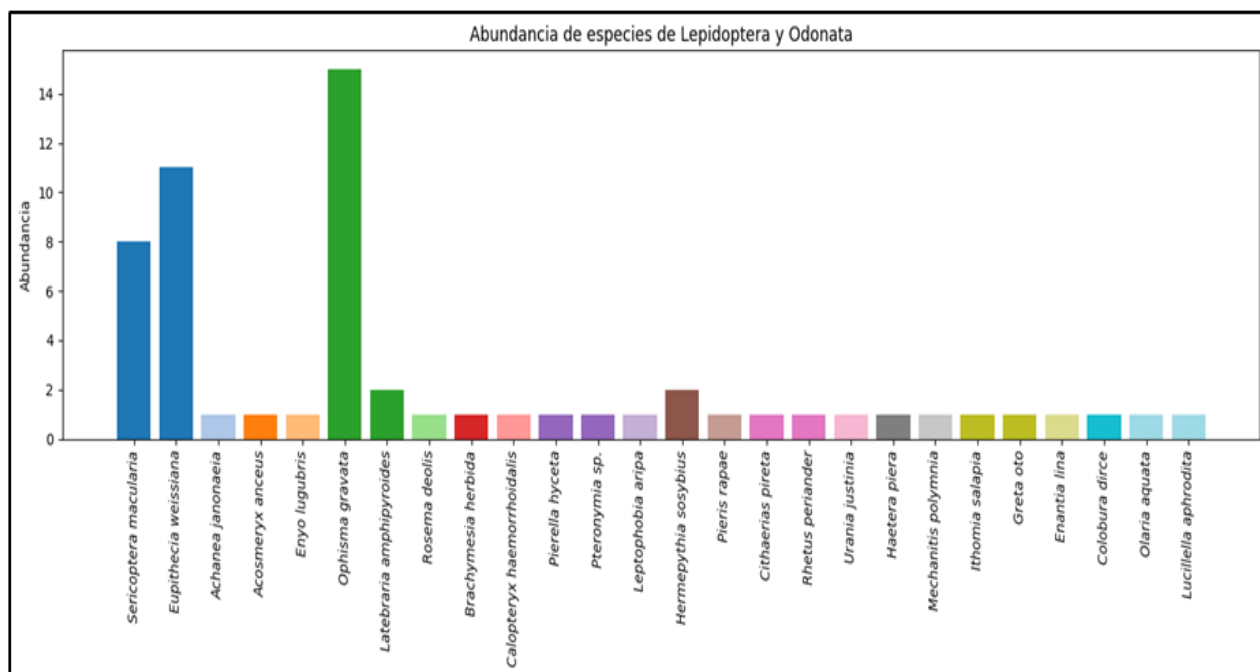
Tabla 6. Libélulas (Odonata)

Especie / Taxón	Taxonomía (Orden – Familia)	Imagen	Descripción
<i>Pierella hyceta</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i>		Mariposa asociada a bosques húmedos; suele habitar zonas sombreadas y participa en la dinámica trófica del sotobosque.
<i>Pteronymia sp.</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i>		Mariposa de alas transparentes; típica de ambientes boscosos, asociada a plantas hospederas específicas.
<i>Leptophobia aripa</i>	Lepidoptera – <i>Pieridae</i>		Mariposa diurna común en áreas abiertas; sus larvas se alimentan principalmente de plantas de la familia Brassicaceae.
<i>Hermepythia sosybius</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i>		Mariposa asociada a zonas de vegetación densa; contribuye a la diversidad funcional del ecosistema.

<i>Pieris rapae</i>	Lepidoptera – <i>Pieridae</i> .		Mariposa ampliamente distribuida; actúa como herbívoro y ocasionalmente como polinizador.
<i>ithaerias pireta</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i>		Mariposa sensible a cambios ambientales los adultos se alimentan de jugos de frutas fermentadas y cumplen un papel en la dinámica del ecosistema forestal.
<i>Rhetus periander</i>	Lepidoptera – <i>Riodinidae</i>		Mariposa asociada a bosques tropicales; importante en procesos de polinización.
<i>Urania justinia</i>	Lepidoptera – <i>Uraniidae</i> (<i>Microniinae</i>)		Especie poco frecuente; vinculada a ecosistemas bien conservados.
<i>Haetera piera</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i> (<i>Satyrinae</i>)		Mariposa de sotobosque, dependiente de ambientes húmedos y sombreados.
<i>Mechanitis polymnia</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i>		Mariposa mimética; juega un papel importante en redes ecológicas y defensa química.
<i>Ithomia salapia</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i>		Mariposa transparente, indicadora de ecosistemas conservados.
<i>Greta oto</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i>		Mariposa conocida como “alas de cristal”; relevante para estudios de biodiversidad y conservación.
<i>Enantia lina</i>	Lepidoptera – <i>Pieridae</i>		Mariposa diurna asociada a zonas abiertas y bordes de bosque.

<i>Colobura dirce</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i>		Mariposa frecuente en áreas intervenidas; contribuye al reciclaje de energía en el ecosistema.
<i>Olaria aquata</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i>		Mariposa poco abundante; asociada a hábitats específicos del bosque.
<i>Lucillella aphrodita</i>	Lepidoptera – <i>Nymphalidae</i> .		Mariposa que habita en bosques tropicales y subtropicales, especialmente en zonas húmedas. Se encuentra comúnmente en sotobosques, donde vuela a baja altura.

Tabla 7. Mariposas (Lepidópteros diurnos)



Gráfica 3. Abundancia de especies Lepidópteros y Odonatas

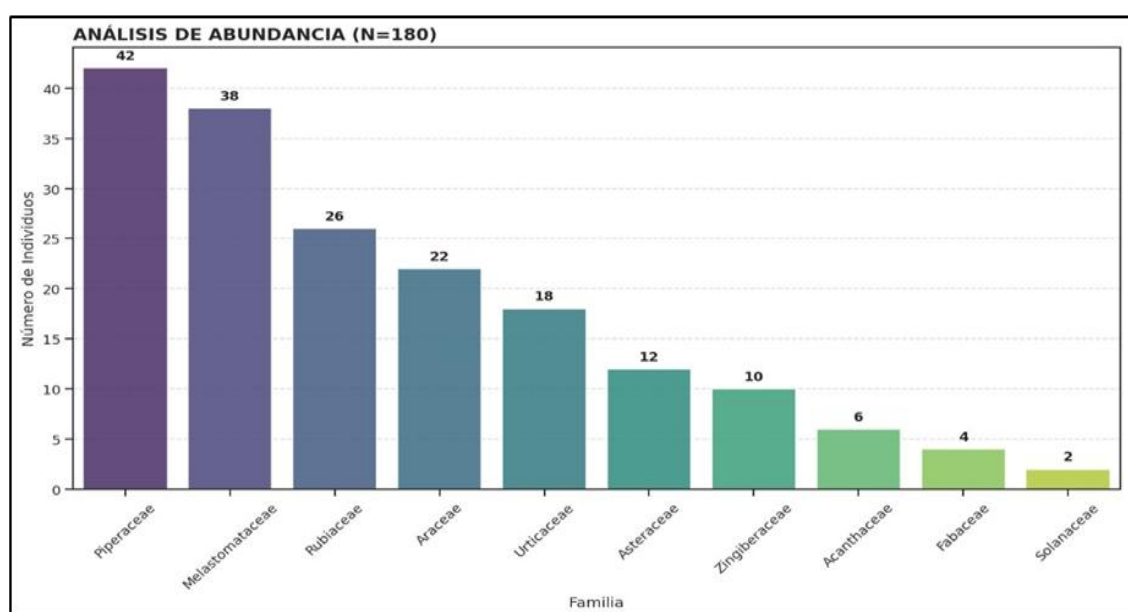
La gráfica de abundancia de polillas, libélulas y mariposas de la Reserva Natural El Rubí muestra un patrón típico de ecosistemas conservados, con alta riqueza de especies y baja abundancia individual. Destaca *Ophisma gravata* como la especie más abundante, seguida por *Eupithecia weissiana* y *Sericoptera macularia*, lo que indica una adecuada disponibilidad de recursos vegetales. La mayoría de las especies registradas con uno o dos individuos incrementan la diversidad taxonómica y reflejan la presencia de microhábitats específicos. La inclusión de esfíngidos polinizadores y libélulas indicadoras de buena calidad ambiental

confirma una comunidad entomológica funcional y un buen estado de conservación del ecosistema (Magurran, 2004; Begon et al., 2006).

Para estimar la diversidad de la comunidad entomológica registrada se aplicó el Índice de diversidad de Simpson, incorporando todos los taxones listados en las Tablas de coleópteros, himenópteros, dípteros, hemípteros, lepidópteros (polillas y mariposas) y odonatos (libélulas).

El Índice de Diversidad de Simpson ($1 - D = 0.85$) indica una alta diversidad entomológica en la Reserva Natural El Rubí, característica de ecosistemas bien conservados y ecológicamente estables. Durante el muestreo se registraron 549 individuos distribuidos en 52 taxones, lo que refleja una elevada riqueza biológica. La comunidad estuvo dominada por *Eurysternus foedus*, *Pachycondyla crassinoda* y *Onthophagus acuminatus*, especies asociadas a procesos clave como la descomposición de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes. No obstante, la presencia de numerosas especies de baja abundancia, especialmente de Lepidoptera y Odonata, incrementa la diversidad total y evidencia la heterogeneidad de hábitats. La representación de múltiples grupos funcionales confirma una alta funcionalidad ecológica y la estabilidad del ecosistema.

Caracterización botánica



Gráfica 4. Abundancia de individuos botánica

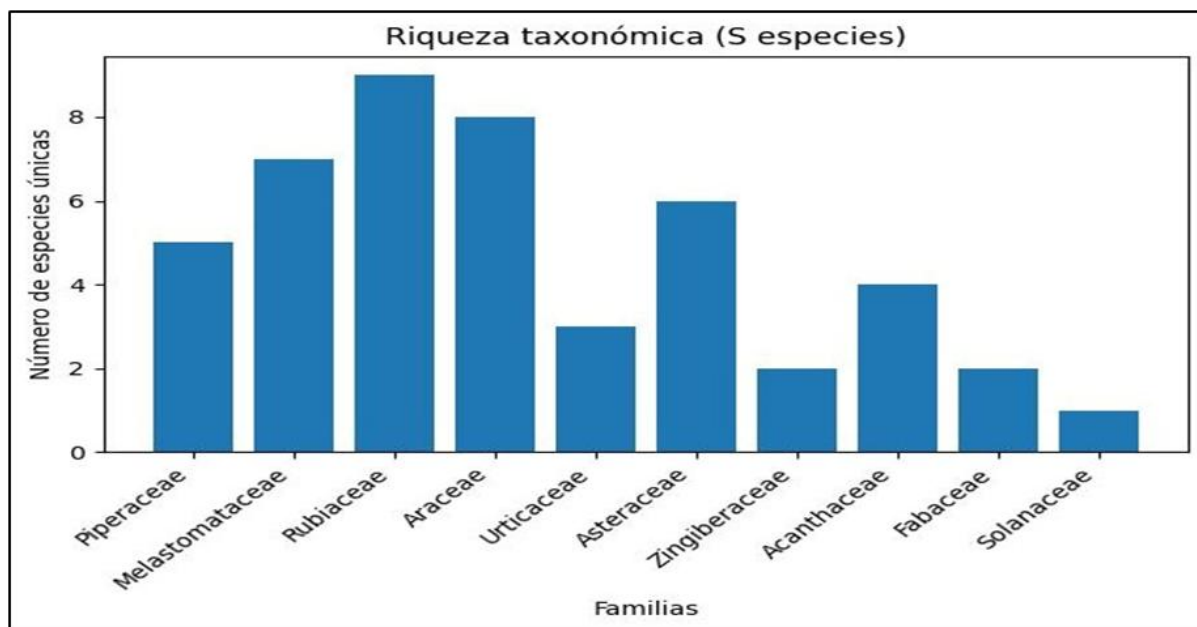
La gráfica evidencia la estructura florística de la Reserva Natural El Rubí, la cual corresponde a un ecosistema de bosque húmedo tropical ubicado en el piedemonte andino del sur del Cauca. La distribución de los individuos por familia muestra un patrón característico de estos

ecosistemas: una alta concentración de individuos en pocas familias dominantes, acompañada por varias familias con menor representación. Este comportamiento es típico de áreas naturales con alta diversidad biológica, donde los procesos de regeneración y sucesión ecológica se encuentran activos. La familia Piperaceae presenta la mayor abundancia, con 42 individuos registrados. En la reserva, los géneros *Piper* sp y *Peperomia* sp se distribuyen principalmente en el sotobosque, bordes de quebradas y senderos, lo que indica condiciones de alta humedad, sombra constante y disturbios naturales leves. Su dominancia resalta su papel en la estructura del sotobosque y en la provisión de recursos para diferentes grupos de fauna.

En segundo lugar, la familia Melastomataceae, con 38 individuos, se encuentra ampliamente representada por géneros como *Miconia* sp y *Clidemia* sp. Su alta abundancia sugiere la presencia de vegetación secundaria y áreas en transición sucesional, además de una elevada oferta de frutos que favorece la interacción con aves y otros dispersores, rasgo típico de los bosques húmedos del Cauca.

La familia Rubiaceae, con 26 individuos, está dominada principalmente por el género *Psychotria* sp, el cual se asocia comúnmente a bosques conservados y sombreados. Su presencia constante indica un estado ecológico funcional, reflejando estabilidad ambiental y una compleja estructura del sotobosque. Por su parte, la familia Araceae, con 22 individuos, incluye géneros como *Anthurium*, *Philodendron* sp, *Dieffenbachia* sp y *Xanthosoma* sp, los cuales son característicos de ambientes con alta humedad ambiental. Estas especies aportan significativamente a la heterogeneidad estructural del sotobosque y evidencian la presencia de microhábitats favorables dentro de la reserva. La familia Urticaceae, representada por 18 individuos, agrupa especies como *Cecropia* sp, *Boehmeria* sp y *Pilea* sp, que suelen estar asociadas a aperturas del dosel y procesos de regeneración temprana. Su presencia refleja la dinámica natural del bosque y la importancia de especies pioneras en la recuperación del ecosistema.

Finalmente, se registran varias familias con menor abundancia relativa. Asteraceae (12 individuos) corresponde principalmente a hierbas y arbustos presentes en claros y bordes; Zingiberaceae (10 individuos) agrupa especies típicas del sotobosque húmedo y zonas cercanas a quebradas; Acanthaceae (6 individuos) incluye plantas propias del sotobosque; Fabaceae (4 individuos), representada principalmente por *Inga* sp., cumple un papel relevante en la estructura del dosel y la fijación de nitrógeno; mientras que Solanaceae (2 individuos) presenta una distribución puntual de arbustos del sotobosque. En conjunto, la gráfica de abundancia refleja una composición florística diversa, dominada por familias características del sotobosque húmedo, lo que confirma el buen estado ecológico de la Reserva Natural El Rubí y la importancia de este ecosistema para la conservación de la biodiversidad regional.



Gráfica 5. Riqueza taxonómica de especies .

La riqueza taxonómica registrada, refleja el número de especies únicas presentes en cada familia botánica, constituyéndose en un indicador fundamental para comprender la diversidad florística, la complejidad ecológica y el estado de conservación del bosque húmedo tropical que caracteriza esta área del sur del Cauca. La gráfica evidencia una distribución heterogénea de la riqueza, con familias altamente diversas y otras con una representación más restringida, lo cual es típico de ecosistemas naturales bien estructurados. Dentro del conjunto de familias analizadas, Rubiaceae se destaca como la más diversa, con un total de nueve especies, lo que la posiciona como la familia con mayor riqueza taxonómica en la reserva. Este valor está estrechamente asociado a la presencia del género *Psychotria* sp, el cual fue registrado con múltiples morfoespecies conocidas localmente como labios de mujer, beso de la selva, cafecillo y sangre de gallina. La elevada riqueza de esta familia indica la existencia de un sotobosque altamente heterogéneo, con condiciones ambientales estables, elevada humedad y sombra constante, además de resaltar su importancia ecológica como fuente de alimento para la fauna silvestre, especialmente aves y pequeños mamíferos.

En segundo lugar, la familia Araceae, con ocho especies, presenta una alta riqueza taxonómica que refleja la diversidad de microhábitats húmedos presentes en la reserva. La representación de géneros como *Anthurium* sp, *Philodendron* sp, *Dieffenbachia* sp, *Xanthosoma* sp y *Monstera* sp evidencia la coexistencia de especies terrestres, trepadoras y epífitas, lo que contribuye significativamente a la complejidad estructural del sotobosque y de los estratos bajos del bosque. La familia Melastomataceae, con siete especies, muestra igualmente una riqueza elevada. Dominada por géneros como *Miconia* sp, *Clidemia* sp y *Blakea* sp, su presencia sugiere la ocurrencia de procesos activos de sucesión ecológica y una alta disponibilidad de frutos, especialmente relevantes para la avifauna. Además, esta familia evidencia una notable capacidad de adaptación a distintos niveles de luz y a gradientes de perturbación dentro del bosque. En un nivel de riqueza intermedia se encuentra la familia Asteraceae, representada por

seis especies, cuya presencia está asociada principalmente a claros, bordes de bosque y sectores con mayor incidencia lumínica. Esta riqueza moderada indica la existencia de microambientes abiertos al interior de la reserva y aporta de manera significativa a la diversidad del estrato herbáceo.

La familia Piperaceae, con cinco especies, presenta una riqueza intermedia a pesar de ser una de las familias más abundantes en número de individuos. Esta relación sugiere la dominancia de pocas especies altamente adaptadas, especialmente del género *Piper* sp, las cuales poseen una elevada eficiencia ecológica y una marcada capacidad colonizadora dentro del sotobosque. Por su parte, Acanthaceae, con cuatro especies, contribuye a la diversidad funcional del sotobosque mediante la presencia de géneros como *Aphelandra* sp, *Justicia* sp y *Pseuderanthemum* sp, los cuales desempeñan roles importantes en la dinámica ecológica del estrato bajo.

Las familias con menor riqueza taxonómica también aportan información relevante sobre la dinámica del ecosistema. Urticaceae, con tres especies, está asociada a especies pioneras como *Cecropia* sp y *Boehmeria* sp, lo que refleja la presencia de ambientes con disturbio natural o áreas en regeneración temprana dentro de la reserva. La familia Zingiberaceae, representada por dos especies, aunque presenta baja riqueza, muestra una presencia constante en zonas húmedas y cercanas a quebradas, donde cumple un rol estructural y ecológico clave en el sotobosque. De manera similar, Fabaceae, con dos especies, principalmente del género *Inga* sp, indica una baja diversidad específica, pero un alto valor funcional, especialmente por su aporte al dosel del bosque y su papel en la fijación de nitrógeno, fundamental para la fertilidad del suelo.

Finalmente, Solanaceae, con una sola especie, presenta la menor riqueza taxonómica registrada, lo que sugiere una presencia puntual y restringida dentro del sotobosque, posiblemente asociada a condiciones ambientales específicas o a requerimientos ecológicos particulares.

Índice de Jacknife de primer orden

El estimador Jacknife de primer orden indicó una riqueza potencial de aproximadamente 70 especies para el área de estudio, mientras que el muestreo directo registró 49 especies. Esta diferencia sugiere que el esfuerzo de muestreo, aunque considerable (180 individuos), aún no captura completamente la diversidad florística presente, lo cual es coherente con ecosistemas de bosque húmedo tropical caracterizados por una alta heterogeneidad espacial y la presencia de numerosas especies raras. El uso del índice Jacknife de primer orden resultó apropiado debido a su robustez frente al submuestreo y su eficacia en inventarios florísticos basados en presencia–ausencia.

Caracterización de herpetología

La implementación del sistema de trampas permitió registrar una diversidad representativa de fauna herpetológica asociada a ambientes terrestres y de baja movilidad en el área de estudio. Las trampas artesanales elaboradas con botellas plásticas modificadas y ganchos metálicos, junto con las trampas pasivas tipo pitfall adaptadas a partir de macetas plásticas, demostraron ser eficientes para la captura de organismos que se desplazan a nivel del suelo.

Se obtuvieron registros de anfibios y reptiles pertenecientes a diferentes familias taxonómicas, evidenciando una mayor frecuencia de captura en zonas caracterizadas por abundante hojarasca, alta humedad y proximidad a cuerpos de agua o áreas con cobertura vegetal densa. Las especies registradas presentaron comportamientos principalmente terrestres y crípticos, lo que resalta la efectividad de las trampas pitfall para este tipo de fauna. Asimismo, los datos obtenidos permitieron documentar características morfológicas y ecológicas relevantes de las especies observadas, contribuyendo al fortalecimiento del inventario biológico de la zona. En general, los resultados indican que la metodología empleada es adecuada para el monitoreo de herpetofauna terrestre, aportando información clave para la evaluación de la biodiversidad local y el diseño de futuras estrategias de conservación.

ESPECIES	IUCN
<i>Bothrops asper</i>	Preocupación Menor (Least Concern, LC)
<i>Theloderma corticale</i>	Preocupación Menor (Least Concern – LC)
<i>Phyllomedusa tarsius</i>	Preocupación Menor (Least Concern – LC).
<i>Scinax garbei</i>	Preocupación Menor (Least Concern – LC)
<i>Scinax fuscovarius</i>	Preocupación Menor (Least Concern – LC).

<i>Leptodeira annulata</i>	Preocupación Menor (Least Concern – LC)
<i>Erythrolamprus epinephelus</i>	Preocupación Menor (Least Concern – LC)
<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	Preocupación Menor (Least Concern – LC)

Tabla 8. Representa el estado de la especie según IUCN.

Nombre	Imagen	Datos
• Familia: Hylidae • Clase: Amphibia • Nombre científico: <i>Scinax garbei</i> • Nombre común: ranita garbeana		Pequeña rana arbórea (4-5 cm) de color marrón con hocico puntiagudo.

● Familia: Phyllomedusidae ● Clase: Amphibia ● Nombre científico: <i>Phyllomedusa tarsius</i> ● Nombre común: Rana hoja de tarso		Esta especie de rana se encuentra en los bosques tropicales y subtropicales de América del Sur. Es conocida por sus grandes ojos y su coloración verde brillante. Su hábitat natural incluye bosques secos de tierras bajas y pantanos, donde se camufla entre la vegetación.
● Familia: Rhacophoridae ● Clase: Amphibia ● Nombre científico: <i>Theloderma corticale</i> ● Nombre común: Rana musgo vietnamita (Vietnamese mossy frog)		Esta especie de rana es conocida por su notable camuflaje, que le permite imitar el musgo o el liquen en su hábitat natural, como rocas o ramas cubiertas de musgo.
● Familia: Hylidae ● Clase: Amphibia ● Nombre científico: <i>Scinax fuscovarius</i> ● Nombre común: Ranita hociCUDA de pintas claras.		Esta es una rana arborícola de tamaño pequeño a mediano, con piel lisa y discos expandidos en los dedos. Se alimenta de pequeños insectos y vive en diversos hábitats, como bosques y praderas, en varios países de América del Sur.

● Familia: Viperidae ● Orden: Squamata ● Clase: Reptilia ● Nombre científico: <i>Bothrops asper</i> ● Nombre común: Terciopelo, barba amarilla, mapaná, equis o nauyaca (dependiendo de la región).		Esta serpiente venenosa se encuentra en los bosques tropicales de América Central y el norte de Sudamérica. Es conocida por su veneno hemotóxico y su patrón de triángulos oscuros a lo largo de su cuerpo. Se alimenta principalmente de roedores, aves y lagartos.
● Familia: Colubridae (subfamilia Dipsadinae) ● Orden: Squamata ● Clase: Reptilia ● Nombre científico: <i>Leptodeira annulata</i> ● Nombre común: serpiente ojo de gato anillada		La culebra ojo de gato (<i>Leptodeira annulata</i>) es una serpiente nocturna de la familia Colubridae. Su veneno es de baja toxicidad para los humanos y se alimenta principalmente de anfibios. Recibe su nombre por sus pupilas verticales.

● Familia: Colubridae ● Orden: Squamata ● Clase: Reptilia ● Nombre científico: <i>Erythrolamprus epinephelus</i> ● Nombre común: serpiente de vientre de fuego		Serpiente no venenosa de cuerpo delgado, color negro o marrón con manchas o anillos amarillos. Habita en zonas húmedas y bosques, donde se alimenta de ranas y lagartijas. Es inofensiva y común en varias regiones de Colombia.
● Familia: Colubridae ● Orden: Squamata ● Clase: Reptilia ● Nombre científico: <i>Erythrolamprus aesculapii</i> ● Nombre común: falsa coral		serpiente no venenosa con un patrón de bandas rojas, negras y amarillas. Habita en bosques húmedos y cerca de ríos, donde se alimenta de ranas y lagartijas. Aunque imita a las corales verdaderas, no es peligrosa para los humanos y es común en varias regiones de Colombia, especialmente en la amazonia y norte del país

Tabla 9. Taxonomía herpetológica

A partir del trabajo de campo realizado y del análisis de los datos registrados en las tablas, se concluye que las especies de anfibios evaluadas (*Scinax garbei*, *Phyllomedusa tarsius*, *Theloderma corticale* y *Scinax fuscovarius*) se encuentran actualmente clasificadas como de preocupación menor (LC) según la UICN. Esto indica que a nivel global, sus poblaciones no presentan amenazas inmediatas que comprometan su supervivencia en el corto plazo, lo cual coincide con evaluaciones previas realizadas por programas internacionales de monitoreo de anfibios. No obstante, es importante destacar que su hábitat característico, la selva húmeda tropical, se considera uno de los ecosistemas más vulnerables frente al cambio climático y a las presiones antropogénicas, especialmente la deforestación y la fragmentación del paisaje. Diversos estudios como los informes globales sobre biodiversidad del IPBES y los análisis hechos por la Amphibian Survival Alliance han confirmado que la pérdida de hábitat es el

principal factor de disminución de anfibios en zonas tropicales. Aunque las especies estudiadas muestran comportamientos adaptativos, como conductas tímidas, evasivas o defensivas, estas adaptaciones no son suficientes para contrarrestar el deterioro continuo de su entorno. Adicionalmente, investigaciones recientes sobre herpetofauna neotropical han demostrado que incluso especies actualmente catalogadas como LC pueden experimentar declives poblacionales cuando aumentan las alteraciones ambientales o surgen nuevas amenazas, como la propagación del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), responsable de la quitridiomicosis, una enfermedad que ha afectado a cientos de especies de anfibios a nivel mundial. Aunque las especies evaluadas no presentan evidencia de afectación por Bd en esta zona, la literatura científica recomienda mantener una vigilancia constante debido a la capacidad de este patógeno para expandirse rápidamente.

Por otro lado, en nuestro estudio sobre herpetofauna, se pudo evidenciar una notable diversidad de serpientes en la selva húmeda tropical de la vereda Villa Rosa, lo cual demuestra la gran riqueza ecológica del ecosistema analizado. Durante el trabajo se registraron especies como *Bothrops asper*, *Leptodeira annulata*, *Erythrolamprus epinephelus* y *Erythrolamprus aesculapii*, cada una con comportamientos particulares (defensivos, inofensivos o relacionados con la caza) y diferentes patrones de actividad. Esto permitió identificar una marcada partición de nichos ecológicos y una fuerte adaptación de estas especies a las condiciones ambientales del área.

Durante las jornadas de campo se comprendió que estas serpientes cumplen funciones ecológicas esenciales. Por ejemplo, *Leptodeira annulata* actúa como controladora de poblaciones de pequeños mamíferos y anfibios; mientras que especies no venenosas como *Erythrolamprus aesculapii* y *Erythrolamprus epinephelus* también contribuyen al equilibrio ecológico, tanto como depredadoras como presas. Las serpientes venenosas, como "*Bothrops asper*", influyen de manera significativa en la conducta de otras especies y en la dinámica general del ecosistema. Adicionalmente, al consultar el estado de conservación según la UICN, se determinó que estas especies se encuentran clasificadas en la categoría de menor preocupación.

Caracterización de avifauna

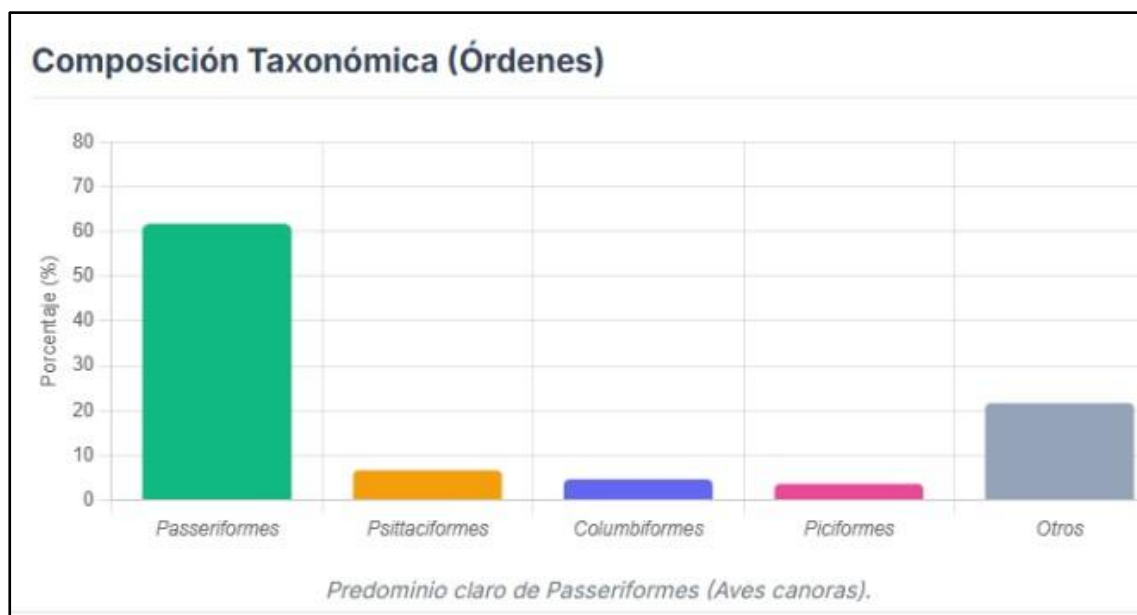
La presencia de especies clave como *Cyanocorax violaceus*, *Trogon curucui*, *Pionus menstruus*, *Contopus cooperi* y *Tyrannus melancholicus* evidencia un ecosistema funcional con adecuada heterogeneidad estructural y trófica. El orden Passeriformes presentó la mayor representatividad 62 %, seguido por Psittaciformes 7 %, Columbiformes 5 %, Piciformes 4 % y otros órdenes 22 %, patrón típico de ambientes con diversidad de nichos y cobertura vegetal variable.

Desde el enfoque funcional, las especies insectívoras dominaron la comunidad 38 %, seguidas por frugívoras 30 %, nectarívoras–omnívoras 18 % y carnívoras – piscívoras 14 %, lo que refleja una estructura trófica equilibrada. Las especies frugívoras, particularmente *C. violaceus*

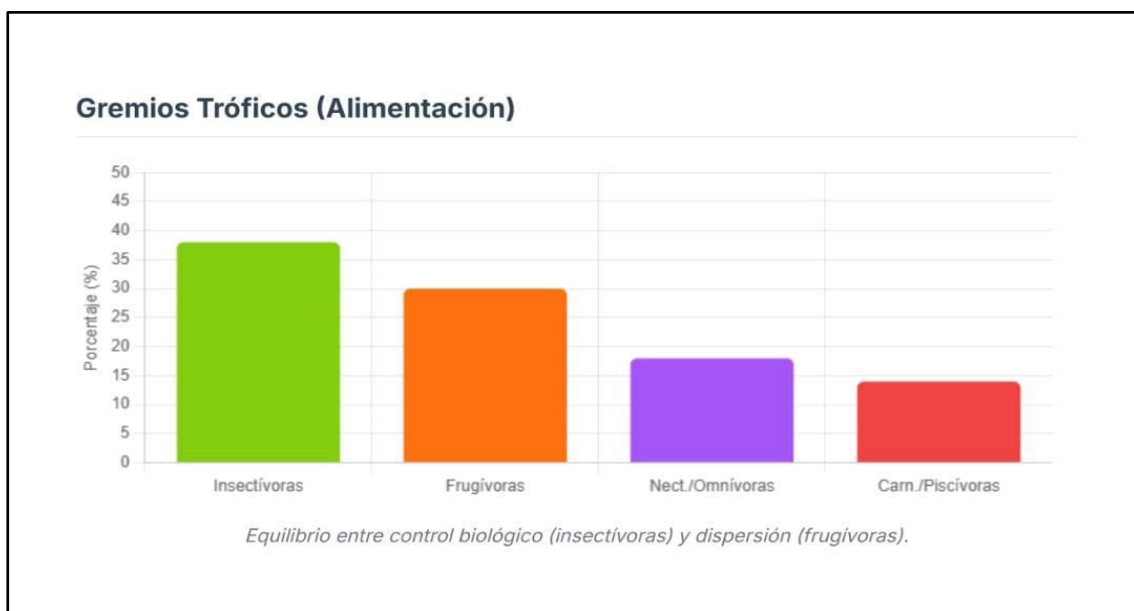
y *P. menstruus*, cumplen un papel relevante en la dispersión de semillas y la regeneración vegetal, mientras que *C. cooperi* y *T. melancholicus* aportan al control de poblaciones de insectos.

La presencia de especies asociadas a ambientes acuáticos, como *Pilherodius pileatus* y *Ceryle torquata*, confirma la disponibilidad de cuerpos de agua en condiciones ecológicas favorables, los cuales sustentan aproximadamente el 20 % de la avifauna registrada. En términos de conservación, el 100 % de las especies se encuentra bajo la categoría Preocupación Menor (LC) según la UICN; no obstante, cerca del 35 % actúa como bioindicador de calidad del hábitat y aproximadamente el 45 % presenta alta sensibilidad a modificaciones en la cobertura vegetal.

Estos resultados respaldan la importancia ecológica del área y proporcionan criterios técnicos para el monitoreo ambiental, la planificación del manejo sostenible del territorio y la conservación preventiva de especies sensibles, consolidando la avifauna como un componente clave para la gestión ambiental y la sostenibilidad del ecosistema.



Gráfica 6. Composición taxonómica (órdenes)



Gráfica 7. Gremios Tróficos (alimentación)

Información taxonómica y nombres	Registro fotográfico	Descripción
Orden: Passeriformes Familia: Corvidae Género: <i>Cyanocorax</i> Nombre científico: <i>Cyanocorax violaceus</i> Nombre común: <i>Urraca violácea</i> Estado de conservación: Preocupación menor LC		Ave grande y oscura con un plumaje azul vibrante y una cabeza y un babero negros. Frecuenta una variedad de hábitats abiertos, incluyendo bordes de bosques, jardines y áreas agrícolas. A menudo es particularmente común en la vegetación a lo largo de riberas.

Orden: Trogoniformes Familia: Trogonidae Género: <i>Trogon</i> <i>Estado</i> Nombre científico: <i>Trogon curucui</i> Nombre común: Trogón de corona azul Estado de conservación: Preocupación menor LC	no 	Trogón pequeño de vientre rojo. El macho presenta cabeza azul con anillo ocular amarillo; la hembra, cabeza gris con anillo ocular blanco. Habita bordes de bosque en várzea, llanuras aluviales y zonas agrícolas, siendo común en áreas pantanosas del occidente de su distribución
Orden: Psittaciformes Familia: Psittacidae Género: <i>Pionus</i> Nombre científico: <i>Pionus menstruus</i> Nombre común: Loro cabeciazul Estado de conservación: Preocupación Menor. LC		Loro de tamaño mediano, cola corta y cuadrada, mayormente verde, pero con la cabeza azul y las cobertoras inferiores de la cola rojas. Sexos iguales. Sus aleteos profundos no sobrepasan la línea horizontal. Su llamada chirriante sube notablemente en tono, usualmente emitida dos o tres veces.

Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Contopus</i> Nombre científico: <i>Contopus cooperi</i> Nombre común: Mosquero de dorso oliva Estado de conservación: preocupación menor (LC)		Es un mosquero robusto, de postura erguida, que se posa en perchas altas y visibles. Presenta un pecho oscuro en forma de chaleco y una franja blanca desde la garganta hasta el vientre; a veces se notan parches blancos en la rabadilla. Es más grande que otros peces, con pico más largo y contraste más marcado. Se alimenta de insectos.
Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Tyrannus</i> Nombre científico: <i>Tyrannus melancholicus</i> Nombre común: Siriri común Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Mide aproximadamente 20 cm de longitud y pesa alrededor de 40 g, tiene la cabeza gris, con una cresta retráctil de color anaranjado. Su dorso es verde grisáceo, el pecho oliváceo y el abdomen amarillo. En Colombia, es un ave común en áreas abiertas y semiabiertas.

Orden: Pelecaniformes Familia: Ardeidae Género: <i>Pilherodius</i> Nombre científico: <i>Pilherodius pileatus</i> Nombre común: Garza encapuchada Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		garza mediana, poco común, con espalda plateada, cuello y vientre beige, gorra negra y lores azul brillante. Presenta largas plumas blancas en la parte posterior de la cabeza, lo que la hace fácil de distinguir de otras garzas. Generalmente es solitaria.
Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Contopus</i> Nombre científico: <i>Contopus caribaeus</i> Nombre común: Pibí cubano / Cuban Pewee Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Es un ave pequeña y tranquila, de aproximadamente 14 a 15 cm de longitud, con plumaje mayormente gris parduzco que le permite camuflarse fácilmente en su entorno. El pecho y el vientre son más claros, dando un contraste suave con el resto del cuerpo. Sus alas son marrón oscuro y la cola es relativamente larga, recta y bien definida. Tiene un pico corto, fino y puntiagudo, perfectamente adaptado para atrapar insectos en vuelo. Sus ojos son oscuros y expresivos, y cuando se posa suele mantener una postura erguida y atenta, típica de los atrapamoscas.

Orden: Columbiformes Familia: Columbidae Género: <i>Patagioenas</i> Nombre científico: <i>Patagioenas plumbea</i> Nombre común: Paloma plumiza Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Es una paloma grande y oscura del bosque, de color gris violáceo, con alas más marrones y ojos pálidos. Tiene cola larga y aspecto más claro que otras palomas similares. Ambos sexos son iguales. Es discreta, vive en el dosel del bosque y se alimenta de frutos; se oye más de lo que se ve por su canto profundo y repetitivo.
Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Machetornis</i> Nombre científico: <i>Machetornis rixosa</i> Nombre común: Mosquero Colliargo Mosquero de Rabadilla Blanca Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		plumas centrales de la cola sumamente largas, más largas en los machos que en las hembras. Incluso sin cola, el plumaje es único: cuerpo negro con la espalda y ceja blancas. Mosquero bastante pequeño, generalmente se percha visiblemente en claros, hábitats abiertos o bordes del bosque. Escucha por su silbido con tonalidad ascendente.

Orden: Coraciiformes Familia: Alcedinidae Género: <i>Megaceryle</i> Nombre científico: <i>Ceryle torquata</i> Nombre común: Pescador de Collar, Martín Gigante Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Es el martín pescador más grande de América. Se distingue por su cabeza y cuello rayados, pico robusto y puntiagudo, y dimorfismo sexual: el macho tiene la región malar (bigotera) blanca, mientras que la hembra la tiene anaranjada. Habita en arroyos sombreados, manglares, pozas tranquilas y orillas de lagos en tierras bajas tropicales.
Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Philohydor</i> Nombre científico: <i>Philohydor lictor</i> Nombre común: Lesser Kiskadee / Benteveo menor Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Este mosquero es marrón arriba y amarillo brillante abajo con un patrón blanco y negro en la cabeza; muy similar en el plumaje a una gran cantidad de otras especies incluyendo, Sin embargo, nota el tamaño más pequeño de Lesser Kiskadee, su forma esbelta y su pico más largo y delgado. Sexos similares. Se encuentra solo o en pares, casi exclusivamente alrededor de cuerpos de agua, donde caza insectos volando desde perchas bajas o medias. También consume pequeños frutos ocasionalmente.

Orden: Passeriformes Familia: Thraupidae Género: <i>Cissopis</i> Nombre científico: <i>Cissopis leverianus</i> Nombre común: Tangara Urraca Tangara Blanquinegra Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Inconfundible tangara enorme, blanco y negro, con una cola muy larga, la rabadilla y el vientre blancos. Nota los ojos amarillos que contrastan con la cabeza, la espalda, el pecho y las alas negro-azul brillante. La cola graduada es negra y tiene puntas blancas. Se encuentra en los bordes del bosque, plantaciones, claros y jardines; ocasionalmente se une a bandadas de especies mixtas.
Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Atila</i> Nombre científico: <i>Atila spadiceus</i> Nombre común: Atila polimorfo, Atila culiamarillo, Mosquero Atila. (Tiránidos o Atrapamoscas) Estado de conservación: Preocupación menor (LC),		Mosquero grande y distintivo de bosques tropicales y subtropicales; se le escucha más de lo que se ve. Se alimenta desde el suelo del bosque al follaje. Tiene el hábito de sacudir fuerte su cola de arriba a abajo cuando está perchado. Se identifica fácil por su mirada intensa de ojos naranjos; robusto, y con un pico ligeramente ganchudo de color rosa suave, y pecho rayado.

Orden: Passeriformes Familia: Icteridae (Ictéridos o Tordos americanos) Género: <i>Psarocolius</i> Nombre científico: <i>Psarocolius angustifrons</i> Nombre común: Oropéndola de pico delgado, Oropéndola de frente angosta. Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		El color del pico es variable: negruzco oscuro en las tierras bajas amazónicas y generalmente amarillento en los Andes. Nota las plumas amarillas exteriores de la cola como otras oropéndolas. Típicamente en bandadas que forrajean en el dosel, a veces en bandadas mixtas con otras oropéndolas o caciques. Escucha por un sonido crepitante seguido de uno que suena como una gota de agua.
Orden: Passeriformes Familia: Thraupidae (Tángaras y Parientes) Género: <i>Sporophila</i> Nombre científico: <i>Sporophila angolensis</i> Nombre común: Semillero de vientre castaño, Cardenalito de vientre castaño Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Ampliamente distribuido, pero poco común en las tierras bajas de Suramérica, principalmente al este de los Andes. El macho es mayormente negro con el vientre castaño. La hembra es marrón cálido. Ambos sexos tienen un pico oscuro muy grande.

Orden: Passeriformes Familia: Thraupidae (Tángaras y Parientes) - Nota: Anteriormente estaba en <i>Cardinalidae</i> Género: <i>Saltator</i> Nombre científico: <i>Saltator grossus</i> Nombre común: Picogrueso pizarroso Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Picogrueso imponente, completamente gris plateado con garganta blanca notable y pico grueso rojo brillante. La hembra es similar, pero con pico anaranjado más opaco. Se encuentra solo o en parejas, usualmente en niveles medios en bosques o bordes, a menudo siguiendo una bandada de especies mixtas.
Orden: Passeriformes Familia: Tyrannidae Género: <i>Tyrannulus</i> Nombre científico: <i>Tyrannulus elatus</i> Nombre común: Tiranolete de corona amarilla, Mosquerito coronigualdo, Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Mosquerito de pico pequeño comúnmente encontrado en el dosel. Vientre amarillo con cabeza gris y ceja blancuzca pálida. Barras alares blancas. La corona amarilla que da origen al nombre es a veces visible. Sexos iguales. Su vocalización es la característica más obvia para la identificación

Orden: Strigiformes (Rapaces nocturnas) Familia: Strigidae (Búhos y Lechuzas verdaderas) Género: <i>Glaucidium</i> Nombre científico: <i>Glaucidium brasilianum</i> Nombre común: Mochuelo caburé, Búho pigmeo rojizo Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Tecolote pequeño de tierras bajas tropicales, ampliamente distribuido y generalmente común, suele verse y escucharse durante el día. Prefiere bosques tropicales abiertos y sus bordes, vegetación secundaria con árboles (incluyendo parques en pueblos y ciudades) así como pastizales con pinos.
Orden: Passeriformes Familia: Thraupidae (Tángaras y Parientes) Género: <i>Saltator</i> Nombre científico: <i>Saltator maximus</i> Nombre común: Saltador de garganta beige, Saltador de garganta canela, Pepitero de garganta canela Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Bastante común en tierras bajas tropicales húmedas. El parche color beige de la garganta está rodeado por la banda negra del pecho y el bigote negro. La cabeza no contrasta fuertemente con la espalda verde-oro como si lo hace en el más grande y más ruidoso Black-headed Saltator.

Orden: Piciformes Familia: Ramphastidae (Tucanes) Género: <i>Ramphastos</i> Nombre científico: <i>Ramphastos tucanus</i> Nombre común: Tucán de garganta blanca, Tucán de pico rojo, Tucán de garganta amarilla Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Tucán grande, blanco y negro, de bosques de tierras bajas. A menudo se percha conspicuamente en las copas de los árboles y en los claros. Su distribución traslapa con la de Channel-billed Toucan, que es notablemente similar en la mayor parte de su rango.
Orden: Passeriformes Familia: Dendrocolaptidae (Trepatroncos) Género: <i>Glyphorynchus</i> <i>spirurus</i> Nombre científico: <i>Glyphorynchus</i> <i>spirurus</i> Nombre común: Trepatroncos de pico en cuña Estado de conservación: Preocupación menor LC		Trepatroncos muy pequeño de bosques perennifolios en tierras bajas tropicales y laderas. Trepa por los troncos, usualmente en espiral, buscando comida entre las cortezas, luego vuela a la parte baja de otro tronco para empezar a subir y buscar de nuevo. Note el pico pequeño en forma de cuña y pecho punteado de beige pálido.

Orden: Passeriformes Familia: Coerebidae (Reinitas) Género: <i>Coereba</i> Nombre científico: <i>Coereba flaveola</i> Nombre común: Reinita común, Platanero, Mielero o Cigüita Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Ave parecida a un chipe, pequeña y activa. Vive en bosques y bordes de bosque tropicales, y en jardines. Se alimenta de néctar y frutas; en algunas áreas (principalmente en el Caribe) se alimenta en comederos. Nota la marcada ceja blanca, pico ligeramente curvado y partes inferiores amarillas. El color de la garganta varía desde gris pálido en tierra firme (México a Sudamérica continental)
Orden: Passeriformes Familia: Parulidae (Reinitas o Chipes del Nuevo Mundo) Género: <i>Myiothlypis</i> Nombre científico: <i>Myiothlypis fulvicauda</i> Nombre común: Reinita culipálida, Chipe de rabadilla canela. Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Chipe pequeño del suelo que se encuentra frecuentemente cerca del agua, especialmente de arroyos en el bosque. También a menudo se ve saltando a lo largo de senderos; a veces es visto cerca de un ejército de hormigas guerreras. Sexos iguales. Marrón arriba y grisáceo pálido abajo con la ceja pálida. Con frecuencia mueve la cola de lado a lado, haciendo que la base de la cola y rabadilla sean muy conspicuas.

Orden: Passeriformes Familia: Dendrocolaptidae (Trepatroncos) Género: <i>Dendrocincla</i> Nombre científico: <i>Dendrocincla fuliginosa</i> Nombre común: Trepatroncos pardo liso, Trepador pardo Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Trepatroncos de tamaño mediano; bien nombrado, completamente marrón cálido sin estrías o puntos. Nota el patrón de la cara: línea oscura del bigote y mejilla grisácea pálida. Pico todo oscuro y bastante corto para un trepatroncos. Principalmente un pájaro del bosque, más a menudo visto acompañando a una bandada de especies mixtas. Generalmente, no anda en el dosel; prefiere los niveles más bajos o medios.
Orden: Passeriformes Familia: Thraupidae (Tangaras y Parientes) Género: <i>Tangara</i> Nombre científico: <i>Tangara chilensis</i> Nombre común: Tángara del Paraíso, Tangara siete colores Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Tángara pequeña, increíblemente coloreada de las tierras bajas de la Amazonía. La cabeza verde brillante contrasta con el cuerpo rojo, azul y negro. Sexos iguales. A menudo bastante común dentro de su rango. Se encuentra en el dosel del bosque húmedo, a menudo en bandadas de especies mixtas.

Orden: Accipitriformes Familia: Accipitridae (Águilas, Halcones y Parientes) Género: <i>Rupornis</i> Nombre científico: <i>Rupornis magnirostris</i> Nombre común: Aguililla caminera, Gavilán Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Muy bien nombrada, esta aguililla es común al lado de los caminos en tierras bajas tropicales del este de México y Centroamérica, es escasa en el Oeste de México (donde la Aguililla Gris es más común en los caminos). Suele verse en cables, postes y cercas. El adulto tiene ojos pálidos penetrantes, pecho estriado que contrasta con el vientre barrado.
Orden: Cuculiformes Familia: Cuculidae (Cuculillos y Parientes) Género: <i>Piaya</i> Nombre científico: <i>Piaya cayana</i> Nombre común: Cuclillo ardilla, Alma de gato, Pájaro ardilla, Chiricote. Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Cuclillo rojo canela brillante y llamativo con cola larga, ampliamente distribuido en tierras bajas tropicales; localmente en faldas de montañas. No hay especies similares en México y Centroamérica. Se le encuentra en gran variedad de hábitats arbolados y bordes de bosque. Generalmente se alimenta sigilosamente en los estratos medios y altos de los árboles, donde puede ser sorprendentemente difícil de ver. Puede encontrarse atravesando en picada los caminos, causando sorpresa.

Orden: Trogoniformes Familia: Trogonidae (Trogones y Quetzales) Género: <i>Trogon</i> Nombre científico: <i>Trogon viridis</i> Nombre común: Trogón de espalda verde, Surucúa verde, Trogón amazónico. Estado de conservación: Preocupación menor (LC)		Los machos tienen la espalda verde, la cabeza y el pecho azulados, y el vientre amarillo. La parte inferior de la cola es blanca con manchas oscuras. Las hembras tienen la cabeza y el pecho gris-marrón. Sus colas son similares a las de los machos, pero también tienen barras horizontales grises. Encontrado en niveles superiores e intermedios de bosques húmedos, en bordes de bosque, así como en bosques menos tupidos y bosques secundarios.
Orden: Passeriformes Familia: Tityridae (Títiras y Parientes) Género: <i>Pachyramphus polychopterus</i> Nombre científico: <i>Pachyramphus polychopterus</i> Nombre común: Cabezón de alas blancas. Estado de Conservación: preocupación menor (LC)		Los cabezones son reminiscentes de los mosqueros; son de tamaño mediano y tienen una cabeza bastante plana. Varían geográficamente: los machos en el norte y el oeste son de color gris con gorra y espalda negras; en el Amazonas son mayormente negro, y ambas formas tienen marcas blanco y negro contrastantes en las alas. La hembra es poco descriptible con la cara algo lisa y partes inferiores amarillo pálidas.

Tabla 10. Taxonomía avifauna

Caracterización de limnología

El muestreo de macroinvertebrados acuáticos registró un total de 133 individuos, pertenecientes a ocho órdenes, trece familias y once géneros, lo que evidencia una comunidad taxonómicamente diversa. Los grupos más abundantes fueron *Chironomus* sp. (Diptera: Chironomidae) con 33 individuos, *Hyalella* sp. (Amphipoda: Hyalellidae) con 26 individuos y Elmidae (Coleoptera) con 21 individuos, los cuales dominaron la composición comunitaria.

Asimismo, se identificaron organismos como *Baetis* sp. (Ephemeroptera: Baetidae) y *Anacroneuria* sp. (Plecoptera: Perlidae), junto con escarabajos acuáticos de las familias Elmidae y Psephenidae.

Registro fotografico	Orden	Familia	Género	Abundancia
	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i> sp	14
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i> sp	9
	Coleoptera	Elmidae		6
	Coleoptera	Psephenidae		3
	Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i> sp	3

	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp	8
	Odonata	Libellulidae	<i>Orthemis</i> sp	4
	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp	5
	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp	33
	Hemiptera	Corixidae	<i>Corixa</i> sp	4
	Coleoptera	Elmidae		15

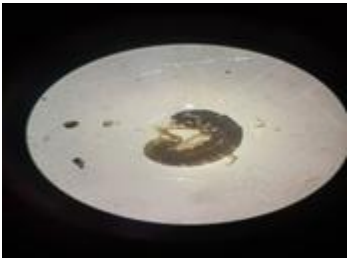
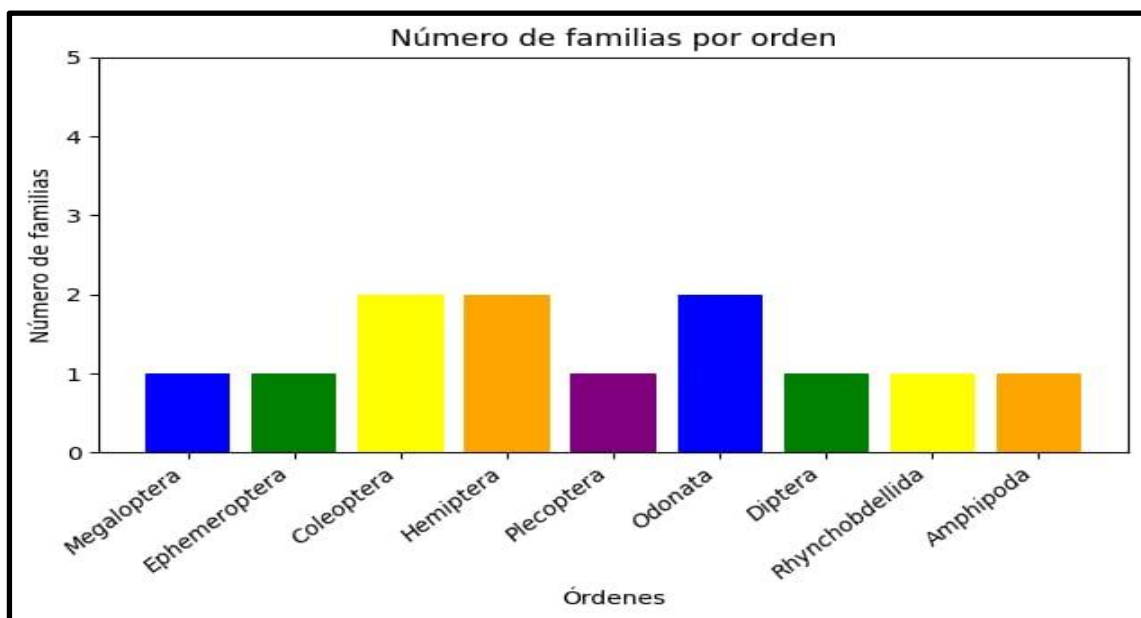
	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i> sp	3
	Amphipoda	Hyaletellidae	<i>Hyaletella</i> sp	26

Tabla 11. *Taxonomía de limnología*



Gráfica 8. *Número de familias por orden*

La gráfica muestra la distribución del número de familias por orden taxonómico, evidenciando una mayor representación en Coleoptera, Hemiptera y Odonata, cada uno con dos familias registradas, lo que sugiere una mayor diversidad relativa y una alta capacidad de adaptación a las condiciones del área de estudio. En contraste, los órdenes Megaloptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera, Rhynchobdellida y Amphipoda presentan una sola familia, indicando una menor riqueza taxonómica o una representación más restringida. En conjunto, el patrón observado refleja una diversidad moderada, con predominio de órdenes comúnmente asociados

a ecosistemas acuáticos y ribereños bien conservados, lo que respalda la importancia ecológica del sitio evaluado.

Caracterización de ictiología

En esta investigación, se recolectaron 95 individuos pertenecientes a cinco familias de peces en la quebrada Las Lajas, El deslizamiento y el río Mandiyaco. Al aplicar el Índice de Margalef se obtuvo un valor de 0.88 bits, lo que indica que la comunidad íctica del río tiene una riqueza específica baja, considerando el total de individuos muestreados.

La familia Lebiasinidae fue la más abundante, con 27 individuos, incluyendo una hembra con huevos, lo que sugiere que hay condiciones reproductivas favorables y una estabilidad ambiental local. Por otro lado, la familia Astroblepidae estuvo representada por 11 individuos, mientras que se registraron 22 individuos de familia Stevardiidae, un grupo típicamente abundante en ríos andino-amazónicos y sensible a cambios en la estructura de hábitats. Adicionalmente, se observó la presencia de Loricariidae, con 22 individuos, un grupo de peces de fondo del orden Siluriformes que se caracterizan por tener un cuerpo aplanado de arriba hacia abajo y una boca ventral adaptada que les permite adherirse a superficies duras y alimentarse mediante el raspado de algas y detritos.

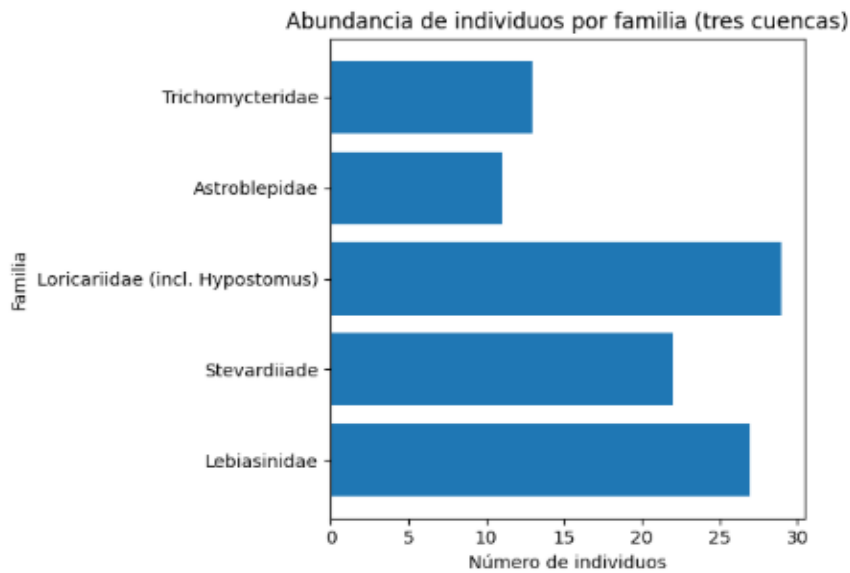
La abundancia de individuos por familia evidenció una marcada dominancia de la familia Lebiasinidae, la cual representó el 28.4 % del total de organismos registrados. Asimismo, las familias Stevardiidae y Loricariidae presentaron una alta representación, cada una con el 23.2 % de los individuos, lo que indica una concentración de la comunidad íctica en pocos grupos taxonómicos.

Fotografía	Taxonomía	Características morfológicas generales	Observaciones
	Clase: Actinopterygii Orden: Characiformes Familia: Lebiasinidae Género: <i>Lebiasina</i> sp.	El cuerpo es alargado y delgado, con escamas pequeñas y una boca terminal. Tiene aletas pequeñas y su color es plateado, con destellos dorados que lo hacen resaltar. Tamaño promedio: 10-15 cm	Se observó a una hembra con huevos, lo que sugiere que podría estar en época de reproducción.
	Clase: Actinopterygii Orden: <i>Siluriformes</i> Familia: Astroblepidae Género: <i>Astroblepus</i> sp.	Cuerpo alargado, cabeza aplanada, boca en posición inferior con ventosas que permiten adherirse a rocas; piel sin escamas. Tamaño promedio: 8-15 cm	Indicador de aguas limpias y bien oxigenadas; baja tolerancia a la contaminación.
	Clase: Actinopterygii Orden: Characiformes Familia: Stevardiidae Género: <i>Bryconamericus</i> sp.	Cuerpo fusiforme, aletas bien desarrolladas, escamas pequeñas, coloración plateada o amarillenta; boca terminal. Tamaño promedio: 5-12 cm	Alta frecuencia en el muestreo; comportamiento gregario.

	Clase: Actinopterygii Orden: <i>Siluriformes</i> Familia: Loricariidae Género: <i>Chaetostoma</i> sp.	Cuerpo deprimido dorsoventralmente; boca succionadora en forma de ventosa; placas óseas dérmicas; aletas pectorales amplias; coloración marrón moteada adaptada al camuflaje en sustratos rocosos. Tamaño promedio: 8-14 cm	Bentónico; pozas someras con sustrato rocoso y corriente moderada.
	Clase: Actinopterygii Orden: <i>Cypriniformes</i> Familia: Trichomycteridae Género: <i>Trichomycterus</i> sp..	Cuerpo alargado y serpentiforme; escamas pequeñas poco visibles; coloración amarillenta/marrón con manchas irregulares.	Indicador de clima, nada activamente y sube a la superficie por oxígeno para esperar un cambio de clima (Tormenta)
	Clase: Actinopterygii Orden: <i>Characiformes</i> Familia: Stevardiidae Género: <i>Bryconamericus</i> sp.	El cuerpo es alargado y delgado, con escamas pequeñas y una boca terminal. Tiene aletas pequeñas y su color es plateado con una cola de color amarillento, con destellos plateados que lo hacen resaltar.	Alta frecuencia en el muestreo; comportamiento gregario.

	Clase: Actinopterygii Orden: <i>Characiformes</i> Familia: Stevardiidae Género: <i>Bryconamericus</i> sp.	El cuerpo es alargado y ovalado, con escamas pequeñas. Tiene aletas pequeñas y su color es dorado con cola roja, con destellos dorados que lo hacen resaltar.	Alta frecuencia en el muestreo; comportamiento gregario.
	Clase: Actinopterygii Orden: <i>Siluriformes</i> Familia: Loricariidae Género: <i>Hypostomus</i> sp.	Cuerpo alargado, cabeza aplanada, boca en posición inferior con ventosas que permiten adherirse a las rocas, aletas primarias con suspensión de defensa.	Bentónico; con pozas someras, con sustrato rocoso y corriente moderada

Tabla 12. *Taxonomía de ictiología*



Gráfica 9. Abundancia de peces

DISCUSIÓN

Los resultados del muestreo entomológico en la Reserva Natural El Rubí evidencian una comunidad altamente diversa y funcional, característica de ecosistemas con buen estado de conservación. La elevada riqueza taxonómica (52 especies) y el alto número total de individuos (549) reflejan la heterogeneidad ambiental y la disponibilidad de recursos tróficos, condiciones que favorecen la coexistencia de múltiples grupos funcionales. La dominancia numérica de *Eurysternus foedus*, *Pachycondyla crassinoda* y *Onthophagus acuminatus* sugiere una fuerte influencia de los procesos de descomposición de materia orgánica y reciclaje de nutrientes, particularmente mediada por escarabajos coprófagos (*Scarabaeidae*). Este patrón es consistente con lo descrito por Halfpiter y Matthews (1966) y Nichols et al. (2008), quienes destacan a estas especies como indicadores de suelos funcionales y ecosistemas con alta actividad biogeoquímica. La abundancia de hormigas depredadoras, como *Pachycondyla crassinoda*, refuerza la importancia del control biológico y la estructuración del suelo, contribuyendo a la regulación de poblaciones de invertebrados y al mantenimiento del equilibrio ecológico. A pesar de la dominancia de pocas especies, la presencia de numerosas especies con baja abundancia, especialmente Lepidoptera y Odonata, incrementa significativamente la diversidad total y sugiere una estructura comunitaria compleja, asociada

a la disponibilidad de microhábitats específicos. Las polillas y mariposas reflejan una adecuada oferta de plantas hospederas y recursos florales, mientras que las libélulas registradas indican buena calidad de los cuerpos de agua y estabilidad ambiental, reforzando su valor como bioindicadores. El valor elevado del Índice de Diversidad de Simpson ($1 - D = 0.85$) confirma que, aunque existe dominancia de algunas especies, la comunidad mantiene una alta equitatividad funcional, típica de ecosistemas conservados (Magurran, 2004). Este equilibrio entre especies dominantes y raras contribuye a la resiliencia del sistema, permitiendo una respuesta más estable frente a perturbaciones ambientales. En conjunto, la composición taxonómica, la estructura de abundancias y la diversidad funcional observadas indican que la Reserva Natural El Rubí alberga una comunidad entomológica bien estructurada, con procesos ecológicos activos y un alto grado de estabilidad, lo que resalta su importancia para la conservación de la biodiversidad regional. De igual manera, en la quebrada Las Lajas, El Deslizamiento y el río Mandiyaco, se recolectaron 95 individuos pertenecientes a cinco familias de peces, revelando una riqueza específica baja según el Índice de Margalef de 0.88 bits, un valor que, de acuerdo con Luo et al. (2023), indica comunidades icticas con poca diversidad y un predominio marcado de unas pocas especies altamente adaptadas a condiciones ambientales específicas, como fondos estables, baja turbidez y aguas claras bien oxigenadas, lo cual proporciona información valiosa sobre la salud ecológica general de estos ríos de montaña (Pais, 2019). La familia Lebiasinidae se destacó como la más abundante con 27 individuos, representando el 28.4% del total, e incluyendo el registro de una hembra con huevos que sugiere condiciones reproductivas favorables y una estabilidad ambiental local en hábitats tropicales estructurados; por su parte, Astroblepidae presentó 11 individuos, típicos de corrientes rápidas pero sensibles a aumentos de sedimentos. Stevardiidae y Loricariidae empataron con 22 individuos cada una (23.2% del total), reforzando la concentración en pocos taxones: la primera, común en ríos andino-amazónicos y bioindicadora de sustratos rocosos o vegetados intactos, mientras que la segunda agrupa peces bentónicos del orden Siluriformes con cuerpo aplanado y boca ventral succionadora adaptada para raspar algas y detritos en superficies duras, señalando productividad bentónica y ausencia de contaminantes severos. Adicionalmente, se observaron 13 individuos de un pez de hábito bentónico no identificado con certeza por limitaciones morfológicas en campo, pero cuya forma alargada y asociación estrecha con el lecho del río apunta a especies típicas de sistemas fluviales andinos que dependen críticamente de la estructura del sustrato, las condiciones hidrológicas locales y la disponibilidad de refugios. Esta composición faunística, con una dominancia del 74.8% en solo

tres familias, refleja una comunidad vulnerable a perturbaciones antropogénicas como deforestación, minería o alteraciones hidrológicas que modifiquen la calidad del agua, el tipo de sustrato o los nichos ecológicos, elementos cruciales para la distribución y abundancia de peces en ecosistemas fluviales según Howarth et al. (2022).

Por ende, aunque la baja diversidad podría atribuirse a factores como el muestreo estacional o el aislamiento geográfico de estas cuencas, representa una alerta temprana sobre posibles degradaciones ambientales, recomendando estudios futuros que incorporen índices complementarios como el de Shannon para evaluar la equidad entre especies, monitoreo continuo de la reproducción en Lebiasinidae como indicador de resiliencia, y estrategias de conservación enfocadas en la preservación de sustratos naturales y la mejora de la calidad del agua para sostener esta comunidad íctica aparentemente estable.

Los resultados de la caracterización de mamíferos indican que el área de estudio mantiene condiciones ecológicas funcionales. El registro de *Artibeus lituratus*, perteneciente a la familia Phyllostomidae, coincide con lo reportado por Fleming et al. (1972) y Kalko et al. (1996), quienes señalan a los murciélagos frugívoros como uno de los grupos más frecuentes y resilientes en paisajes tropicales, debido a su alta capacidad de adaptación y a la disponibilidad constante de recursos alimenticios. La presencia de esta especie sugiere una oferta adecuada de frutos y refugios, además de un papel activo en procesos ecológicos clave como la dispersión de semillas y la regeneración vegetal, funciones ampliamente documentadas en bosques tropicales (Muscarella & Fleming, 2007). La ausencia de capturas directas de mamíferos terrestres no debe interpretarse como una baja diversidad, sino como una limitación común en estudios de corto plazo y con baja intensidad de muestreo. Diversos autores señalan que los mamíferos medianos y grandes presentan comportamientos evasivos, actividad principalmente nocturna y alta sensibilidad a la perturbación humana, lo que reduce la probabilidad de detección directa (Emmons & Feer, 1997; Tobler et al., 2008). En este sentido, el uso de evidencias indirectas como huellas, rastros y restos de alimentación constituye una herramienta ampliamente utilizada para inferir la presencia y actividad de estos organismos en ecosistemas tropicales. La identificación de rastros asociados a especies como *Tapirus terrestris*, *Leopardus tigrinus*, *Pecari tajacu*, *Didelphis* sp. y *Conepatus semistriatus* es particularmente relevante, ya que estas especies han sido reconocidas como indicadoras de integridad ecológica y conectividad del paisaje (Fragoso et al., 2003; Medellín et al., 2012). En especial, la danta (*Tapirus terrestris*) es considerada una especie clave por su rol como ingeniera del ecosistema y dispersora de semillas de gran tamaño, y su presencia sugiere la existencia de áreas con cobertura vegetal continua y baja fragmentación (Bodmer & Brooks, 1997). De igual forma, la detección de carnívoros como el tigrillo (*Leopardus tigrinus*) indica la disponibilidad de presas y una estructura trófica relativamente bien conservada, tal como ha sido documentado en bosques neotropicales con niveles moderados de intervención (Oliveira et al., 2010). No obstante, la influencia de actividades antrópicas como la agricultura, la ganadería, el turismo y la tala puede estar afectando la detectabilidad y el uso del hábitat por parte de estas especies, fenómeno ampliamente descrito en la literatura sobre mamíferos tropicales (Laurance et al., 2014). En conjunto, los resultados sugieren que el área de estudio alberga una diversidad de mamíferos funcionalmente importante, aunque posiblemente subestimada, lo que resalta la

necesidad de estrategias de monitoreo complementarias, muestreos de mayor duración, para obtener una caracterización más completa. Aun así, la evidencia registrada confirma que el ecosistema conserva condiciones favorables para el mantenimiento de comunidades de mamíferos y refuerza su valor para la conservación de la biodiversidad local.

La caracterización botánica realizada en la Reserva corresponde a un bosque caracterizado por alta diversidad y una estructura dominada por familias propias del sotobosque. El patrón observado, con alta abundancia concentrada en pocas familias y una riqueza taxonómica distribuida de forma heterogénea, es consistente con lo reportado para bosques tropicales neotropicales bien conservados o en procesos activos de regeneración (Dalling et al; 2020; Magnusson et al; 2021). La dominancia de Piperaceae y Melastomataceae refleja estrategias ecológicas asociadas a tolerancia a la sombra y alta capacidad regenerativa. En Piperaceae, la alta abundancia con riqueza intermedia sugiere la dominancia de pocas especies altamente eficientes del género *Piper* sp; patrón común en sotobosques estables (Quijano-Abril et al; 2020). Melastomataceae, por su parte, indica la presencia de estados sucesivos intermedios, donde géneros como *Miconia* sp. y *Clidemia* sp. cumplen un papel clave en la regeneración y la oferta de frutos (Dalling et al., 2020). La mayor riqueza registrada en Rubiaceae, dominada por *Psychotria* sp., evidencia condiciones ambientales estables, elevada humedad y sombra constante, rasgos asociados a bosques funcionalmente conservados (World Flora Online Consortium, 2023).

De forma complementaria, la alta riqueza de Araceae confirma la existencia de microhábitats húmedos y una compleja estructura del sotobosque, características propias de bosques tropicales bien estructurados (Croat et al; 2021; Mayo & Boyce, 2024). Las familias con riqueza intermedia, como Asteraceae y Acanthaceae, reflejan la presencia de claros y bordes internos, mientras que familias con baja riqueza, como Zingiberaceae y Fabaceae, aportan funciones ecológicas clave. Finalmente, la diferencia entre la riqueza observada y la estimada por el índice Jackknife de primer orden sugiere la presencia de especies raras no detectadas y confirma el alto potencial florístico de la reserva, coherente con lo documentado para bosques húmedos tropicales (Chao et al; 2020; Magnusson et al; 2021). En cuanto a macroinvertebrados acuáticos la comunidad estuvo dominada por la familia Chironomidae (*Chironomus* sp), grupo generalmente asociado a ambientes con alta disponibilidad de materia orgánica y amplia tolerancia ecológica, cumpliendo un papel clave en los procesos de descomposición y transferencia de energía (Roldán, 2001; Merritt, Cummins & Berg, 2019). La familia Hyalellidae (*Hyalella* sp) presentó una abundancia considerable, lo que indica condiciones favorables para organismos detritívoros vinculados a sustratos heterogéneos y hojarasca (Domínguez & Fernández, 2009). Los coleópteros de la familia Elmidae estuvieron bien representados y están generalmente asociados a sustratos estables y aguas bien oxigenadas, por lo que su presencia sugiere estabilidad hidromorfológica y buena calidad del hábitat (Roldán, 2001). Asimismo, se registraron organismos de las familias Baetidae (*Baetis* sp) y Perlidae (*Anacroneuria* sp), grupos sensibles a la contaminación orgánica y comúnmente utilizados como indicadores de buena calidad del agua en ecosistemas lóticos (Rosenberg & Resh, 1993; Domínguez & Fernández, 2009). Las familias Coenagrionidae (*Argia* sp), Libellulidae (*Orthemis* sp), Glossiphoniidae (*Helobdella* sp), Belostomatidae (*Belostoma* sp), Corixidae

(*Corixa* sp) y Psephenidae presentaron baja abundancia, lo cual es característico de grupos con requerimientos ecológicos específicos. Generalmente, estos organismos contribuyen a la diversidad funcional del ensamblaje acuático y reflejan la heterogeneidad del hábitat (Allan & Castillo, 2007). Respecto a la caracterización herpetológica indican que la metodología basada en trampas pitfall y trampas artesanales fue efectiva para el registro de anfibios y reptiles terrestres y de baja movilidad, coincidiendo con lo reportado por Gibbons y Semlitsch (1981) y Corn (1994), quienes destacan la eficiencia de estas técnicas para especies crípticas asociadas a hojarasca, suelos húmedos y microhábitats sombreados. La mayor frecuencia de capturas en áreas con alta humedad, abundante hojarasca y cercanía a cuerpos de agua concuerda con los patrones descritos para la herpetofauna de selvas húmedas tropicales neotropicales (Duellman, 1999). La presencia de especies de anfibios clasificadas como Preocupación Menor (LC) según la UICN es consistente con evaluaciones globales que indican poblaciones relativamente estables en hábitats conservados (IUCN, 2024); no obstante, diversos autores advierten que esta categoría no excluye riesgos locales, dado que los anfibios tropicales son altamente sensibles a la deforestación, fragmentación del hábitat y cambio climático (Stuart et al; 2004; IPBES, 2019), siendo la pérdida de cobertura vegetal el principal factor de declive poblacional, incluso en especies no amenazadas. Por su parte, el registro de reptiles evidencia una alta diversidad funcional y trófica, característica de ecosistemas bien estructurados (Vitt & Caldwell, 2014), donde la coexistencia de especies venenosas y no venenosas sugiere una clara partición de nichos ecológicos asociada a diferencias en dieta, comportamiento y actividad diaria (Martins & Oliveira, 1998). Asimismo, su función reguladora como controladoras de poblaciones de pequeños vertebrados concuerda con lo señalado por Greene (1997) sobre su papel clave en la estabilidad de los ecosistemas tropicales. Finalmente, aunque todas las especies registradas se clasifican como LC, la literatura resalta la necesidad de monitoreos continuos, especialmente ante amenazas emergentes como la quitridiomycosis (*Batrachochytrium dendrobatidis*), responsable de declives poblacionales incluso en especies previamente consideradas comunes (Skerratt et al; 2007), lo que refuerza la importancia de implementar estrategias de conservación preventiva para garantizar la persistencia de la herpetofauna a largo plazo.

Por otra parte, la avifauna registrada presenta una estructura taxonómica dominada por el orden *Passeriformes* (≈62 %), patrón ampliamente documentado en ecosistemas tropicales caracterizados por una alta heterogeneidad de hábitats y una elevada disponibilidad de nichos ecológicos (Stotz et al., 1996; Bibby et al., 2000). Esta dominancia refleja la plasticidad ecológica de este grupo, así como la capacidad del área de estudio para sostener especies con distintos requerimientos ambientales, favoreciendo la coexistencia de aves generalistas y especialistas asociadas a bordes de bosque, áreas abiertas, vegetación secundaria y remanentes arbóreos (Karr, 1981; Sekercioglu, 2012).

Desde el enfoque funcional, el predominio de los gremios insectívoros y frugívoros evidencia una estructura trófica relativamente equilibrada, típica de comunidades avifaunísticas

funcionales en paisajes tropicales (Whelan et al., 2008). Las especies insectívoras desempeñan un rol fundamental en la regulación de poblaciones de artrópodos, contribuyendo al control biológico y a la estabilidad del sistema (Şekercioğlu, 2006), mientras que las frugívoras cumplen funciones ecológicas clave en la dispersión de semillas y en los procesos de regeneración vegetal, influyendo directamente en la dinámica y mantenimiento del hábitat utilizado por la propia comunidad aviar (Howe & Smallwood, 1982; Corlett, 2017). La presencia de aves asociadas a ambientes acuáticos confirma la disponibilidad de recursos hídricos en condiciones ecológicas funcionales, los cuales actúan como hábitats críticos para alimentación y refugio de especies especializadas (Kushlan, 1993). Asimismo, el registro de especies forestales sensibles, como trepatroncos y trogones, indica la persistencia de microhábitats con estructura vertical compleja, considerados indicadores de calidad del hábitat y de conservación parcial de la cobertura vegetal (Canaday, 1996; Stouffer et al., 2011).

Aunque todas las especies registradas se encuentran clasificadas en la categoría de Preocupación Menor (LC) según la UICN, la composición de la comunidad sugiere una marcada sensibilidad a cambios en la cobertura vegetal y a procesos de fragmentación del hábitat, factores que afectan especialmente a las especies forestales y especialistas (Fahrig, 2003; Newbold et al., 2014). En conjunto, los resultados confirman la importancia del área como hábitat funcional para la avifauna y constituyen una base técnica sólida para el monitoreo, la evaluación ambiental y la implementación de estrategias de conservación enfocadas en la comunidad de aves del territorio.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la comunidad de la vereda Santa Marta por permitir el acceso a su territorio y brindar el apoyo necesario para el desarrollo de la caracterización biológica de la Reserva Natural El Rubí, un trabajo orientado a conocer y valorar la biodiversidad del piedemonte caucano. Su disposición y colaboración fueron fundamentales para la realización de las actividades de campo. Agradecemos especialmente al biólogo Juan Fernando Revelo y al Grupo de Investigación en Recursos Naturales Amazónicos por su acompañamiento y orientación durante todo el proceso, los cuales fueron clave para el adecuado desarrollo del trabajo de campo y el análisis de la información obtenida. Reconocemos el compromiso y la dedicación de los auxiliares de investigación del Semillero de Investigación en Ecología y Estudios Ambientales (SIRGEAM) de la Institución Universitaria del Putumayo, quienes participaron activamente en las jornadas de campo, aportando al registro y sistematización de la información mediante el uso de diversas herramientas y técnicas de muestreo. Finalmente, agradecemos a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas y al programa de Ingeniería Ambiental por el apoyo académico y la promoción de espacios que integran la teoría con la práctica, fortaleciendo la formación investigativa y contribuyendo al conocimiento y conservación de la biodiversidad local.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Garavito, M., Renjifo, L. M., & Pérez-Torres, J. (2014). Dispersión de semillas por murciélagos a través de cuatro estados sucesionales de un paisaje subandino. *Biota Colombiana*, 15, 1–15. <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/357>
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: From individuals to ecosystems* (4th ed.). Blackwell Publishing.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., & Mustoe, S. (2000). *Bird census techniques* (2nd ed.). Academic Press.
- Bodmer, R. E., & Brooks, D. M. (1997). Threatened mammals of the Rio Juruá Basin, Amazonia. *Oryx*, 31(3), 229–239. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3008.1997.d01-99.x>
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (1992). *An introduction to the study of insects* (6th ed.). Saunders College Publishing.
- Brown, K. S., & Freitas, A. V. L. (2000). Atlantic forest butterflies: Indicators for landscape conservation. *Biotropica*, 32(4b), 934–956. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00631.x>
- Canaday, C. (1996). Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia. *Biological Conservation*, 77(1), 63–77. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(96\)00011-0](https://doi.org/10.1016/0006-3207(96)00011-0)
- Corlett, R. T. (2017). Frugivory and seed dispersal by birds in tropical forests. *Journal of Tropical Ecology*, 33(2), 1–14. <https://doi.org/10.1017/S0266467417000033>
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., & Ellison, A. M. (2020). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 90(3), e01423. <https://doi.org/10.1002/ecm.1423>
- Convention on Biological Diversity (CBD). (2020). *Global biodiversity outlook 5*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/gbo5>
- Corbet, P. S. (1999). *Dragonflies: Behavior and ecology of Odonata*. Cornell University Press.
- Corpoamazonia. (2019). *Importancia de la biodiversidad y su conservación en Colombia*. <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/importancia-de-la-biodiversidad-y-su-cuidado/>

- Croat, T. B., Delannay, X., & Kostelac, C. V. (2021). Diversity and ecology of Neotropical Araceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 106(2), 1–28.
<https://doi.org/10.3417/2021642>
- Dalling, J. W., Schnitzer, S. A., Baldeck, C., Harms, K. E., John, R., Mangan, S. A., Lobo, E., Yavitt, J. B., & Hubbell, S. P. (2020). Light gaps and the maintenance of species diversity in tropical forests. *Ecology*, 101(6), e03043. <https://doi.org/10.1002/ecy.3043>
- De Andréis, J. B. V. (2010). *Biodiversidad del margen continental del Caribe colombiano*. INVEMAR.
https://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/8868Version_Final_Libro_Invemar-ANH.pdf
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., ... Zayas, C. N. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. IPBES. <https://ipbes.net/global-assessment>
- Duellman, W. E. (1999). *Patterns of distribution of amphibians: A global perspective*. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/SSC-OP-057-En.pdf>
- Encyclopaedia Britannica. (s. f.). *Melastomataceae*.
<https://www.britannica.com/plant/Melastomataceae>
- Encyclopaedia Britannica. (2024). *Botany*. <https://www.britannica.com/science/botany>
- Emmons, L. H., & Feer, F. (1997). *Neotropical rainforest mammals: A field guide* (2nd ed.). University of Chicago Press
- Fragoso, J. M. V., Silvius, K. M., & Correa, J. A. (2003). Long-distance seed dispersal by tapirs increases seed survival and aggregates tropical trees. *Ecology*, 84(8), 1998–2006.
<https://doi.org/10.1890/01-0621>.
- Fernández, F., & Sharkey, M. J. (Eds.). (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487–515.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Fleming, T. H., Hooper, E. T., & Wilson, D. E. (1972). Three Central American bat communities: Structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology*, 53(4), 555–569. <https://doi.org/10.2307/1934771>
- Garnett, S. T., Burgess, N. D., Fa, J. E., Fernández-Llamazares, Á., Molnár, Z., Robinson, C. J., Watson, J. E. M., Zander, K. K., Austin, B., Brondizio, E. S., & Collier, N. F. (2018). A

spatial overview of the global importance of Indigenous lands for conservation. *Nature Sustainability*, 1(7), 369–374.

Gibbons, J. W., & Semlitsch, R. D. (1981). Terrestrial drift fences with pitfall traps: An effective technique for quantitative sampling of animal populations. *Brimleyana*, 7, 1–16.

Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2014). *The insects: An outline of entomology* (5th ed.). Wiley-Blackwell.

Halffter, G., & Favila, M. E. (1993). The Scarabaeinae as an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity. *Biology International*, 27, 15–21.

Halffter, G., & Matthews, E. G. (1966). The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae. *Folia Entomológica Mexicana*, 12–14, 1–312.

Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201–228. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>

Halffter, G., Favila, M. E., & Halffter, V. (2012). *Escarabajos coprófagos de México (Coleoptera: Scarabaeinae): Ecología y conservación*. CONABIO–Instituto de Ecología A.C.

Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., et al. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*, 585(7825), 357–362. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2>

Hanski, I., & Cambefort, Y. (1991). *Dung beetle ecology*. Princeton University Press.

Howarth, C., Pinnegar, J. K., Jones, M. C., Cheung, W. W. L., & Jennings, S. (2022). Ecosystem structure and biodiversity in freshwater and estuarine environments. *Science of the Total Environment*, 816, 151583. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151583>

Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: A 2D graphics environment. *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 90–95. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2007.55>

Ibarra, A. A. (2005). Los peces como indicadores de la calidad ecológica del agua. *Revista Digital Universitaria*, 6(8). https://www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art78/ago_art78.pdf

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2021). *Biodiversidad y servicios ecosistémicos en Colombia*. Instituto Humboldt.

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 2025. “Barometer of Life.” *The IUCN Red List of Threatened Species*, version 2025-2. <https://nrl.iucnredlist.org/about/barometer-of-life>.

IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. IPBES.

IUCN. (s. f.). *The IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org>

- Kalko, E. K. V., Handley, C. O., & Handley, D. (1996). Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. *Journal of Mammalogy*, 77(4), 1048–1071. <https://doi.org/10.2307/1382785>
- Kushlan, J. A. (1993). Colonial waterbirds as bioindicators of environmental change. *Colonial Waterbirds*, 16(2), 223–251. <https://doi.org/10.2307/1521562>
- Laurance, W. F., Clements, G. R., Sloan, S., et al. (2014). A global strategy for road building. *Nature*, 513(7517), 229–232. <https://doi.org/10.1038/nature13717>
- León-Paniagua, L., Lorenzo, C., Naranjo, E., Olea-Wagner, A., & Ortiz, D. (2007). Diversidad de frutos consumidos por murciélagos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2007.001.393>
- Luo, Z., Yang, C., Wang, L., Liu, Y., Shan, B., Liu, M., Chen, C., Guo, T., & Sun, D. (2023). Relationships between fish community structure and environmental factors. *Diversity*, 15(8), 901. <https://doi.org/10.3390/d15080901>
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing.
- Magnusson, W. E., Braga-Neto, R., Pezzini, F., Baccaro, F. B., Bergallo, H., Penha, J., Rodrigues, D., Verdade, L. M., Lima, A., & Albernaz, A. L. (2021). Biodiversity monitoring in tropical forests. *Biotropica*, 53(2), 386–399. <https://doi.org/10.1111/btp.12934>
- Mayo, S. J., & Boyce, P. C. (2024). Araceae of the Neotropics. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 204(1), 1–20. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boae002>
- McKinney, W. (2010). Data structures for statistical computing in Python. En *Proceedings of the 9th Python in Science Conference* (pp. 51–56)
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2020). *Biodiversidad: conceptos fundamentales*. <https://apropiaconsentido.minciencias.gov.co/16375/biodiversidad/>
- Medellín, R. A., de la Torre, J. A., Zarza, H., Chávez, C., & Ceballos, G. (2012). El jaguar en el siglo XXI: La perspectiva continental. Fondo de Cultura Económica.
- Muscarella, R., & Fleming, T. H. (2007). The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews*, 82(4), 573–590. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00026.x>
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcua, S., & Favila, M. E. (2008). Ecological functions of dung beetles. *Biological Conservation*, 141(6), 1461–1474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., ... Purvis, A. (2014). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520, 45–50. <https://doi.org/10.1038/nature14324>

- Oliveira, T. G., Tortato, M. A., Silveira, L., et al. (2010). Ocelot ecology and its effect on the small-felid guild in the lowland Neotropics. *Biology and Conservation of Wild Felids*, 559–580. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199234455.003.0023>
- Pais, J. (2019). *Caracterización de la diversidad y rol trófico de Loricariidae* (Tesis de grado). Universidad de la República, Uruguay.
- Primack, R. B. (2019). *Essentials of conservation biology* (7th ed.). Sinauer Associates.
- Rangel-Ch., J. O., & Arellano-P., H. (2019). La biodiversidad de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43(167), 290–305.
- Ríos-Blanco, M. C., & Pérez-Torres, J. (2015). Dieta de murciélagos frugívoros. *Mastozoología Neotropical*, 22(1).
- Sherman, H. B. (1948). A collapsible trap for small mammals. *Journal of Mammalogy*, 29(3), 323–325. <https://doi.org/10.2307/1375253>
- Şekercioğlu, Ç. H. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(8), 464–471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>
- Sekercioğlu, C. H. (2012). Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forests. *Biological Conservation*, 151(1), 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.02.001>
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T. A., & Moskovits, D. K. (1996). *Neotropical birds: Ecology and conservation*. University of Chicago Press.
- Stouffer, P. C., Johnson, E. I., Bierregaard, R. O., & Lovejoy, T. E. (2011). Understory bird communities in Amazonian rainforest fragments. *Biological Conservation*, 144(6), 1825–1834. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.04.004>
- Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia). (2022). *Lista de referencia de plantas y líquenes de Colombia*. <https://doi.org/10.15472/7avdhn>
- Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2005). *Borror and DeLong's introduction to the study of insects* (7th ed.). Thomson Brooks/Cole.
- Tobler, M. W., Carrillo-Percegué, S. E., Leite Pitman, R., Mares, R., & Powell, G. (2008). An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, 11(3), 169–178. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2008.00169.x>
- Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2015). *Landscape ecology in theory and practice* (2nd ed.). Springer.

Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., et al. (2020). SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nature Methods*, 17(3), 261–272.
<https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2>

Wilson, D. E., & Reeder, D. M. (Eds.). (2005). *Mammal species of the world* (3rd ed.). Johns Hopkins University Press.

Whelan, C. J., Wenny, D. G., & Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134, 25–60.
<https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>

World Flora Online Consortium. (2023). *World Flora Online*.
<https://www.worldfloraonline.org>