

**DIVERSIDAD DE ESTAFILÍNIDOS (COLEÓPTERA: STAPHYLINIDAE) COMO
HERRAMIENTA DE BIOINDICACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA
CONSERVACIÓN EN LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA “VERDEYACO
EL OXÍGENO”, SANTA ROSA, CAUCA**



ADRIANA MARCELA MUÑOZ ORDÓÑEZ

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN
2019**

**DIVERSIDAD DE ESTAFILÍNIDOS (COLEÓPTERA: STAPHYLINIDAE) COMO
HERRAMIENTA DE BIOINDICACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA
CONSERVACIÓN EN LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA “VERDEYACO
EL OXÍGENO”, SANTA ROSA, CAUCA**

ADRIANA MARCELA MUÑOZ ORDOÑEZ

**Trabajo de Grado en modalidad de Investigación para optar el título de
Ingeniera Ambiental y Sanitaria**

**Directora
Clara Milena Concha Lozada, M.Cs.**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Una vez revisado el documento final del trabajo de grado titulado “Diversidad de Estafilínidos (Coleóptera: Staphylinidae) como Herramienta de Bioindicación para el Fortalecimiento de la Conservación en la Reserva Forestal Protectora ‘Verdeyaco El Oxígeno’, Santa Rosa, Cauca”, realizado por la alumna **Adriana Marcela Muñoz Ordóñez**, es aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca para optar al título de Ingeniera Ambiental y Sanitaria.

Clara Milena Concha Lozada, M.Cs.
Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Directora

Arnol Árias Hoyos, Biólogo
Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Jurado

Julián Cucuñame, Biólogo
Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Jurado

Popayán, marzo 04 de 2020

DEDICATORIA

A Dios, Por permitirme llegar hasta esta meta, por bendecir y cuidar de mi vida y la de mi familia, por guiarme en este camino que no ha sido fácil, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres, Elsy Ordoñez y Nacor Muñoz, por ser mis motores y promotores de mis sueños, por su amor incondicional, por darme la confianza, los valores y principios para ser una persona de bien. Sin ellos no hubiese sido posible.

Adriana Marcela Muñoz Ordóñez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al proyecto “comunidades de insectos y caracterización molecular en áreas poco exploradas de las subzonas hidrográficas alto Patía, Guachicono, medio y alto Caquetá en la ‘Bota Caucana’, departamento del Cauca, el cual es financiado por COLCIENCIAS y ejecutado en alianza entre la Universidad del Cauca y la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

Agradezco al Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, a su Laboratorio de Entomología y a sus integrantes por el espacio de trabajo y aprendizaje.

Agradezco a la junta administradora de la reserva forestal protectora “Verdeyaco, el oxígeno” por permitir que este trabajo se realizara en su área de protección. De igual forma, quedo muy agradecida con la comunidad de Verdeyaco (Santa Rosa, Cauca) por acogernos, y por su valioso aporte en el desarrollo de la investigación.

Agradezco a mis docentes de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, porque de alguna forma supieron brindarme su conocimiento y experiencia profesional.

De una manera especial agradezco a la profesora Clara Milena Concha Lozada, directora de mi proyecto, por su orientación en la realización del presente trabajo de investigación quien me guio con su profesionalidad. Con igual especialidad agradezco a Ginna Melenje por su apoyo incondicional en todo el proceso.

Agradezco al Doctor Angélico Asenjo por permitir espacios de aprendizaje y por corroborar el material entomológico de mi trabajo de grado; Gracias Doctor por sus enseñanzas.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
JUSTIFICACIÓN	14
CAPÍTULO I. PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.2.1. Objetivo general.....	17
1.2.2. Objetivos específicos	17
CAPÍTULO II. REFERENTES CONCEPTUALES	18
2.1. ANTECEDENTES.....	18
2.2. BASES TEÓRICAS.....	20
2.2.1. Importancia de la biodiversidad.....	20
2.2.2. Métodos de medición de la diversidad biológica	21
2.2.3. Coleópteros de la familia Staphylinidae	22
2.2.4. Diversidad de estafilínidos como herramienta de bioindicación	23
2.2.5. Diagnóstico ambiental.....	24
2.2.6. Importancia de las reservas forestales protectoras regionales	25
2.3. BASES LEGALES	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	27
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	27
3.2. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LOS ESTAFILÍNIDOS	28
3.2.1. Colecta del material entomológico	28
3.2.2. Clasificación taxonómica.....	30
3.2.3. Estimación estadística	31

3.3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	31
3.4. FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE ESTAFILÍNIDOS.....	34
4.1.1. Eficiencia de muestreo.....	34
4.1.2. Identificación taxonómica.....	35
4.1.3. Diversidad de estafilínidos	39
4.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	40
4.2.1. Matriz de Arboleda.....	43
4.2.2. Valoración económica ambiental	47
4.3. ESTRATEGIAS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONSERVACIÓN DE LA RESERVA	54
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. CONCLUSIONES	59
5.2. RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS	69

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Normatividad que apoya la investigación	26
Tabla 2. Categorización e importancia de los impactos	32
Tabla 3. Posibles nuevos registros de estafilínidos para Colombia y el departamento del Cauca	36
Tabla 4. Equivalentes de diversidad	39
Tabla 5. Categorías de impacto ambiental en la reserva	44
Tabla 7. Estrategia para el cuidado de la vegetal	56
Tabla 8. Estrategia para el cuidado del aire	57
Tabla 9. Estrategia para el cuidado del agua	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista de un estafilínido: A) Dorsal; B) Ventral y C) Lateral	23
Figura 2. Localización de la reserva: A) Departamento del Cauca; B) Corregimiento Santa Marta; C) Reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno”	28
Figura 3. Trampa de caída: A) instalación de la trampa; B) Protección de la trampa	29
Figura 4. Trampa mini-Winkler A) tamizado de hojarasca; B) saco mini Winkler...29	
Figura 5. Colecta manual: A) En troncos; B) En hojarasca aledaña	30
Figura 6. Clasificación: A) Limpieza y separación; B) identificación taxonómica; C) conservación en húmedo.....	30
Figura 7. Curva de acumulación de especies	34
Figura 8. Abundancia y riqueza de las subfamilias de estafilínidos.....	35
Figura 9. Perfil de diversidad Alfa	39
Figura 10. Representación de género.....	47
Figura 11. Franjas etarias representativas.....	48
Figura 12. Número de integrantes por núcleo familiar.....	48
Figura 13. Nivel educativo	49
Figura 14. Ingreso familiar mensual.....	50
Figura 15. Participación en actividades de cuidado	51
Figura 16. Responsabilidad económica para conservar la reserva	51
Figura 17. Disponibilidad a pagar	52
Figura 18. Disposición a aceptar.....	53

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Listado de especies reserva Verdeyaco	69
Anexo B. Lista de chequeo	74
Anexo C. Matriz de Arboleda para impactos ambientales.	75
Anexo D. Encuesta de valoración económica ambiental.....	76
Anexo E. Registro fotográfico	77

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la Reserva Forestal Protectora “Verdeyaco el Oxígeno”, localizada en la vereda Verdeyaco del municipio de Santa Rosa, en el departamento del Cauca. Este trabajo tuvo como objetivo usar estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) como herramienta de bioindicación para aportar información de base que permita fortalecer la conservación de este ecosistema, caracterizado por ser un bosque de transición andino-amazónica, que además se encuentra en un territorio poco explorado debido al conflicto armado vivido por años en la zona, y que en la actualidad hace parte de las áreas de justicia transicional; en este sentido, la comunidad buscó alianzas con la academia para continuar preservando la diversidad, y generar oportunidades de mejora de su calidad de vida a través del uso sostenible de los recursos naturales locales. Metodológicamente, la adquisición de información se realizó en tres etapas: I) caracterización de la diversidad de estafilínidos en la reserva; II) evaluación de impacto ambiental en la reserva y III) formulación de estrategias para el fortalecimiento de la conservación del área de estudio. En este sentido, se aplicaron estimadores de eficiencia de muestreo como Chao2, Jackknife1 y Bootstrap; también se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener para la equidad y Simpson para la dominancia; también se valoraron los impactos ambientales en la reserva a través de la matriz de Arboleda, y se complementó con una valoración contingente para conocer la percepción de la comunidad frente al cuidado de la reserva, además del compromiso que tienen para cuidarla; finalmente, por medio de fichas de manejo ambiental se formularon algunas estrategias para el control y mitigación de los impactos por actividades antrópicas en la reserva. De lo anterior se obtuvo una abundancia de 319 individuos, divididos en 11 subfamilias, 27 géneros y 158 especie; así mismo se identificaron 20 nuevos registros para el Cauca, de los cuales 2 son nuevos reportes para Colombia; la eficiencia de muestreo indicó que el muestreo fue 56% significativo, sin embargo, sugiere que se deben realizar más estudios sobre el grupo entomológico; el índice exponencial de Shannon-Wiener e inverso Simpson tuvieron una representación del 32.4% y 16.2%, respectivamente, permitiendo inferir que la reserva cuenta con una diversidad importante. La evaluación de impacto ambiental reportó que el vertimiento de aguas residuales domésticas es el principal impacto que debe tratarse, esto para que no vulnere y deteriore los servicios ecosistémicos que la reserva provee. Con la información adquirida se plantearon cuatro estrategias para el control y/o mitigación de impactos como son: I) estrategia para el cuidado y conocimiento de la fauna II) estrategia para el cuidado de la vegetación; III) estrategia para el cuidado del aire; IV) estrategia para el cuidado del agua.

Palabras clave: Diversidad biológica, evaluación de impacto ambiental, bioindicación, conservación, áreas protegidas comunitarias.

ABSTRACT

This research was made in the forest reserve “Verdeyaco el Oxígeno”, located in Verdeyaco path, in municipality of Santa Rosa, department of Cauca. Rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) were used as an analytic tool of bioindication in order to strengthen the conservation of this ecosystem. “Verdeyaco el Oxígeno” is a transition place between Andean and Amazonian forests, in addition it is a reserve scant explored due to armed conflict. At this moment, the reserve belongs to transitional justice areas and its settler community is looking for its conservation by joining forces with academy, in order to preserve the forest; furthermore, to improve life quality by the responsible use of natural resources. Three phases were developed in order to get information: I) Record the diversity of rove beetles in “Verdeyaco el Oxígeno”; II) assess environmental impact; III) formulate strategies in order to strength the conservation of the reserve. It was used Chao2, Jackknife1 and bootstrap as estimators of sample efficiency. In addition, were calculated Shannon-Wiener and Simpson rates in order to know equity and dominance of rove beetles. An environmental impacts assessment was made by using the Arboleda matrix, as well as a contingent valuation in order to know people’s perception of looking over the reserve and their agreements to take care of it. Some strategies were formulated in order to control and reduce the impacts by human activities. It was recorded 319 beetles of 11 subfamilies, 27 genera and 158 species, with 20 new records for department of Cauca and 2 new records for Colombia. The sampling efficiency was 56%, but it is suggested to continue sampling; Shannon- Wiener and Simpson rates had results of 32.4% y 16.2% respectively, suggesting an important diversity. The environmental impact assessment reports the discharge of untreated wastewater as the main impact to be treated in order to preserve the ecosystem services of the reserve. The strategies of conservation and mitigation measures were carried out by the information recorded, resulting thus 4 strategies: I) Strategy to know and preserve wildlife into the reserve; II) Strategy to care of the vegetation; III) Strategy to care of air quality; III) Strategy to care of water quality.

Key words: Biological diversity, environmental impact assessment, bioindication, conservation, community owned areas.

INTRODUCCIÓN

La bioindicación a partir del uso de la diversidad de la familia (Coleóptera: *Staphylinidae*) o estafilínidos es un tema de interés en la actualidad, dado que el análisis de la diversidad de las poblaciones de insectos, brinda pautas para conocer el estado de ecosistemas como bosques, reservas forestales entre otros espacios naturales, en este sentido, varios son los países que han recurrido a estos organismos biológicos como herramientas de estudio e investigación para la toma de decisiones en la conservación de áreas naturales o protegidas [1].

No obstante, el poco conocimiento de la diversidad de estas especies de insectos y su potencial para la bioindicación, conlleva a un vacío en el conocimiento y por ende a la falta de mecanismos para el direccionamiento de las políticas públicas en torno a la preservación de las áreas protegidas (AP), las cuales desempeña un papel fundamental en la preservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico del planeta [2].

Así ante lo expuesto, el presente estudio tiene como objeto abordar la diversidad de estafilínidos (Coleóptera: *Staphylinidae*), como herramienta de bioindicación para la toma de decisiones en conservación de AP, tomando como referente la Reserva Forestal Protectora Regional “Verdeyaco El Oxígeno” (RFPRVO), localizada en el Municipio de Santa Rosa Cauca. De esta manera, se pretende sentar un precedente que contribuya a la generación de conocimiento sobre este tema, que sirva de base para la formulación de estrategias para conservación de las AP, acorde con los compromisos estipulados para la fase posconflicto en el cual se aboga por la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad, como medio para la subsistencia de las comunidades en la actualidad, así como de las generaciones futuras [3].

El presente estudio se estructura en 5 capítulos generales, el primero aborda aspectos relacionados con el planteamiento del problema, en torno al poco conocimiento y uso de los estafilínidos como herramientas de bioindicación en la conservación de las AP. El segundo aborda los antecedentes, y bases teóricas que constituye la columna vertebral para dar validez a los resultados obtenidos, en este mismo apartado se presentan las bases legales que soportan el estudio. El tercer capítulo se expone la metodología del estudio y las fases desarrolladas. En el cuarto capítulo se presentan los resultados, análisis y discusión de la caracterización de los estafilínidos, el diagnóstico ambiental de la reserva, y las estrategias de fortalecimiento para la conservación de la reserva y quinto capítulo las conclusiones y recomendaciones del estudio.

JUSTIFICACIÓN

En los últimos años el conocimiento de la biodiversidad es un tema importante para la conservación de los ecosistemas naturales como bosques, reservas y cuencas de agua; es un momento en el que la variabilidad climática y la intervención antrópica están causando estragos en estos espacios, en consecuencia, abordar esta temática resulta importante, en primer lugar, porque permite conocer la diversidad de los estafilínidos para contribuir a la documentación teórica que permite establecer políticas o proyectos para la conservación de la biodiversidad y los hábitats de las comunidades; segundo porque documenta el estado en el que se encuentra la RFPRVO y la importancia de la conservación de estos ecosistemas de transición entre los andes y la amazonia [4] y [5].

El estudio también se considera relevante, en la medida que constituye una herramienta de bioindicación para la toma de decisiones en armonía con la reserva, aun mas cuando el tema ambiental ocupa un lugar importante en las políticas públicas a nivel mundial, donde Colombia desempeña un papel fundamental, en la preservación de este tipo de recursos, los cuales cada vez son más amenazado por efecto de la deforestación, minería, construcción de vías, ampliación de la frontera agropecuaria afectado la calidad de vida en el planeta [6].

Así mismo el presente estudio se considera pertinente por estar enmarcado en el macro proyecto "Comunidades de insectos y caracterización molecular en áreas poco exploradas de las subzonas hidrográficas alto Patía, Guachicono, medio y alto Caquetá en la 'Bota Caucana', Departamento del Cauca" financiado por Colciencias y ejecutado entre la Universidad del Cauca y la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, el cual tiene como finalidad contribuir en la generación de estrategias de conservación y mitigación de los impactos por medio de una visión contextualizada de las necesidades de una especie, ecosistema y/o territorio donde diferentes sectores trabajan en estudios multidisciplinarios encaminados a establecer la relación entre la diversidad biológica y los efectos de las actividades antrópicas sobre el ambiente.

Así mismo el estudio genera beneficios a nivel documental, en la medida que son pocos los estudios realizados en Colombia y en especial en la zona de a la Reserva Forestal Protectora Regional "Verdeyaco, El Oxígeno" del Municipio de Santa Rosa (Cauca). De allí que los hallazgos obtenidos permiten dar paso en el conocimiento de la diversidad de la familia (Coleóptera: Staphylinidae) como herramienta de bioindicación, en la medida que permite determinar la riqueza natural que tienen estas zonas, la biodiversidad y contribuir en el desarrollo sostenible [7].

Los beneficios del estudio también se extienden a lo académico, puesto que brinda pautas importantes para el desarrollo de nuevas investigaciones, encaminada a conservar y estudiar la biodiversidad de nuestros territorios pues que hay muchos lugares del territorio nacional que no han sido explorados. es así, que se convierte

eslabón importante en la cadena del conocimiento, para aportar soluciones que permitan mantener el equilibrio de todos los ecosistemas y apoyar la sostenibilidad del planeta y la humanidad, pues debe saberse el valor intrínseco y extrínseco que la biodiversidad tiene [8].

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La dificultad para conocer de manera práctica el estado de cada uno de los componentes ambientales de las AP, ha llevado a los investigadores a recurrir a los insectos como bioindicadores, en la medida que proporciona información relevante para desarrollar estrategias de conservación de los ecosistemas, interviniendo también en la productividad de los sistemas agrícolas y los niveles de contaminación acuática, terrestre y atmosférica, puesto que interacciones como intercambios genéticos, biomasa y energía transferidas en los ecosistemas, se encuentran directamente relacionadas con las poblaciones de insectos [9] y [10].

La familia *Staphylinidae* es uno de los bioindicadores de interés en la actualidad, dado que presentan una gran variedad de especies muy adaptables a diferentes hábitats, pues a nivel mundial se conocen aproximadamente 48.000 especies agrupadas en 31 subfamilias [11], siendo así el grupo más grande dentro de los coleópteros y el reino animal; Colombia a pesar que sobre sale por su biodiversidad hasta el momento solo cuenta con 18 subfamilias divididas 933 especies de las cuales 370 son endémicas presentes según Asenjo; sin embargo esta cifra puede estar cerca de las 5000 especies, un alto porcentaje sin conocer y que puede aportar a la toma de decisiones y estrategias futuras para la conservación de ecosistemas importantes para la humanidad, pues en el Cauca en especial en el municipio de Santa Rosa, no se han realizado trabajos con esta familia [12] y [13].

No obstante, el estudio de diversidad de estafilínidos como herramienta de bioindicación es un tema poco trabajado en Colombia, lo cual ha limitado de cierta manera conocimiento de este grupo como bioindicador y sus funciones en los ecosistemas naturales, así como también la toma de decisiones a nivel de manejo de las áreas naturales, las cuales se encuentra amenazadas por factores como la variabilidad climática, la intervención antrópica, la degradación del suelo entre otros que ponen en riesgo la biodiversidad y conservación de estos importantes ecosistemas, que pueden ser manejadas y estudiadas a partir de bioindicadores, sin incurrir a mayores gastos en las comunidades que le apuestan a la conservación de los bosques naturales [5].

Por lo anterior, enmarcado en el macro proyecto "Comunidades de insectos y caracterización molecular en áreas poco exploradas de las subzonas hidrográficas alto Patía, Guachicón, medio y alto Caquetá en la 'Bota Cauca', Departamento del Cauca" financiado por Colciencias y ejecutado entre la Universidad del Cauca y la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, se planteó el estudio diversidad de estafilínidos (coleóptera: *staphylinidae*) como herramienta de bioindicación para el fortalecimiento de la conservación en la Reserva Forestal Protectora Regional "Verdeyaco, el Oxígeno", Santa Rosa (Cauca) Haciendo un trabajo multidisciplinario entre la biología y la ingeniería ambiental en el marco del macro proyecto

anteriormente mencionado. Esto con el fin de contribuir al fortalecimiento de las estrategias de conservación, conocimiento de la biodiversidad y sostenibilidad del área, acorde con las políticas públicas.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Aplicar la diversidad de estafilínidos (*Coleóptera: Staphylinidae*) como herramienta de bioindicación para el fortalecimiento de la conservación en la Reserva Forestal protectora Regional “Verdeyaco, El Oxígeno”.

1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la diversidad de *Estafilínidos* en la Reserva Forestal Protectora Regional “Verdeyaco el Oxígeno”.
- Diagnosticar el estado de conservación de la Reserva forestal protectora “Verdeyaco, El Oxígeno” a partir de la evaluación del impacto ambiental
- Formular una estrategia de fortalecimiento para la conservación de la Reserva Forestal Protectora Regional “Verdeyaco, El Oxígeno”.

CAPÍTULO II. REFERENTES CONCEPTUALES

El presente apartado, expone los principales antecedentes y bases teóricas que brindan respaldo en las diferentes fases del proceso de investigativo y se convierten en la columna vertebral en el análisis de los hallazgos obtenidos. En este sentido, se dio inicio exponiendo algunos antecedentes de estudio realizados alrededor del tema de los estafilínidos en contexto internacional, nacional y local. Seguidamente se presentan conceptos que permite tener una base más amplia sobre el tema de los estafilínidos como bioindicadores e introducción de metodologías que permiten relacionar la diversidad de los estafilínidos con la conservación de la reserva objeto de estudio.

2.1. ANTECEDENTES

El estudio sobre los estafilínidos ha sido un tema de interés para algunos investigadores en el ámbito nacional e internacional, debido entre otras cosas a la poca literatura disponible que documente su relación con los ecosistemas y su diversidad existente. En este sentido, se exponen algunos teóricos, quienes brindan pautas importantes desde el ámbito conceptual y metodológico, lo cual constituyen un referente importante para el direccionamiento del estudio.

En el ámbito internacional Asenjo [14] realizó el trabajo “*A complete checklist with new records and geographical distribution of the rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of Brazil*”, el cual tuvo como objetivo presentar la primera lista de estafilínidos exclusiva para Brasil, además de contener la literatura taxonómica, ecológica, nuevos registros con referencias de localidad para cada especie, como también localidades y la distribución a nivel nacional e internacional para cada especie; para obtener el resultado fue necesario el trabajo conjugado de varios especialistas en taxonomía de la familia *Staphylinidae*. Como resultado en este trabajo se obtuvo una lista con 2688 especies de la familia *Staphylinidae* (Coleoptera) registradas en Brasil, la cual representa una de las listas más actualizadas para la identificación y registro de los estafilínidos en Sur América en la actualidad.

Suárez [15] en su tesis doctoral “Indicadores ecológicos en gradientes urbanos de Gijón y León (NO Península ibérica). (Coleoptera: Carabidae, Cholevidae, Histeridae, Silphidae y Staphylinidae)”, tuvo como objetivo medir la capacidad de indicadores ecológicos de presión urbana de las familias mencionadas anteriormente y verificar las hipótesis de la perturbación intermedia y creciente en la zona urbana y rural, así como identificar los especialistas del hábitat y de especies oportunistas; el método aplicado para el muestreo fueron las trampas de caída Pitfall; en cuanto la interpretación de los datos fue realizada a partir métodos de estadística biológica. Los resultados indicaron similitudes en la composición de las familias entre los lugares muestreados (urbanos y rurales), sin embargo estos

resultados no apoyan la hipótesis de la perturbación intermedia pero si la de la perturbación creciente, por otro lado las familias *Carábidae* y *Staphylinidae* no son especialistas en hábitats, más bien oportunistas; en conclusión las familias de coleópteros en cuanto su riqueza de especies aumenta a medida de que reduce el grado de urbanización, además de que la presencia y dominancia de determinadas especies son parámetros indicadores de presión ambiental en los ambientes urbanos dependiendo de su biología y ecología.

En el ámbito nacional Sanabria y Armbrecht [16], realizaron el trabajo titulado “Diversidad de estafilínidos (Coleóptera: *Staphylinidae*) en cinco sistemas productivos de los Andes Colombianos”, el cual su objetivo fue identificar si el manejo agroecológico adecuado de los sistemas ganaderos beneficia la diversidad de la entomofauna asociada en este caso los estafilínidos; los métodos utilizados para el muestreo fueron las trampas de caída (Pitfall), donde se obtuvo como resultado 272 especímenes, divididos en 5 subfamilias, donde las subfamilias Aleocharinae y Staphylininae fueron las de mayor riqueza, mientras que el género *Anotylus* (Oxytelinae) fue el más abundante, por otro lado las pasturas con árboles resultan ser semejantes en cuanto riqueza de estafilínidos a los bosques secundarios y guaduales y que la homogeneidad vegetal se relaciona con la baja diversidad de estafilínidos; en conclusión, el manejo agroecológico adecuado en sistemas productivos ganaderos influyen positivamente en la diversidad de los estafilínidos a partir de una diversidad arbórea.

Sissa y Navarrete [12], realizaron un trabajo titulado “Composición y estructura de estafilínidos (Coleoptera: *Staphylinidae*) en dos localidades de Santa María (Boyacá, Colombia)”; el cual tuvo como objetivo registrar la composición y estructura de los coleópteros estafilínidos en dos localidades de Santa María, Boyacá; los métodos utilizados fueron trampa de caída o “Pitfall”, cernido de hojarasca y colecta manual en un gradiente altitudinal, como resultado recolectaron 1.378 especímenes agrupados en 179 morfoespecies, 56 géneros y 11 subfamilias, donde la subfamilia Aleocharinae registró gran parte de la abundancia (58,3%) mientras que en términos de riqueza Aleocharinae (32%), Staphylininae (17%) y Pselaphinae (16%) se encuentran dentro de las subfamilias más representativas; sin embargo las dos localidades estudiadas encontraron diferencias significativas en términos de abundancia y riqueza, como también entre localidades en cuanto el gradiente altitudinal; en conclusión los valores de las dos localidades contribuyen con la diversidad regional y las tasas de recambio de especies fueron altas en la composición de estafilínidos según los bajos índices de similitud (entre 0,10 y 0,27).

A nivel local Melenje [17] realizó el trabajo titulado “estafilínidos (Coleóptera: *Staphylinidae*) epigeos en sistemas cafeteros, Popayán, Cauca”, el cual tuvo como objetivo reconocer la comunidad de estafilínidos epigeos asociados a cultivos de café con dos niveles de sombra (monocultivo y policultivo). El método utilizado fueron las trampas mini-Winkler y Pitfall, los datos fueron analizados a partir de índices de diversidad biológica como: Shannon-Wiener, Pielou y el estimador no

paramétrico Jack 1; como resultado se capturados 438 estafilínidos de 100 especies, donde los cafetales con sombra mostraron mayor riqueza que los fragmentos de bosque y los cafetales sin sombra; concluyendo que la riqueza fue mayor en los cafetales con sombra y los dos fragmentos de bosque, los cafetales sin sombra presentaron alta abundancia, consecutivamente se evidencio que hay diferencias significativas entre los datos de abundancia y riqueza al comparar las coberturas, pero no al comparar las unidades de cada sistema. Este trabajo representa el primer trabajo de reconocimiento taxonómico para el departamento del cauca con la familia *Staphylinidae*.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Importancia de la biodiversidad

La biodiversidad es una abreviación de la diversidad biológica, la Convención sobre la Diversidad Biológica de define como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” [18].

En la actualidad se conocen poco sobre la biodiversidad del planeta, científicamente se han descrito 1.700.000 especies de seres vivos de los cuales sólo se conocen bien las plantas superiores (270.000 especies) y a los animales vertebrados (55.000 especies)., Estimándose que la biodiversidad mundial puede estar compuesta desde 3 millones a 110 millones de especies, siendo los insectos, con más de un millón de especies descritas, el grupo más numerosos, el agravante es que por cambios naturales y antrópicos muchas especies se están extinguiendo antes de haber sido descritas por ende la importancia de avanzar en su conocimiento y plantear estrategias para su protección y conservación [19].

La importancia de la biodiversidad radica en que es el sostén del funcionamiento de los ecosistemas y de igual manera es el sostén de la humanidad; pues brinda bienes y servicios únicos que se han agrupado en cuatro categorías como: Servicios de aprovisionamiento donde facilitan los alimentos, la leña, las plantas medicinales y otros importantes; Servicios reguladores expresados en funciones que desempeñan los ecosistemas como la regulación del clima mediante el almacenamiento de carbono, filtrado del aire y del agua; así mismo, la diversidad favorece los servicios culturales que ofrecen beneficios materiales directos como el turismo, la belleza estética de los paisajes y el gozo espiritual que esta genera, y finalmente los servicios de apoyo, que no benefician directamente a las personas, pero son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas y, por ende, responsables indirectos de los demás servicios como la formación de suelos y los procesos de crecimiento de las plantas [20].

Actualmente se tratan de desarrollar diversas estrategias de conservación de la diversidad, donde se establecen no como reglamento si no como reflexión estimular y salvaguardar en primer lugar la investigación y conservación de la diversidad biológica en el país, como también realizar trabajos interdisciplinarios de la biología de la conservación con diferentes profesiones, consecuentemente el Plan Nacional de Biodiversidad (PNB) incluye la reducción de actividades antrópicas que afecten los recursos naturales, la restauración de ecosistemas, la conservación y recuperación de poblaciones de especies silvestres amenazadas o vulnerables y finalmente la promoción de planes de conservación de especies in situ de una región para implementar la conservación [21].

2.2.2. Métodos de medición de la diversidad biológica

La diversidad biológica y su importancia ha sido un tema controversial para diferentes sectores sociales; actualmente el significado y la importancia no están en duda lo que ha impulsado al conocimiento de esta, para lo que se ha desarrollado parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, promoviendo la conservación, manejo y monitoreo ambiental [22]. Por lo anterior y para comprender como las actividades antrópicas afecta la biodiversidad en relación con la estructura del paisaje, se ha separado esta medición en tres (3) componentes que son diversidad alfa, beta y gamma; “La **diversidad alfa** es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la **diversidad beta** es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la **diversidad gamma** es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje [22].

El análisis de valorar la diversidad de especies cobra sentido si recordamos que el objetivo de medir la diversidad biológica es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica; contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxas o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Sin embargo, aún y cuando un índice sea aplicado cumpliendo los supuestos del modelo y su variación refleje cambios en la riqueza o estructura de la comunidad, resulta generalmente difícil de interpretar por sí mismo, y sus cambios sólo pueden ser explicados regresando a los datos de **riqueza específica** y **abundancia proporcional** de las especies; por lo tanto, lo más conveniente es presentar valores tanto de la riqueza como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad [22].

Para medir la riqueza específica hay diferentes métodos, entre ellos se puede expresar por medio de una **curva de acumulación de especies** la cual se usa para tener un estimado de las especies a partir de un muestreo; es decir, muestra como las especies se acumulan en función del número de muestras acumuladas; Sin embargo para realizar la curva de acumulación de especies cuando no se asume una estadística conocida y que no se ajuste a ningún modelo determinado se puede

realizar por medio de la utilización de Métodos no paramétricos como: Chao 2, Jackknife 1 y Bootstrap1. **En cuanto los índices de abundancia proporcional** se han clasificado en índices de equidad, que son aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie e índices de heterogeneidad que son aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad; dentro de estos se encuentra el **Índice de Simpson (dominancia)** que toma en cuenta las especies con mayor importancia o dominancia sin considerar el resto de especies y el **Índice Shannon-Wiener (equidad)** que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra [22].

2.2.3. Coleópteros de la familia Staphylinidae

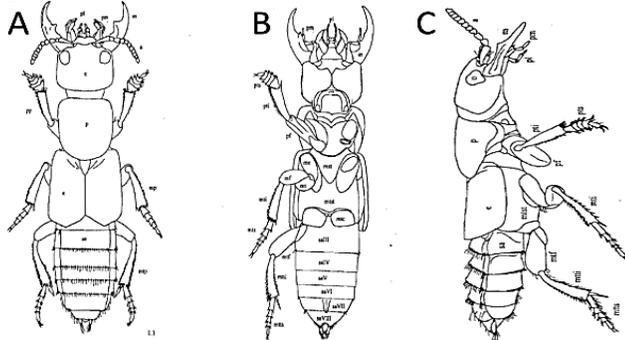
Los Estafilínidos son considerados uno de los componentes más comunes y ecológicamente importantes de la fauna del suelo; se les encuentra en una gran diversidad de hábitats tales como suelo, hojarasca, hongos, carroña, termiteros, flores, roedores entre otros; La familia Staphylinidae ocupa a nivel de especies el (5%) en el reino animal, y es una de las familias más grandes de la orden coleóptera con un mayor número de especies, equivalente al (14%) del grupo; aproximadamente 63,657 especies ha sido identificado alrededor del mundo, donde se comprenden 32 subfamilias, 167 tribus y más de 3400 géneros hasta el momento [23].

Los llaman escarabajos errantes o vagabundos son reconocidos por sus élitros truncados que dejan a la vista la mitad de los segmentos abdominales, como también por su abdomen flexible que puede asemejar y levantarse en forma similar a un alacrán como método de defensa, además de tener una gran agilidad en la mayoría de especies para moverse; tienen una longitud de 1-35mm; forma alargada ocasionalmente ovoide; coloración variable desde tonalidades claras hasta oscuras, en ocasiones con brillos metálicos (Figura 1); los estafilínidos tienen un importante papel en el equilibrio de los ecosistemas, pues son entre muchas funciones ecosistémicas polinizadores, descomponedores, controladores de plagas y tienen potencial como indicadores de cambios forestales debido a su sensibilidad a cualquier interrupción del hábitat [24].

Los estafilínidos se encuentran en una gran variedad de hábitats, especialmente en aquellos que son más húmedos como debajo de troncos descompuestos y la hojarasca principalmente; se encuentran desde el nivel del mar hasta 4.450m de altura, la mayor de su diversidad se presenta en los diferentes tipos de bosque con influencia tropical y en bosques mesófilos de montaña; La hojarasca es uno de los hábitats donde se encuentran un gran número de subfamilias, muchas de ellas son saprófagas, la mayoría son depredadoras, unas pocas son parasitoides; en cuanto sus usos son utilizados como controladores biológicos de las plagas, planteando una estrategia alternativa para reducir el uso de sustancias nocivas al ambiente

(agroquímicos) y se avanza en su uso como bioindicadores de conservación de hábitats [24].

Figura 1. Vista de un estafilínido: A) Dorsal; B) Ventral y C) Lateral



Fuente: Navarrete [24].

2.2.4. Diversidad de estafilínidos como herramienta de bioindicación

En general los insectos han venido siendo utilizados en diferentes funciones en los ecosistemas terrestres como también en la sociedad; donde ha ejercido entre otras cosas un control biológico en los proyectos agrícolas sustentables como también a influido en la alimentación, la salud y la cultura de la humanidad; en este sentido los insectos se posicionan como un excelente punto de partida para desarrollar propuestas acordes con las necesidades de la sociedad actual, sin embargo son pocas las investigaciones como herramienta de bioindicación o monitoreo ambiental lo que puede ayudar a evaluar de manera integral un problema complejo donde una disciplina científica es insuficiente [25].

Según Molero citado en González [26]: *“Un bioindicador es un organismo o un conjunto de ellos que muestra la propiedad de responder a la variación de un determinado factor abiótico o biótico del ecosistema, de tal manera que la respuesta quede reflejada en el cambio de valor en una o más variables de cualquier nivel del organismo”*. Según lo anterior existen microorganismos que son sensibles al cambio en un ambiente por lo cual experimentan cambios ya sea en sus características físicas como en su forma de habitar en el medio donde se encuentran, lo cual permite a los investigadores establecer relaciones con los ecosistemas y sus cambios [26]. En este contexto uno de los bioindicadores más utilizados en los últimos años han sido los coleópteros, gracias su a la abundancia en los diferentes ecosistemas, pero sobre todo a sus características físicas, sus hábitats y en especial a la sensibilidad a los cambios ambientales según su especie; en este sentido los estafilínidos a partir de sus características biológicas y ecológicas, como también por su abundancia se postulan como potenciales indicadores de calidad ambiental ya que representan la familia más grande dentro de los coleópteros y el reino animal [16] y [27].

2.2.5. Diagnóstico ambiental

La palabra diagnóstico proviene de la raíz griega “gnosis” que significa conocer el estado de algo, a través de algún procedimiento determinado, de allí que algunos autores se han dado a la tarea de proponer algunas definiciones; en este sentido, Arteaga [28] se refiere a este concepto como el resultado de una investigación, o explicación de una situación particular, que implica la descripción de un proceso; En consecuencia, Scarón [29] menciona que un diagnóstico también implica un juicio comparativo, de una situación con otra para conocer la situación actual. En consecuencia el diagnóstico comprende establecer puntos de referencias que permiten conocer la realidad en determinado contexto ya sean problemáticas de tipo ambiental, social, económico-productiva y jurídico-administrativa de un área o lugar; permitiendo recopilar información referida a las características del entorno que se vuelca en informes para conocer el estado del lugar y tomar las respectivas medidas y acciones correctivas si lo es necesario [30].

Para la realización del diagnóstico ambiental se puede optar por aplicar diversas herramientas entre ellas la evaluación de impacto ambiental (EIA); la cual ha resultado útil para la toma de decisiones, en la medida que permiten conocer el estado de los componentes ambientales para la implementación de estrategias que permitan su conservación, así como fortalecer los vínculos de la sociedad con el ambiente [31]. Uno de los instrumentos dentro de la EIA, es la lista de chequeo, la cual se asume como un método de control o verificación que consiste en listar preguntas o aspectos con la finalidad de identificar las actividades o acciones de un proyecto, obra o actividad en un determinado lugar; Así mismo, otro instrumento es la Matriz de impactos ambientales Arboleda, conocida como un método de medición de los posibles impactos positivos o negativos causados a un lugar por determinado proyecto, obra o actividad que permite tener por medio de sus criterios la categorización del impacto, ya sea positivo o negativo [32].

Dentro de la EIA también se ha venido manejado como una herramienta ambiental para la toma de decisiones la valoración económica ambiental, la cual hoy en día se dirige como un desafío que permite establecer estímulos para el desarrollo sostenible de algunos entornos naturales, la cual busca obtener una medida monetaria de los cambios que un individuo o un grupo experimentan en su bienestar por mejora o daño en los servicios ambientales; las personas valoran la existencia de bienes y servicios ambientales no solo por su uso alimentación y recreación, sino también por consideraciones éticas o altruistas es decir legado y herencia [33].

En este sentido existen diversas herramientas para determinar la valoración económica ambiental, uno de ellos es el Método de Valoración Contingente MVC, el cual permite estimar el valor de los servicios ambientales de un espacio natural para una determinada parte de la sociedad involucrada en el medio; valor que en primera estancia se haya a partir de dos categorías como la disposición a pagar (DAP) y segundo la disposición a aceptar (DAA); la primera, como su nombre lo

indica alude a la disponibilidad de las personas a pagar para obtener una mejora o evitar un daño del bien o servicio ambiental; la segunda, a la disponibilidad de los individuos para recibir una compensación por permitir una modificación de las condiciones ambientales o renunciar a unos beneficios [34].

2.2.6. Importancia de las reservas forestales protectoras regionales

La conservación de las áreas protegida ha sido una prioridad en los últimos años, debido las alteraciones causada en el entorno natural, ya sea por la intervención antrópica, la variabilidad climática entre otros fenómenos influyentes; en este sentido, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), define a las áreas protegidas (AP) como: *“un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados”* [35].

Las áreas protegidas son espacios que permiten la conservación de la biodiversidad, que constituye la base de los procesos ecológico para el desarrollo sostenible de la sociedad en equilibrio con los ecosistemas; las reservas forestales protectoras Regionales (RFPR) como una categoría de las áreas protegidas contribuyen al sostenimiento de la diversidad biológica y los recursos culturales; Su importancia radica en que es uno de los instrumentos rectores para la conservación de la vida frente a los cambios climáticos y medioambientales que sufre el planeta en la actualidad; en este contexto Colombia tiene en la actualidad 1097 áreas protegidas de las cuales 59 son reservas forestales protectoras regionales RFPR y 2 pertenecen al municipio de Santa Rosa (Cauca) entre las que se encuentra la Reserva Forestal Protectora Regional “Verdeyaco, El Oxígeno” área de estudio [36] y [37]

Las reservas forestales protectoras regionales ofrecen bienes y servicios a la sociedad, a partir de los diversos ecosistemas que confluyen entre estas áreas de conservación; Estos beneficios se traducen en servicios de aprovisionamiento, como alimentos y agua; servicios de regulación, como inundaciones, sequías, degradación del terreno y enfermedades; servicios de sustento como la formación del sustrato y el reciclaje de los nutrientes; y servicios culturales, como recreacionales, turísticos, espirituales, religiosos u otros beneficios no materiales como el conocimiento de la biodiversidad [38].

2.3. BASES LEGALES

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el principal rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables; es el encargado de definir las políticas y regulaciones para la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales

renovables y del ambiente de la Nación a fin de asegurar el desarrollo sostenible. En este caso, la siguiente normativa se relaciona en primer lugar con la implementación de áreas protegidas como una de las principales estrategias del país para la conservación de los bosques y la biodiversidad; en segundo la investigación científica sobre diversidad biológica para avanzar en su conocimiento y protección (Tabla 1).

Tabla 1. Normatividad que apoya la investigación

Norma	Descripción
	Normatividad general
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el ministerio del medio ambiente y se reordena la gestión y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y se crea el sistema nacional ambiental SINA y se dictan otras disposiciones [39].
Áreas protegidas y reservas forestales protectoras	
Decreto 2372 de 2010	Por el cual se reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones [40].
Decreto 1076 de 2015	Se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible [41]
Resolución 1125 de 2015	Se adopta la ruta para la declaratoria de áreas protegidas [42].
CONPES 3680 del 2010	Se establecen lineamientos para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas [43].
Diversidad biológica	
Decreto 2811 de 1974	Se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente [44].
Ley 165 de 1994	Aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Rio de Janeiro el 5 de junio de 1992 [45].
Decreto 309 de 2000	Reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica [46].
Decreto 1376 de 2013	Se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestre de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial [47].
Evaluación de impacto ambiental	
Decreto 1220 del 2015	Se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales [48].
Resolución 1084 de 2018	Se establecen metodologías de valoración de costos económicos del deterioro de la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se dictan otras disposiciones [49].

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

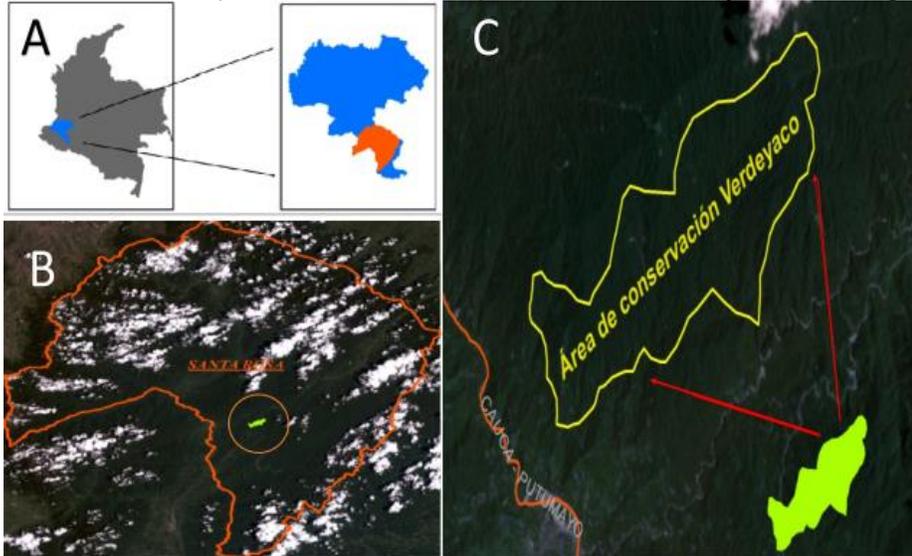
El capítulo expone por objetivo la metodología aplicada, de este modo el orden de presentación se estipulo de la siguiente forma: I) Descripción del área de estudio, en donde se relaciona información socio ambiental relacionada a la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno”; II) Caracterización de la diversidad de estafilínidos, en el cual se relacionan los métodos usados para la colecta de estafilínidos y de los aplicados para su identificación taxonómica; III) Diagnostico del estado de conservación de la Reserva, donde se amplía información de la evaluación de impacto ambiental aplicada para la identificación de actividades e impactos tensores en el área de estudio; IV) Formulación de estrategias de fortalecimiento para la conservación de la reserva, cuya finalidad será indicar un rotero para la mitigación y/o control de los tensores encontrados, y que además permitan fortalecer los procesos de conservación de áreas estrategias en un ecosistema de transición andino-amazónico como la reserva.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La reserva forestal protectora regional “Verdeyaco el Oxígeno” se localiza entre las coordenadas norte 1°22'49.07” y oeste 76°30'43.65”, en la vereda Verdeyaco del corregimiento Santa Marta, en el municipio de Santa Rosa del departamento del Cauca (Figura 2). Entre los aspectos físicos, bióticos y socioculturales más relevantes se encuentra que la reserva cuenta con una extensión de aproximadamente 293.02 Ha; presenta suelos de laderas de montaña erosiónales; es un área altamente hídrica; representa un ecosistema de bosque muy húmedo tropical, con una altura aproximada de 1.358 msnm, temperaturas entre los 17°C y los 24°C, y precipitaciones medias anuales entre 2.000 mm y 4.000 mm. Entre la fauna que alberga se encuentra el tigrillo, la danta, y el oso de anteojos, las cuales están categorizadas como especies vulnerables [4] y

La población de la reserva está constituida por comunidades campesinas, las cuales se encuentran organizadas socialmente y buscan la conservación de la reserva, ya que consideran pueden prestar servicios basados en el ecoturismo, educación e investigación; la economía de la comunidad que hace parte de la dinámica de la reserva se basada en la agricultura, la cual suple la demanda de alimentos de los hogares de la vereda [4].

Figura 2. Localización de la reserva: A) Departamento del Cauca; B) Corregimiento Santa Marta; C) Reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno”



Fuente: ArcGIS (2019)

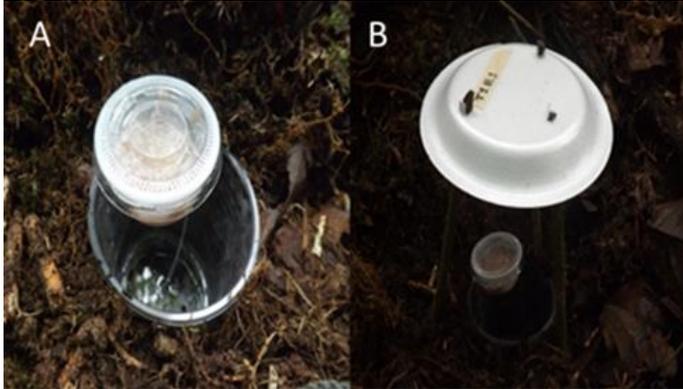
3.2. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LOS ESTAFILÍNIDOS

La caracterización de la diversidad de los estafilínidos (Coleóptera: *Staphylinidae*) se llevó a cabo en tres fases: la primera comprendió la colecta del material entomológico; la segunda se enfocó a la clasificación taxonómica; la tercera se enfocó a estimación estadística de la diversidad de los estafilínidos en el área de estudio.

3.2.1. Colecta del material entomológico

En la primera fase se combinaron métodos como las *trampas de caída* o “*Pitfall*” cebadas con calamar descompuesto, sacos *mini-Winkler* con tamizado de hojarasca y se complementó con *colecta manual*; en este sentido, para la aplicación de los métodos se trazaron cuatro transeptos de 120 m cada uno, separados entre sí por 200 m, esto con el fin de disminuir la interferencia del cebo; cada transepto fue subdividido en 12 estaciones, con distancia de 10 m entre estación [50]. De lo anterior, en cada estación se instaló una *trampa de caída*, la cual correspondió a un vaso plástico de 250ml dispuesto a ras del suelo, en los cuales se agregó 50ml de alcohol al 96% y el cebo fue dispuesto en una adaptación en espiral metálica suspendido en copas de 29 ml (Figura 3), además, cada trampa fue protegida de la lluvia por medio de un plato plástico a forma de sombrilla; cada trampa fue revisada cada 24h para un total de tiempo de 72h; el material colectado fue almacenado y rotulado en bolsas tipo ziploc con alcohol al 96%, para luego ser procesadas en laboratorio.

Figura 3. Trampa de caída: A) instalación de la trampa; B) Protección de la trampa



Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el protocolo de muestreo contemplado, para el uso de *trampas mini-Winkler* se delimitó entre las estaciones un perímetro de 1 m² de hojarasca, la cual se tamizó con un cernidor de 1cm² de poro, así, las muestras resultantes se depositaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas y selladas para luego pasarlas a bolsas de tela con malla de poro de 0,5 mm²; posteriormente se suspendieron en la mini-Winkler por un periodo de 72 horas consecutivas (Figura 4). Esta trampa tiene un formato de embudo, en donde al final se dispuso un frasco colector con alcohol al 96%, en donde por efecto de gravedad los insectos presentes en las muestras de hojarasca procesada caen, ya que estos buscarán humedad; el material colectado fue almacenado y rotulado en bolsas tipo ziploc con alcohol al 96% para luego ser procesadas en laboratorio [50].

Figura 4. Trampa mini-Winkler A) tamizado de hojarasca; B) saco mini Winkler

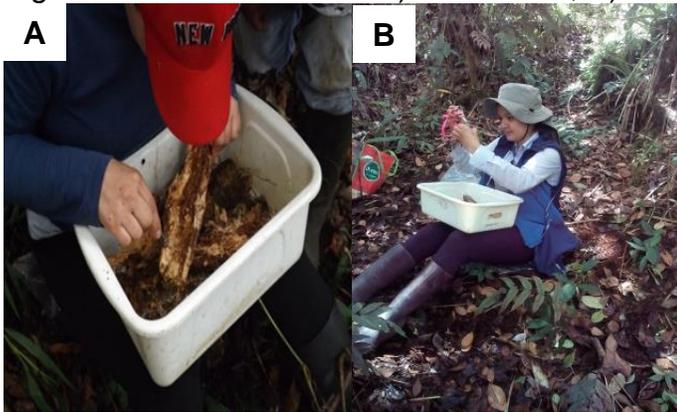


Fuente: Elaboración propia

Como método de muestreo complementario, se realizó colecta manual, para la cual se trazó una línea imaginaria entre estaciones, así, se tomaron diferentes muestras de hojarasca alrededor de cada estación y sobre las cuales se colectaron los

estafilínidos observados; adicionalmente se buscó bajo rocas y troncos descompuestos, frutos caídos y corteza de árboles (Figura 5). Este procedimiento se realizó en lapsos de tiempo entre 10-15 minutos por estación, el material colectado fue almacenado y rotulado en frascos de vidrio con alcohol al 96% para luego ser procesadas en laboratorio [50].

Figura 5. Colecta manual: A) En troncos; B) En hojarasca aledaña

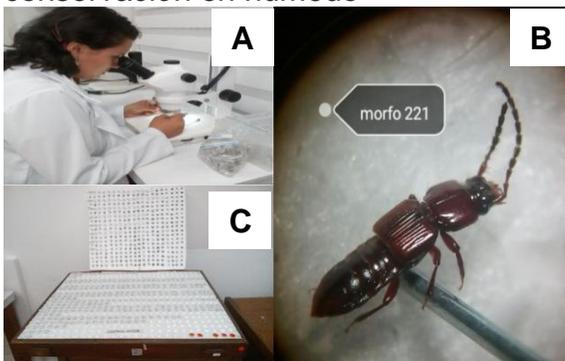


Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Clasificación taxonómica

El material colectado fue procesado en el laboratorio de entomología del Museo de historia Natural de la Universidad del Cauca. Como primera medida, todas las muestras colectadas en campo fueron limpiadas, es decir, de las muestras fueron eliminados residuos vegetales y de tierra. Inmediatamente después de limpiar, el material fue separado en categorías como: estafilínidos, hormigas, abejas, mariposas y otros, esto porque la prioridad del proyecto es la primera categoría aquí indicada. El material separado fue debidamente rotulado y preservado en alcohol al 96% (Figura 6).

Figura 6. Clasificación: A) Limpieza y separación; B) identificación taxonómica; C) conservación en húmedo



Fuente: Elaboración propia

Con las muestras priorizadas, limpias y debidamente separadas, se prosiguió a realizar su clasificación al máximo nivel taxonómico posible, para lo cual, se realizó el morfotipado de los estafilínidos colectados en la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno”. Esta etapa se realizó con la ayuda de las guías de identificación taxonómica de Navarrete [24], las cuales permitieron relacionar características morfológicas de los individuos como color, tamaño y forma, esto permitió determinar las diferentes subfamilias de estafilínidos colectados y la asignación de un número consecutivo para los diferentes individuos pertenecientes a las diferentes subfamilias encontradas; todas las muestras debidamente rotuladas fueron preservadas en alcohol al 96%.

Debido a que la guía de identificación de Navarrete [24] es la más completa y cercana para clasificar los estafilínidos en Sur América y que para Colombia la descripción de subfamilias y especies es limitada, se hizo necesario el apoyo de un especialista en el grupo taxonómico estudiado; de esta manera, la identificación del material es heterogéneo, significando que algunas especies llegan a especie, otras a género, otras solo quedan en subfamilia debido a que representan potenciales géneros o especies nuevas.

3.2.3. Estimación estadística

Con el material verificado, se crearon las bases de datos de estafilínidos de la reserva, las cuales contienen información de nombres, número de morfo y cantidad de individuos colectados por método de muestreo. La información recopilada fue tratada mediante los softwares Past3.5 [51] y Estimates9 [52], con los cuales se calculó la eficiencia de muestreo por medio de los estimadores Chao2, Jackknife y Bootstrap; además se calcularon los índices de dominancia de Simpson que está influido por la importancia de las especies más dominantes y el índice de equidad Shannon-Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra para identificar si una comunidad está distribuida de forma uniforme, lo cual se refleja a través del perfil de diversidad alfa, el cual asume la diversidad local, es decir, en la de la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno” [22].

3.3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

Para el diagnóstico se realizó la socialización del proyecto con la comunidad, en esta se expusieron los objetivos y la finalidad del trabajo, así se obtuvieron los respectivos permisos para el desarrollo de las actividades en la reserva y con lo cual se contó con el acompañamiento y participación de la junta directiva de la reserva y de la comunidad, quienes además suministraron información sobre los aspectos relacionados con el entorno ambiental y social del área protegida. Contando con el apoyo y permisos, el diagnóstico comprendió una evaluación de impacto ambiental-

EIA que es conformada por una lista de chequeo, una matriz de impacto y una valoración ambiental [32].

La lista de chequeo simple siguió los planteamientos de Cardona y Restrepo [53] quienes indican que esta herramienta comprende un conjunto de preguntas verificables, que permiten conocer el estado de un entorno sobre el cual se investiga. Para la aplicación de esta herramienta, se realizó un recorrido por la reserva, haciendo observación del estado de los componentes ambientales y los impactos generado en la reserva, actividad que fue complementada con información suministrada por los pobladores y personal encargado de la reserva. De esta manera se pudo verificar el cumplimiento de los objetivos de conservación de los recursos naturales y la biodiversidad plateados por las directivas de la reserva, Corporación ambiental-CRC y el sistema nacional de áreas protegidas-SINAP que rigen a la reserva (Anexo B). De igual manera se aplicó la matriz de impacto ambiental de Arboleda [32], donde se listaron los impactos encontrados, los cuales fueron calificados con base a los siguientes criterios: clase, presencia, duración, evolución y magnitud (Ecuación 1).

$$Ca = C (P [axEM+bxD]) \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde: Ca= Calificación ambiental; C= Clase; P= Presencia; E= Evolución; M= Magnitud; D= Duración; Constante a= 7.0; constante b= 3.0.

Calificados los impactos estos se categorizaron bajo criterios de importancia tal y como se muestra en la Tabla 2 y Anexo C Arboleda [32].

Tabla 2. Categorización e importancia de los impactos

Calificación ambiental (puntos)	Importancia del impacto ambiental
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante
>2.5 y ≤ 5.0	Moderadamente significativo o moderado
> 5.0 y ≤ 7.5	Significativo o relevante
> 7.5	Muy significativo o grave

Fuente: [32]

Complementariamente se realizó una valorización económica ambiental, con el fin de tener un referente que permita realizar una aproximación del valor que tienen los servicios ecosistémicos para la comunidad aledaña a la reserva. Para esto se realizó una valoración contingente-MVC, para esto fue necesario conocer datos de la población como número de habitantes, núcleos familiares, género, edad, nivel educativo, ingresos familiares. En segunda instancia se conoció la apreciación que la comunidad tienen sobre los servicios ambientales; tercero, se trató la disponibilidad apagar por los servicios ambientales; cuarto, se indagó sobre la disponibilidad a aceptar compensaciones por cuidar dichos servicios. Algunos datos fueron suministrados por la representación legal de la reserva. En este sentido, para elegir la muestra representativa, de la población, a participar en la encuesta se

recurrió a la ecuación de muestra finita la cual se expresa mediante la ecuación 2 [54].

$$n = \frac{N * Z a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z a^2 * p * q} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde: N = tamaño de la población Z = nivel de confianza, P = probabilidad de éxito, o proporción esperada Q = probabilidad de fracaso D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

Con los datos poblacionales suministrados por el representante de la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno”, la ecuación 2 fue despejada de la siguiente manera:

N = tamaño de la población = 45 habitantes en inmediaciones de la reserva

Z = nivel de confianza = 1,96

P = probabilidad de éxito o proporción esperada = 0,5

Q = probabilidad de fracaso = 0,5

D = precisión (error máximo admisible en términos de proporción = 7% = 0,07

$$n = \frac{45 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,07^2 * (45 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} = \frac{43,218}{1,176} = 36,75 \approx \underline{37}$$

La aplicación de la ecuación 2 indicó que el número total de encuestas a realizar debería ser de 37; de este modo, el instrumento se estructuró con nueve (9) preguntas de selección múltiple con única respuesta, divididas en cuatro categorías básicas: I) datos socio-económicos como género, edad, nivel de educación, ingresos económicos y número de integrantes por familia; II) apreciación de los servicios ambientales por parte de los habitantes; III) disposición a pagar por mantener y conservar los servicios ecosistémicos de la reserva; IV) disposición a aceptar la intervención de los mismos, como caso hipotético [55].

3.4. FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

Para la formulación de las estrategias de fortalecimiento para conservación de la reserva se tomaron en cuenta los resultados obtenidos a partir de la caracterización de los estafilínidos y de la evaluación de impacto ambiental, ya que estos permitieron realizar una aproximación su estado de conservación, así como de los impactos y agentes tensores que deben ser tratados buscando fortalecer la conservación en este importante ecosistema estratégico. Para este punto las estrategias fueron construidas a modo de fichas ambiental, las cuales están estructuradas por un título, código, referente fotográfico, objetivo, actividades o impactos a tratar, alcance de las actividades, responsables, personal requerido, descripción de la estrategia, seguimiento y monitoreo de la estrategia [32] y [56].

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

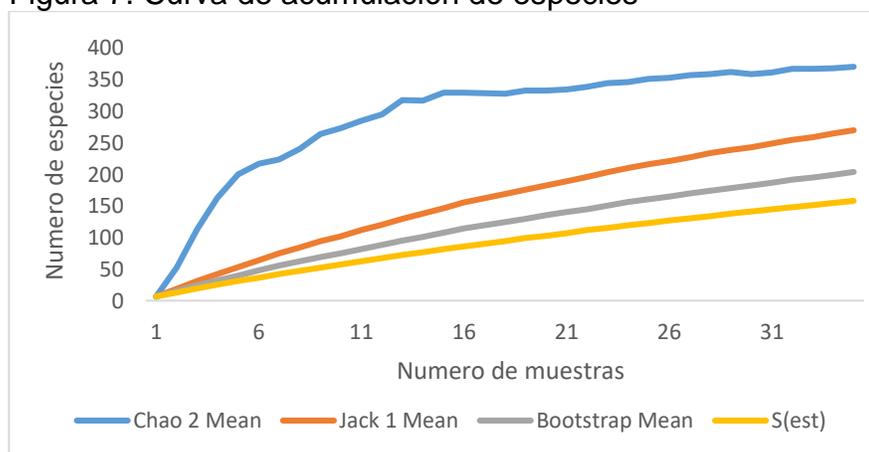
Este capítulo se desarrolla de acuerdo con lo planteado en la metodología como se describe a seguir: I) caracterización de la diversidad de estafilínidos; II) diagnóstico del estado de conservación de la reserva; III) estrategias para el fortalecimiento de la conservación de la reserva.

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE ESTAFILÍNIDOS

4.1.1. Eficiencia de muestreo

Para determinar la eficiencia de muestreo se calcularon estimadores de riqueza Chao2, Jack1 y Bootstrap donde el número de las especies observadas fue 158, mientras que las especies esperadas fue de 281, indicando que el esfuerzo de muestreo fue de aproximadamente del 56% (Figura 8).

Figura 7. Curva de acumulación de especies



Fuente: Elaboración propia

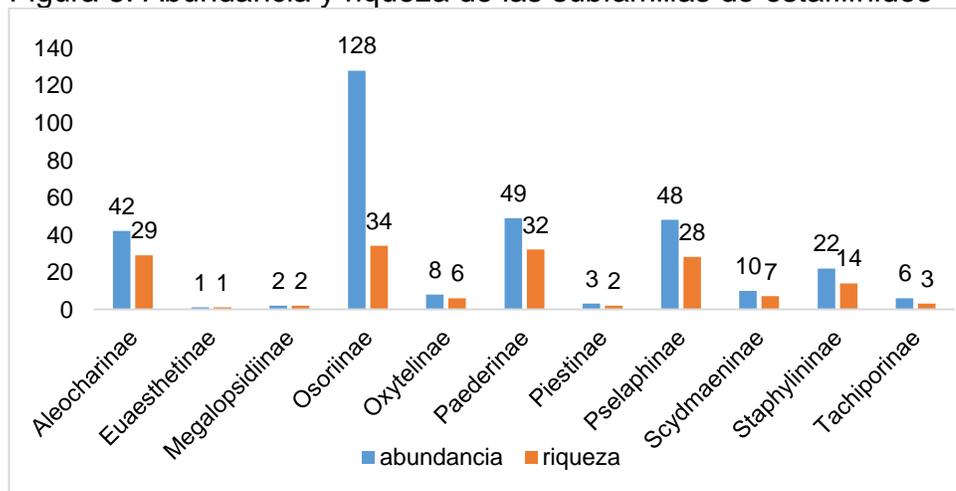
En la curva de acumulación de especies se pudo evidenciar que las especies observadas en el muestreo fueron menores que las especies esperadas; los estimadores (Figura 8) no alcanzan la asíntota indicando que se debe realizar un mayor esfuerzo de muestreo Villarreal [57]. Sin embargo, el estimador Chao2 tendió a estabilizarse, lo que guarda coincidencia con lo expuesto en Moreno [22], quien indica que este es un estimador menos sesgado para muestras pequeñas. En este caso, Chao2 refleja que en el muestreo hay un buen número de especies “únicas” y “duplicadas” que ocurren una o dos veces en el muestreo y que por lo tanto la muestra recogida es representativa y válida para realizar el estudio Escalante [58].

El esfuerzo de muestreo, resultado del promedio de los estimadores, fue del 56% e indica que no es un esfuerzo significativo, lo cual se puede evidenciar en primera instancia por la diferencia entre las especies observadas y las esperadas, como también a partir de las bajas abundancias encontradas para cada especie [59]. En cuanto al muestreo realizado en este estudio, este puede no ser eficiente, debido a que las especies pueden ampliar o reducir su distribución a partir de cambios ambientales ya sean de tipo antrópicos o natural, como también de la época de muestreo (lluvia o sequía), además que para Colombia las investigaciones en este grupo son incipientes [60].

4.1.2. Identificación taxonómica

El total de estafilínidos colectados en la Reserva Forestal Protectora “Verdeyaco el Oxígeno” fue de 319 individuos, distribuidos en 11 subfamilias, 27 géneros determinados e indeterminados, 158 especies determinadas e indeterminadas (Anexo A). Esta información permitió realizar una aproximación sobre la diversidad, entendida en abundancia y riqueza, de los Staphylinidae de la zona de estudio (Figura 8).

Figura 8. Abundancia y riqueza de las subfamilias de estafilínidos



Fuente: Elaboración propia

También se reportan posibles nuevos registros para el departamento del Cauca y Colombia (Tabla 3); en este sentido, las subfamilias encontradas en la reserva corresponden a *Aleocharinae* (Fleming, 1821), *Euaesthetinae* (Thomson, 1859), *Megalopsidiinae* (Leng, 1920), *Osoriinae* (Erichson 1839), *Oxytelinae* (Fleming 1821), *Paederinae* (Fleming, 1821), *Piestinae* (Erichson 1839), *Pselaphinae* (Latreille, 1802), *Scydmaeninae* (Leach, 1815), *Staphylininae* (Latreille, 1802) y *Tachyporinae* (MacLeay, 1825).

Tabla 3. Posibles nuevos registros de estafilínidos para Colombia y el departamento del Cauca

No.	Familia	Subfamilia	Género	Especie	Morfoespecie	Registro Nacional (Colombia)	Registro Departamental (Cauca)
1	Staphylinidae	Osoriinae	Thoracophorus	<i>Thoracophorus sp.1</i>	14	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
2	Staphylinidae	Scydmaeninae	Euconnus	<i>Euconnus sp.1</i>	15	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
3	Staphylinidae	Osoriinae	Thoracophorus	<i>Thoracophorus sp.2</i>	40	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
4	Staphylinidae	Staphylininae	Diachus	<i>Diachus sp.1</i>	43	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
5	Staphylinidae	Euaesthetinae	Stenaesthetus	<i>Stenaesthetus sp.1</i>	142	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
6	Staphylinidae	Osoriinae	Holotrochus	<i>Holotrochus sp.1</i>	184	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
7	Staphylinidae	Pselaphinae	Fustiger	<i>Fustiger sp.1</i>	189	Primer Registro	Primer registro para el Cauca
8	Staphylinidae	Piestinae	Piestus	<i>Piestus sp.1</i>	240	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
9	Staphylinidae	Staphylininae	Glenus	<i>Glenus sp.1</i>	258	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
10	Staphylinidae	Tachyporinae	Sepedophilus	<i>Sepedophilus sp.1</i>	266	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
11	Staphylinidae	Staphylininae	Plociopterus	<i>Plociopterus sp.1</i>	268	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
12	Staphylinidae	Tachyporinae	Coproporus	<i>Coproporus sp.1</i>	274	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
13	Staphylinidae	Tachyporinae	Coproporus	<i>Coproporus sp.2</i>	293	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
14	Staphylinidae	Osoriinae	Thoracophorus	<i>Thoracophorus sp.3</i>	304	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
15	Staphylinidae	Staphylininae	Diachus	<i>Diachus sp.2</i>	306	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
16	Staphylinidae	Piestinae	Piestus	<i>Piestus sp.2 nuevo1</i>	333	Primer Registro	Primer registro para el Cauca
17	Staphylinidae	Oxytelinae	Anotylus	<i>Anotylus sp.2</i>	338	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
18	Staphylinidae	Staphylininae	Diachus	<i>Diachus sp.3</i>	354	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
19	Staphylinidae	Oxytelinae	Anotylus	<i>Anotylus sp.3</i>	362	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca
20	Staphylinidae	Oxytelinae	Anotylus	<i>Anotylus sp.4</i>	366	Registrado previamente	Primer registro para el Cauca

Fuente: elaboración propia

En la Figura 8 se observa que existe una relación directamente proporcional entre la abundancia y riqueza de individuos encontrados en el área de estudio; para la abundancia se obtuvo que la subfamilia *Osoriinae* fue la que tuvo una mayor representatividad de individuos con un total de 128, seguido de *Paederinae* que tuvo un total de 49, *Pselaphinae* 48, *Aleocharinae* 42 y otras subfamilias no menos importantes, presentaron una abundancia menos representativa como *Staphylininae* con 22, *Scydmaeninae* 10, *Oxitelinae* 8, *Tachyporinae* 6, *Piestinae* 3, *Megalopsidiinae* 2 y *Euaesthetinae* con 1 solo individuo.

Respecto a la riqueza se encontró que la subfamilia *Osorinae* es la más representativa entre las subfamilias encontradas, ocupando el primer lugar con 34 especies, seguidamente de *Paederinae* con 32, *Aleocharine* 29, *Pselaphinae* con 28 especies y *Staphylininae* con 14 especies. Las subfamilias con menor riqueza, pero no menos importantes fueron *Scydmaeninae* 7, *Oxitelinae* 6, *Tachiporinae* 3, *Megalopsidinae* 2, *Piestinae* 2 y finalmente *Euaesthetinae* con 1 sola especie dentro de la subfamilia.

De lo anterior, Navarrete [24] manifiesta que las subfamilias con mayor número de individuos corresponden a aquellas en donde la descripción de especies fue posible. en este sentido, de los resultados obtenidos en este trabajo se encuentra que la subfamilia *Osoriinae* fue las más rica y abundante, representando 22% de los individuos colectados durante el estudio, esto concuerda con la investigación del autor mencionado, quien además soporta que esta diversidad se debe a que la subfamilia cuenta con cerca de 2000 especies, las cuales prefieren ecosistemas tropicales y conservados. En este sentido, en el trabajo realizado por Gutiérrez y Ulloa [61], en tres localidades de la cordillera oriental de los andes colombianos, se encontró que la subfamilia *Osoriinae* es representativa en el parque Mocoa-Kofán, convirtiéndola como un grupo exclusivo para hábitats conservados.

Las subfamilias *Paederinae*, *Aleocharinae* y *Pselaphinae* mantuvieron su proporcionalidad en el estudio, representando en 56% del total de individuos colectados, esto se encuentra en concordancia con lo expuesto por Navarrete [24] quien indica que estas subfamilias son diversas, pero que el número de especies puede oscilar entre las 6.000 y 12.000 especies, además, Méndez y López [62] indican que estas subfamilias prefieren ecosistemas conservados y de buena representación arbórea y que su presencia en estos ecosistemas se debe a la gran variedad de hábitats que los ecosistemas conservados les ofrecen, además de tener varias especies descritas solo para áreas tropicales.

Las subfamilias *Staphylininae*, *Scydmaeninae*, *Oxitelinae* y *Tachyporinae*, tuvieron una representatividad media del 19% del total de los individuos colectados, cual puede explicarse en primera instancia porque este grupo prefiere hábitats tropicales con espacios de alta representación arbórea, hojarasca y troncos en descomposición Méndez, López y García [63], además Navarrete [24] indica que estas subfamilias se encuentran representadas por un total aproximado de 1500 y

7000 especies. Es necesario resaltar que la subfamilia *Scydmaeninae* fue incorporada recientemente a la familia Staphylinidae [14], por lo cual estos reportes permiten reportar individuos dentro de la nueva categorización taxonómica y los análisis de diversidad en ecosistema poco antropizados o de áreas prioritarias para la conservación. En este sentido, autores como Vásquez et al [64], Gutiérrez y Chacón [61], y García y Chacón [65] indican que estas subfamilias prefieren ecosistemas con alta humedad como lugares fangosos y cerca de arroyos y que el bajo número de réplicas en las colectas se puede deber a los hábitats especializados para cada una de estas, como también al tamaño de las subfamilias.

Las subfamilias con menor número de individuos durante el desarrollo de la investigación fueron: *Euaesthetinae*, *Megalopsidiinae* y *Piestinae*, con el 3% del total de los individuos, lo que para Navarrete [24] se puede deber a que estas subfamilias cuentan con aproximadamente 100 y 700 especies, lo cual es coherente con lo encontrado por Gutiérrez y Ulloa [61], Vásquez y Bermúdez [64] y Sissa y Navarrete [12], quienes encuentran que estas familias no son representativas en las colectas de los Andes colombianos, lo que también es asociado con el tamaño de sus subfamilias y su especialidad de hábitats como troncos descompuestos y debajo de la corteza de los árboles, poco asociadas a la hojarasca, lo que indica una importante información para la realización de nuevos estudios de especies especialistas.

La identificación taxonómica también permitió identificar 18 posibles nuevos registros de estafilínidos para el Departamento del Cauca, de los cuales, dos (2) son nuevos registros para Colombia (Tabla 3). Estos reportes son importantes para la reserva forestal y para el conocimiento de la diversidad biológica en territorios con ecosistemas prioritarios para su conservación, esto porque en nuestro país y departamento, este tipo de estudios han sido pocos o casi nulos [66].

Lo anterior es soportado por las afirmaciones de Vásquez et al [64], Bohac [67] y Méndez et al [68], quienes indican los estafilínidos son indicadores de calidad y conservación de diferentes ecosistemas como por ejemplo los bosques, además su sensibilidad a los cambios ambientales les permite ser considerados indicadores de salud ambiental, ya que su presencia y ausencia permite medir el impacto humano sobre la biodiversidad, además, el reporte de nuevas especies o nuevos registros para un ecosistema permiten fundamentar la importancia de preservar sistemas naturales o en proceso de recuperación. Por lo tanto, estos registros se consideran relevantes, puesto que, aportan información para la gestión ambiental de la reserva, contribuye con bases teóricas para posteriores trabajos de investigación con este grupo, además, de la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos [69] y [70].

4.1.3. Diversidad de estafilínidos

La diversidad de estafilínidos de la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno” fue calculada a través del perfil de diversidad alfa, el cual se enfoca en el análisis de la diversidad local por medio de los índices Shannon-Wiener (exponencial) y Simpson (inverso), y que arrojó tres órdenes: cero, uno y dos como se muestra en la tabla 4 [22] y [25].

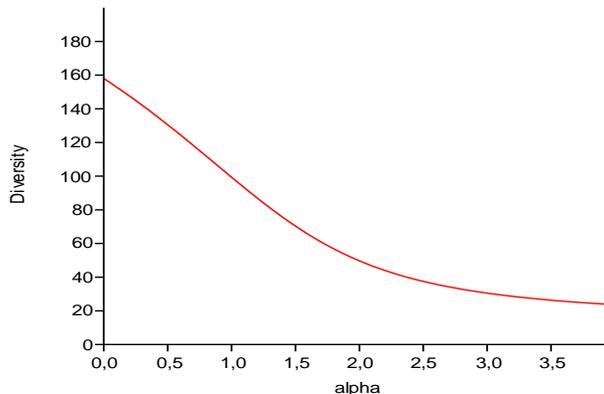
Tabla 4. Equivalentes de diversidad

Alfa	índices	Valor
0	Especies observadas	158
1	Exponencial del índice Shannon-Wiener exponencial	99,36
2	Inverso de Simpson	49,71

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la figura 9, La diversidad de orden cero ($q=0$) se relaciona con la riqueza de especies reportadas en la reserva sin considerar sus abundancias relativas, que para este caso indicó que el área cuenta con una alta riqueza (158 especies); La diversidad de orden uno ($q=1$) basado en el exponencial del índice Shannon-Wiener indicó que la relación riqueza/abundancia de estafilínidos de la reserva es alta (99,36); la diversidad de orden dos ($q=2$) que usa el inverso de Simpson indicó que las especies dominantes alcanzaron mayor representatividad en la reserva (49,71).

Figura 9. Perfil de diversidad Alfa



Fuente: elaborado con el software Past3.5

En otras palabras, el perfil de diversidad indicó que las especies observadas corresponde alcanzaron un nivel de representatividad del 51,4%; la relación entre el número de especies y el número total de individuos colectados correspondió al 32,4% de las especies observadas; en cuanto a las especies dominantes o

abundantes, el perfil indica que estas corresponden al 16,2% de las especies observadas. Estos resultados indican la presencia de especies raras, y si es comparado con lo expuesto por Gonzales, Zaragoza y Pérez [71], coincide al afirmar que una baja representación de especies dominantes aumenta la presencia de muchas especies raras, además de señalar que el número de especies efectivas en un lugar dependen de condiciones ambientales y bióticos, teniendo variaciones en cuanto poblaciones en las áreas de estudio.

Se puede señalar que la caracterización de los estafilínidos evidencia tres aspectos importantes: que el muestreo fue eficiente aunque uno de los estimadores no llegó a la asíntota, lo cual refleja la necesidad de realizar más muestreos intensivos sin importar que sean de corto tiempo; la identificación del material evidencio una buena representatividad de las subfamilias encontradas en la reserva, como también la proporcionalidad en cuanto la riqueza y la abundancia de estas, donde la más diversa fue la *Osoriinae*; el perfil de diversidad, basado en el número de individuos observados, el exponencial de Shannon-Wiener y el inverso de Simpson, indicó que la diversidad de estafilínidos de la reserva es representativa, así como que el número de especies raras y dominantes.

Lo anterior es soportado con lo argumentado por Moreno et al [22], Gómez [72] y Delgado et al [73] quienes indican que las especies dominantes y una riqueza elevada son sinónimos de especies con preferencias de hábitats, por lo cual es prioritario controlar eventos de antropización de la reserva para generar oportunidades de hábitats y nichos funcionales, que a su vez permite el funcionamiento adecuado de un sistema dedicado a la conservación y preservación de la diversidad biológica de un territorio.

4.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de impacto ambiental inició con la aplicación de la lista de chequeo (Anexo B), esta permitió verificar el cumplimiento de la normatividad para el manejo de los recursos ambientales de la reserva, estipulados en el acuerdo de consejo ambiental directivo No. 0018 del 26 de diciembre de 2012 y el plan de manejo ambiental y verificar el estado actual de los componentes socioambientales como la vegetación fauna, aire, suelo y agua, así aspectos culturales y económicos que hacen parte de la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno”. En este sentido, el componente biótico conformado por la **vegetación** se caracterizó por una cobertura vegetal abundante y que según comunicación verbal con la comunidad representa individuos con más de 20 años de recuperación y con aproximadamente 50 años de vida, representadas por especies como el Balso (*Ochroma pyramidale*), Comino (*Aniba perutilis Hemsl*), Amarillo (*Centrolobium Paraense*), Sangretoro, (*Viola Parvifolia Ducke*), Copal (*Burcera cuneata*), Canelo, (*Nectandra turbacensis*), Palma guaira (*Socratea Exorrhiza*), Palma bombona (*Iriartea deltoidea*), Niguito (*Hasseltia floribuna Kunht*) entre otros.

También se encuentra que la comunidad realiza acciones para su protección como el aislamiento de las zonas para la restauración natural, además, la prohibición de actividades madereras y agrícolas al interior de la reserva, por lo cual, los procesos de regeneración natural en algunas áreas son notorias y a lo cual la comunidad indica que la reserva tiene un proceso de recuperación de aproximadamente 15 años. Todas las acciones comunitarias han influenciado positivamente el paisaje y la preservación de la diversidad vegetal local, sin embargo y sin mayor afectación para la cobertura vegetal se observaron actividades de aprovechamiento como la extracción de leña para el consumo doméstico, así como la extracción de algunas especies de plantas medicinales, dando cumplimiento al Decreto 2372 de 2010, que regula el mantenimiento y uso sostenible de las reservas forestales protectoras regionales [74].

Para el componente biótico de **fauna** se pudo comprobar que la reserva cumple con las políticas de protección de la diversidad faunística, ya que durante el recorrido y diálogo directo con la comunidad no se encontró evidencia de actividades de cacería, sin embargo, se indica que se presentan casos aislados de caza por parte de otras comunidades, las cuales no pertenecen al área de influencia de la reserva; se evidenció la delimitación y aislamiento de áreas prioritarias para el paso de especies en estado de vulnerabilidad como el tigrillo, la danta y el oso de anteojos; así mismo se desarrollan actividades de generación de nuevo conocimiento e investigación faunística por parte de la comunidad en alianza con organizaciones no gubernamentales como la WCS, gubernamentales como la CRC e instituciones de educación superior como del departamento del Cauca, especialmente con la Universidad del Cauca y la Uniautónoma del Cauca. Lo expuesto es acorde con los objetivos de conservación del Convenio de la Diversidad Biológica de Rio de Janeiro de 1992 y los objetivos de conservación del SINAP donde se establece que las áreas protegidas desempeñan un rol determinante para la conservación y el conocimiento de la diversidad biológica [75] y [74].

En cuanto al **aire** se pudo verificar que no existe ningún plan de acción para contrarrestar posibles impactos o actividades que pueden afectar su calidad; en este sentido se observó como posibles tensiones en el ambiente el tránsito vehicular en la vía limitante a la reserva, las quemas para implementación de cultivos agrícolas aledaños a la reserva y las quemas constantes de algunos residuos sólidos por parte de la comunidad de la vereda Verdeyaco; sin embargo, cabe resaltar la prevención de incendios que ha venido realizando la comunidad de forma efectiva, disminución del riesgo de afectación sobre las propiedades del aire. De lo anterior, al revisar el Decreto 948 de 1995 que exige desarrollar acciones y mecanismos administrativos para mejorar y preservar la calidad del aire, con el fin de evitar el deterioro del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, es necesario implementar acciones de prevención sobre el tema indicado [76].

Respecto al recurso **suelo**, se verificó que en la reserva se realizan acciones encaminadas a mitigar efectos adversos como la erosión y contaminación del suelo, por medio de la delimitación y zonificación de las áreas de la reserva, además de definir las zonas de visita o circulación peatonal y turística, como también la prohibición de actividades agrícolas a su interior. Estas comunicaciones verbales por parte de la comunidad y de la junta veedora de la reserva, han retornado positivamente sus efectos entendidos en la conservación de las propiedades físicas de este componente; además aportan al cumplimiento de los objetivos expresados en el plan de manejo ambiental de la reserva, del SINAP y del Decreto 2372 de 2010, donde se recomienda llevar a cabo acciones para mitigar todos aquellos efectos negativos que puedan causar deterioro de los componentes ambientales, pues el suelo constituye la base para el desarrollo de la biota [74].

En cuanto al componente **hídrico**, se pudo evidenciar que la comunidad hace uso del recurso hídrico de la reserva para el consumo y riego de sus cultivos; también se observaron vertimientos de aguas residuales provenientes de viviendas aledañas, lo que afecta la calidad del recurso y vulnera la salud de la misma comunidad, como también afecta la fauna y vegetación acuática de la reserva. En este sentido, la falta de tratamiento de las aguas residuales en la vereda guarda coincidencia con la capacidad de cobertura de sistemas de tratamiento de aguas residuales para los municipios, la cual para el año 2006 fue de 355 municipios, que representa solo 32.33% de estos, sin olvidar que generalmente los sistemas dispuestos son para las cabeceras municipales, dejando a las zonas rurales sin este sistema básico [77].

Del componente **social** se evidenció que en la reserva se realizan procesos de educación ambiental, todos ligados a la protección de su biodiversidad; estas actividades son apoyadas por la comunidad, quienes prestan espacios físicos para la socialización y capacitación de la comunidad en temáticas relacionadas a la conservación y protección de la reserva, y de su entorno natural. En este sentido, la comunidad indica que todas las iniciativas han contribuido al empoderamiento y planteamiento de nuevos procesos de gestión ambiental que han involucrado a diferentes actores sociales como a entidades que desean trabajar en la reserva; el diálogo con la comunidad siempre indicó que la toma de decisiones frente al cuidado ambiental de la reserva debe estar basado en consideraciones sociales y científicas [78].

En lo que respecta al componente **cultural** se evidencio una riqueza expresada en creencias, rituales, bailes y pintura que se relaciona con el entorno natural de la reserva, lo que resulta positivo para la zona de estudio y de influencia directa, ya que permite empoderar a los habitantes sobre el cuidado de su territorio. Miranda [79] dice que la educación ambiental debe ser acorde a las características propias de la comunidad, por lo cual es importante desarrollar estudios en los cuales se determinen estas variables con el fin de avanzar en la consolidación de una cultura ambiental favorable.

Sobre el componente **económico** se pudo observar que la actividad principal es el ecoturismo, la que ha convertido en uno de los renglones más representativo para la supervivencia de las familias de la zona, además también desarrollan actividades de producción agrícola y de especies menores. El impacto del ecoturismo sobre el funcionamiento de la reserva ha sido positiva ya que ha permitido su funcionamiento y ha dado oportunidades para desarrollar actividades alternas de cuidado ambiental; la agricultura a pequeña escala ha permitido que las familias tengan ingresos económicos adicionales. Sin embargo, Vanegas [80]. plantea que el ecoturismo puede representar un riesgo si no es bien gestionado y que, al no contar con adecuadas estrategias de educación ambiental, podría traer perjuicios a los ecosistemas destinados para esta actividad, por lo que propone que un factor clave para su desarrollo, siempre sea la sostenibilidad.

4.2.1. Matriz de Arboleda

Se determinaron 25 impactos ambientales sobre la reserva, los cuales se dividieron según su clase en 8 negativos y 17 positivos que, a su vez, al categorizarlos se distribuyeron en 10 irrelevantes, 11 moderados y 4 relevantes como se describe en la tabla 5 y anexo C. En este sentido, se encontró que el 24% de los impactos **negativos** son de importancia **irrelevante** y se presentaron en componentes como la vegetación, fauna y el aire; estos impactos indican que no tienen mayor incidencia en el medio natural, a pesar de esto se hace necesario realizar un seguimiento con el fin de realizar actividades de prevención en estos componentes.

De lo anterior, en el componente vegetación se identificó que la extracción de plantas de uso doméstico y/o medicinal es una de las actividades que podría impactar el acervo genético vegetal de la zona y lo que podría generar disminución y/o pérdida de su diversidad vegetal y florística. Así, en diálogo directo con la comunidad de la vereda Verdeyaco, se concluyó la necesidad de fomentar procesos de sensibilización en la comunidad de la vereda y foráneos sobre la importancia, para la zona de estudio, la conservación de la reserva, dado que en ella se desarrollan gran parte de los procesos biológicos para el sostenimiento de la biodiversidad, permitiendo contrarrestar amenazas provenientes de fenómenos como la variabilidad climática. Además, el cuidado de la reserva permite la preservación de servicios ecosistémicos como la regulación y abastecimiento hídrico, conservación de la biodiversidad genética, amortiguador ambiental, purificación del aire y del agua, polinización, captura y almacenamiento de carbono, reciclaje de nutrientes, entre otros [81].

Tabla 5. Categorías de impacto ambiental en la reserva

Importancia	Impactos Negativos	Componentes ambientales / Descripción de los impactos negativos	Impactos positivos	Componentes ambientales / Descripción de los impactos positivos	Total de impactos (importancia)
Irrelevante	6 (24.0%)	<p>-Vegetación: Pérdida del acervo genético vegetal.</p> <p>-Fauna: Desplazamiento de la fauna local y/o transitoria, Pérdida del acervo genético faunístico.</p> <p>-Aire: Contaminación del aire por CO₂, Perturbación por ruido, Contaminación del aire por el Incremento material particulado.</p>	4 (16.0%)	<p>-Cultura: Barrera de protección de los espacios ecológicos de la reserva, Fortalecimiento de la identidad cultural de la comunidad, Fortalecimiento de la imagen de la reserva y la comunidad a nivel local y regional, Mayores oportunidades para la obtención de recursos públicos.</p>	10
Moderado	2 (8.0%)	<p>-Agua: Disminución del caudal, Alteración de las propiedades físicas del agua por vertimientos.</p>	9 (36.0%)	<p>-Vegetación: Aumento del acervo genético vegetal.</p> <p>-Aire: Disminución del riesgo de afectación sobre las propiedades del aire.</p> <p>-Suelo: Conservación de las propiedades físicas del suelo, Disminución del riesgo de afectación sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo.</p> <p>-Social: Apropiación y responsabilidad en el desarrollo de las actividades de protección de la reserva, Mejor uso de los recursos de la reserva, Mayor participación en la toma de decisiones para la conservación.</p> <p>-Económico: Ingresos económicos para la manutención de la reserva, Ingresos económicos adicionales en las familias de la comunidad.</p>	11
Relevante	0	—	4 (16.0%)	<p>-Vegetación: Aumento de la diversidad forestal y florística.</p> <p>-Fauna: Conocimiento de la diversidad faunística de la reserva para procesos de conservación.</p> <p>-Suelo: Prevención de la erosión del suelo.</p> <p>-Agua: Seguridad hídrica para el consumo doméstico de las familias residente en la vereda Verdeyaco.</p>	4
Significativo	0	—	0	—	0
Total de impactos (clase)	8	—	17	—	25

Fuente: Elaboración propia

Otra actividad que necesita control es la extracción de fauna para fines científicos y/o educativos, esto porque la reserva se ha convertido en un piloto de investigación y si no se generan alternativas para la regulación de las colectas podría provocar la pérdida de acervo genético faunístico, como también el desplazamiento de la diversidad local y desaparición de la transitoria. Para este caso, Ulloa [82], afirma que la fauna silvestre presta diferentes servicios ecosistémicos que hacen posible la vida en el planeta como la polinización y la dispersión de semillas, además apoya el reciclaje de nutrientes en el suelo y el control de vectores infecciosos que pueden perjudicar los cultivos o incluso la salud humana; por lo anterior, el mismo autor indica que la conservación de la fauna y su estudio es necesario, pero que se deben generar una estrategia para el control de las colectas de material biológico para disminuir el impacto de extracción y evitar la reducción de las poblaciones de cualquier grupo faunístico, es decir, se debe tener en cuenta la vulnerabilidad de los taxos o especies.

Las actividades de tránsito vehicular y quemas, tanto de bosque aledaño a la reserva, como el depósito de residuos sólidos sobre las áreas limítrofes, constituyen un alto riesgo para la generación de impactos negativos como la contaminación del aire por CO₂, la perturbación por ruido y la contaminación del aire por el incremento material particulado para el primer caso; las quemas representan un riesgo de deterioro de la composición horizontal y vertical de la biodiversidad, esto cuando se realizan sin control y en temporadas secas. Por otra parte, en la comunidad aledaña a la reserva no hay un plan para el manejo de los residuos sólidos, por lo que es necesario implementar medidas de control y aprovechar los beneficios que estos pueden representar para la comunidad. De lo expuesto, el ministerio de medio ambiente, indica que la combustión y las quemas a cielo abierto contribuyen al efecto invernadero, esto debido a que la combustión puede ocasionar degradación de la capa de ozono, además influye en variabilidad climática y en la aparición de enfermedades que pueden afectar a especies animales y vegetales [83].

De los impactos negativos y de mayor importancia en esta evaluación, se obtuvo que el 2% de los impactos a tratar o a mitigar son los **moderados**, los cuales se concentran en el componente **hídrico**, y están representados por el inadecuado manejo de las aguas residuales de la vereda Verdeyaco, ya que no cuentan con pozos sépticos, ni tratamiento de algún tipo. Para la reserva y la vereda es necesario tomar medidas en el menor tiempo posible para su control y tratamiento, pues al no hacerlo se podrá generar un efecto adverso tipo cascada, en donde estos mismos habitantes no puedan hacer uso del recurso y por consiguiente comunidades aguas abajo tampoco lo podrán hacer.

Para este caso, Ventura [84] expone que el agua constituye un elemento fundamental en los procesos terrestres, biológicos y productivos, de allí que se requiere proteger el estado natural de las microcuencas mediante el tratamiento de las aguas residuales a fin de devolverlas al cauce con la menor carga de contaminación posible sin mayores afectaciones al ambiente. Por consiguiente, la

reutilización directa del agua, sin devolución a los ríos, dificulta el retorno del recurso a su cauce natural, y por ende cantidad y calidad de este se altera deteriorando su estado ecológico. Por lo anterior, la gestión y protección del agua es de interés común, ya que requiere un trabajo mancomunado entre la diferentes instituciones y la comunidad para se garantice su sostenibilidad [85].

De los impactos **positivos de carácter irrelevantes**, indicando que el 16% están concentrados en el componente **cultural** y que a partir de diferentes actividades encaminadas al empoderamiento y arraigo territorial de la comunidad se ha venido desarrollando acciones para promover un adecuado comportamiento ambiental, partiendo de las creencias, actitudes y valores que han sido transmitidos de generación en generación. En este sentido, Minaverry [86] indica que para aumentar la conservación de los bosques es fundamental aliarse con las comunidades que habitan en ellos, esto debido a que son culturalmente propulsores de la conservación, ya que para ellos los bosques significa la vida misma.

Posteriormente, el 36% de los impactos son positivos de carácter **moderado**, lo que significa que en la reserva se realizan buenas prácticas ambientales que favorecen la conservación de los componentes ambientales como: la delimitación del área de conservación, delimitación de espacios para la restauración natural, sensibilización de la comunidad frente al cuidado de los ecosistemas, el uso sostenible de los recursos naturales y el desarrollo del turismo ecológico sostenible. Adicionalmente, la comunidad ha realizado esfuerzos para la transformación del pensamiento y valoración intrínseca de la reserva como parte de su cotidianidad y de sus oportunidades de desarrollo local, así, han trabajado sobre los componentes de conocimiento de la vegetación, cuidado del suelo y cuidado del aire.

En este sentido, se puede inferir que existe un compromiso de la comunidad frente a los procesos de protección de la reserva, lo cual representa un buen avance para los objetivos de protección y conservación de la biodiversidad. Rodríguez et al [87] indican que el cuidado de estos ecosistemas en la actualidad debe constituir una medida urgente para la humanidad, ya que es necesario mitigar los daños causados a la naturaleza, preservar los recursos naturales y la especie humana, lo que implica un comportamiento ético apoyado en valores morales humanistas y ecológicos constituidos en la educación ambiental.

Finalmente, el 4% de los impactos **positivos** fueron de carácter **relevante**, reflejados en los procesos de recuperación de la vegetación que lleva aproximadamente 15 años y en donde el aumento de la diversidad forestal y florística ha sido registrado por la comunidad, que además permitió que la reserva tuviera permiso de creación por parte del ente ambiental. Por otra parte, la fauna está logrando una representatividad con el avistamiento de especies vulnerables como tigrillo (*Leopardus tigrinus*), Danta (*Tapirus terrestris*) y oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), de igual forma, este proceso de investigación entrega un reporte de posibles especies nuevas o nuevos registros para el Cauca y Colombia.

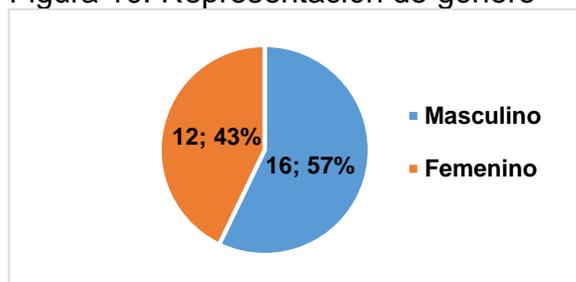
Así mismo, como recurso de soporte, se encuentra que el suelo ha sido piloto para acciones de prevención de la erosión; finalmente el recurso hídrico genera impactos positivos sobre la comunidad de la vereda de Verdeyaco, esto debido a que presta servicios como consumo doméstico de las familias, sin embargo, se debe prestar atención sobre las actividades de vertimiento sobre el mismo recurso.

4.2.2. Valoración económica ambiental

Este componente se realizó por medio de una encuesta de selección múltiple (Anexo D), esta permitió conocer el valor económico que los habitantes dan a los servicios ecosistémicos de la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno”. El instrumento fue aplicado por 28 representantes de los núcleos familiares de la vereda, cuya estadística estuvo representada por aproximadamente 57% de hombres y 43% de mujeres, indicando que la participación, aunque dominada por los hombres, continúa teniendo una participación considerable del género opuesto (Figura 10).

De lo anterior, Martínez [88] dice que es importante la participación de hombres y mujeres para la toma de decisiones ambientales, tomando como referente la perspectiva de género enfocada hacia una participación equitativa para obtener opiniones y acciones, contemplando dicha diversidad. Al incluir toda la población para la toma de decisiones más conscientes sobre el uso más eficiente de los recursos naturales sin negar la posibilidad de beneficiarse de sus servicios, ya que su cuidado es un esfuerzo de todos. Esto es soportado por la Declaración de Río de 1992, la cual señala: “Las mujeres tienen una función vital en el manejo ambiental y el desarrollo. Su participación plena es, por tanto, esencial para lograr el desarrollo sustentable” [89].

Figura 10. Representación de género

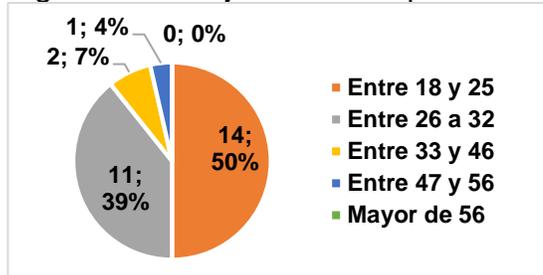


Fuete: elaboración propia

Relacionado al género, se encontró que las edades de participación estuvieron en un rango etario entre los 18 y 32 años, sin embargo, la mayor representación estuvo dada por un 50% de participantes con edades entre los 18 y 25 años, y la menor

representación fue dada por un 4% de personas con edades entre 47 y 56 años (Figura 11).

Figura 11. Franjas etarias representativas

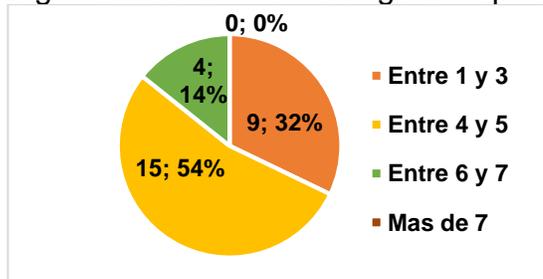


Fuente: elaboración propia

La participación etaria es importante debido a que permite conocer la experiencia de las comunidades, así como las nuevas propuestas para la toma de decisiones ambientales frente a la variabilidad climática, puesto que los servicios ecosistémicos que brindan las áreas de conservación son usados directa o indirectamente por todos, y corresponde a todos velar por su cuidado y sostenibilidad. Es decir, la edad permite percibir la importancia de la naturaleza en diferentes dimensiones, y está directamente relacionada con la conservación de los entornos naturales y la sensibilidad frente a su degradación [90]. Para Tuñón [91] la relación entre edad y género representa el tipo de interacción con el entorno natural, ya que las mujeres perciben el medio de una manera “verde” y sostenible, puesto que son ellas quienes sufren más las consecuencias de la variabilidad climática, esto debido a las labores que en la sociedad desempeña, mientras que los hombres no son tan sensibles con el ambiente y la sostenibilidad ambiental; sin embargo en los últimos años se observa actitudes más participativas en este contexto, es así como desde diferentes perspectivas el cuidado se transforma para dar paso a su uso y manejo.

De acuerdo con la representación de género está ligado el número de integrantes por núcleo familiar, para lo cual se evidenció que el 54% de estos se conforman por 4 o 5 personas (Figura 12).

Figura 12. Número de integrantes por núcleo familiar

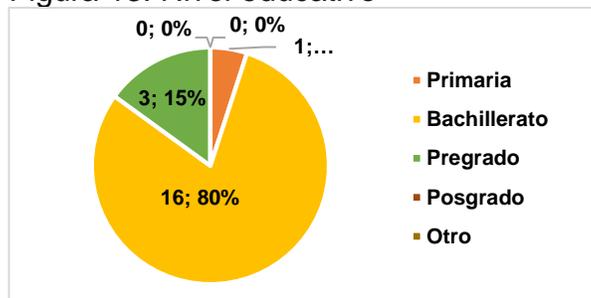


Fuete: Elaboración propia

Esta representatividad influye directamente en los procesos de apropiación y participación ciudadana, ya que, a mayor número de integrantes en una unidad familiar, mayor es la responsabilidad económica para su sostenimiento. Esto es soportado por Sevilla y Alonso [92] quien indica que en comunidades rurales los ingresos económicos y el tiempo de consecución de estos, solo están enfocados al sostenimiento familiar, además que la participación ciudadana se ve afectada debido a que el tiempo de dedicación en actividades de jornaleo o producción propia es alto, haciendo que las actividades de apoyo externo se reducen. Sin embargo, para la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno” la comunidad se ha vinculado a los procesos de conocimiento y aunque la presentación económica no es mayor para sus ingresos, tratan de guardar un relevo de colaboración y alternancia para las actividades que se propongan en la reserva.

En cuanto al nivel académico, la encuesta indicó que la mayoría de las personas han culminado la etapa de educación media (80%), pero solo tres de los encuestados ha realizado un pregrado (15%), lo que deja ver una falencia en las oportunidades de educación (Figura 13).

Figura 13. Nivel educativo

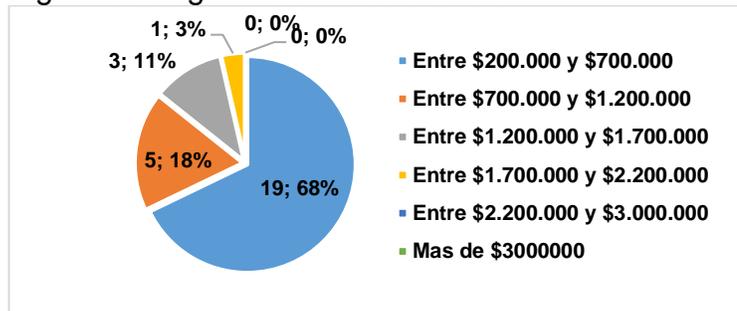


Fuente: elaboración propia

Para Molano y Herrera [93] el nivel educativo representa una importancia vital frente al cuidado y conservación de los recursos naturales, ya que los individuos al salir de su contexto aprecian las diferentes visiones de la conservación del ambiente y el desarrollo sostenible, además de contribuir a la construcción y enriquecimiento de los individuos, generándoles miradas divergentes y críticas sobre los modelos ideológicos y dominantes con los que se quiere realizar la educación ambiental en las aulas y en las comunidades. De igual forma, Vega y Álvarez [94] afirman que, para lograr los propósitos de conservación de los recursos naturales, no solo se debe realizar planes armónicos de conservación, sino que además supone cambiar nuestros modelos de pensamiento, reorientar nuestras prácticas profesionales y también humanas.

En lo que respecta a ingresos económicos de los habitantes de la vereda Verdeyaco, se evidencia que el 68% de la población tiene ingresos entre \$200.000 y \$700.000. en este sentido, en diálogo con la comunidad, esta representación está dada por trabajos de jornal y la venta de productos de sus propias unidades productivas (Figura 14).

Figura 14. Ingreso familiar mensual



Fuente: elaboración propia

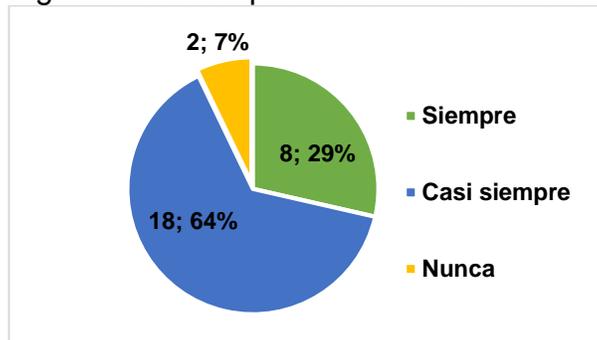
Para la comunidad de Verdeyaco, los ingresos económicos producto de actividades propias indica que la reserva aún debe fortalecer procesos de guía y relacionamiento de actores para que esta se convierta en una fuente de desarrollo familiar local. En este sentido Riemann, Santes y Pombo [95] indica que las actividades producto de la conservación debe generar alternativas económicas para mejorar la calidad de vida de una población en particular; de igual forma, la combinación de actividades de las propias unidades productivas familiares podría alternarse para soportar las actividades de turismo comunitario.

Por otra parte, en la encuesta se trató la apreciación de los servicios ambientales que ofrece la reserva, está indicó que el 64% de comunidad participa en actividades de conservación y mejoramiento tienen una buena aceptación y la comunidad trata de apoyar estos procesos (Figura 15). Esto indica que la comunidad tiene sentido de pertenencia en cuanto la preservación de los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos; sin embargo, los mismo encuestados manifiestan no tener una responsabilidad económica, ya que estos ecosistemas estratégicos benefician a todos y no es responsabilidad solo de la comunidad de Verdeyaco.

Para Durán [96] la participación de la comunidad en procesos de seguimiento, monitoreo o mantenimiento de áreas estratégicas para la preservación, conservación, uso y manejo sostenible de sus servicios ecosistémicos representa el mejor instrumento para la comprensión de la importancia de estas áreas como forma de mejorar la calidad de vida y económica de la región. Así mismo, Gasca y Torres [97] afirma que, para conservar las áreas protegidas, mantener la armonía y generar un desarrollo equitativo entre estas y las comunidades, es indispensable involucrar los estudios sociales relacionados con la generación de estrategias de

conservación, ya que no se puede desconocer el valor intrínseco de la naturaleza para las comunidades locales. También es importante conocer los bienes y servicios de un ecosistema para proponer en conjunto, comunidad e instituciones, las acciones de conservación, sin imponer tareas, pues son las que interactúan diariamente con los ecosistemas y los conocen de forma tradicional.

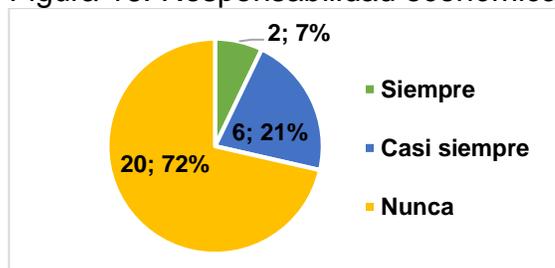
Figura 15. Participación en actividades de cuidado



Fuente: Propia

En relación con lo anterior, la responsabilidad económica para la conservación de la reserva indica que un 72% de los encuestados indican no tener responsabilidad económica, sin embargo, el 7% refieren siempre tenerla (Figura 16). Esto puede deberse a que la junta administradora de la reserva está a cargo de la comunidad, sin embargo, son pocos los que han asumido un reto económico frente a las actividades de mejoramiento de esta.

Figura 16. Responsabilidad económica para conservar la reserva

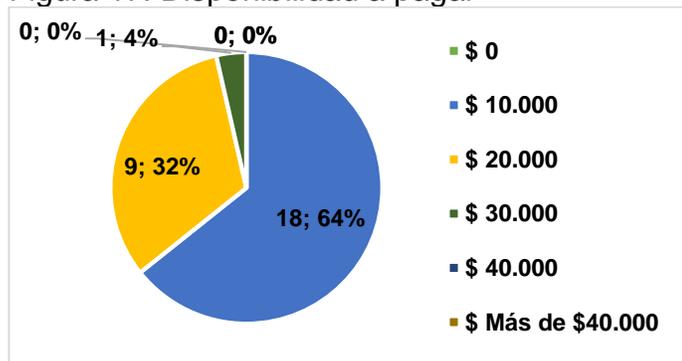


Fuente: elaboración propia

Sobre la responsabilidad económica de una comunidad para la conservación de un área estratégica se encuentra que no es responsabilidad de estos suplir los gastos de conservación, pues las áreas protegidas (AP) son elementos centrales en las políticas de conservación mundial, para lo que se destina en Colombia un fondo de US\$18.292.985, sin embargo la mayoría de países incluyendo este no ha sido acompañado por una asignación de fondos adecuados para enfrentar los desafíos actuales para lograr un apropiado manejo de las AP [98].

Los datos obtenidos y analizados, producto de la encuesta, permitieron realizar una aproximación a la **disposición a pagar** por los servicios ecosistémicos ofrecidos por la reserva, indicando que a pesar de que la comunidad afirma no tener responsabilidad económica para la conservación de esta área, existe voluntad para realizar un aporte económico para su cuidado; esto demuestra el compromiso de la comunidad frente a los procesos de uso y manejo sostenible la reserva. De lo anterior, se encontró que el 64% de los encuestados estaría dispuesto a realizar un aporte de \$10.000 pesos mensuales y el 32% aportaría \$20.000 mil pesos mensuales (Figura 17).

Figura 17. Disponibilidad a pagar



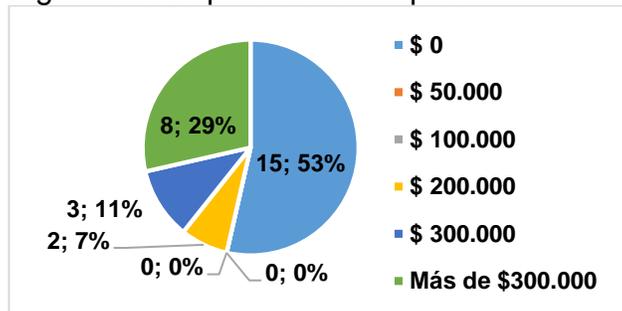
Fuente: elaboración propia

Para Cerda [99], el valor encontrado refleja la importancia que tienen los servicios ecosistémicos para la comunidad, como también la importancia que tiene estos hallazgos para los tomadores de decisión al demostrar al valor económico del área, que son encaminadas a la protección de estos hábitats de forma que se genere una sensibilidad en cuando el uso de estos a la comunidad. De igual forma, para Giraldo [100] los resultados obtenidos del pago por servicios ambientales generan una alternativa distinta y efectiva a comparación de las convencionales, generándole una conciencia ambiental que puede influir positivamente en la conservación de la reserva. En este sentido, el pago por servicios ambientales puede resultar una forma de persuasión y concientización para que las personas asuman con responsabilidad el cuidado del medio ambiente no solo para ellos, si no para las generaciones futuras.

Seguida de la disposición a pagar, se encuentra la **disposición a aceptar**, la cual reflejó que el 53% de los encuestados no quieren una compensación y el 29% recibiría una compensación por intervención mayor a \$300.000 pesos mensuales (Figura 18). para beneficio de la reserva y los procesos de conservación de su diversidad, hay una negativa por parte de la mayoría de los participantes a recibir algún tipo de compensación económica por dejar intervenir la reserva. Esto debido a que la consideran un bien con alto valor ambiental, con funciones irremplazables para su comunidad, la sociedad y para el planeta; no obstante, hay un grupo

importante que expresa disposición de recibir una compensación económica, tal vez porque requiere aumentar sus ingresos familiares, pues como se evidencio en los ingresos por núcleo familiar, su económica es precaria, por lo que es necesario tomar medidas urgentes para mejorar la comisión y por ende mantener las buenas condiciones de la reserva en armonía con las comunidades.

Figura 18. Disposición a aceptar



Fuente: elaboración propia

Estos resultados están en concordancia con lo expuesto por Cristeche y Penna, [101], quien en su trabajo “Métodos de valoración económica de los servicios ambientales”, indica que la disposición a aceptar puede hallar cierto error o resistencia, es decir que el encuestado puede hallar inmoral recibir una compensación a cambio de renunciar a los servicios ambientales y privar a las generaciones futuras del disfrute de estos servicios. Este hecho se puede reflejar en la negación a dar una respuesta o en proponer unos valores exageradamente elevados. Así mismo, Martínez [102] expone que la Disposición a Aceptar solo será una medida significativa, si el pago se realiza por cuidado de los ecosistemas, es decir a compensaciones por conservar.

Estos resultados, reflejan la valoración intrínseca y extrínseca que los habitantes de la reserva tienen sobre su cuidado, entendiendo que su conservación y preservación aporta beneficios ecosistémicos y culturales como servicios de aprovisionamiento (madera, medicamentos, agua, alimentos), servicios de apoyo (hábitats, ciclo de nutrientes, dispersión de semillas), servicios de regulación (depuración del agua, polinización, control de plagas) y servicios culturales (recreación, turismo, inspiración espiritual). Estos hallazgos guardan coincidencia con los planteamientos de Galarza y Gómez [103], quienes menciona que los ciudadanos valoran los servicios ambientales según los usos que pueden hacer de estos; en este sentido, se evidencia que los habitantes del sector asignan un valor importante la reserva debido a que toman de ahí recursos fundamentales para su supervivencia como agua, aire limpio, alimentos, madera entre otros.

Al mismo tiempo, los encuestados manifiestan el interés por que se siga conservando, incluso muchos de ellos han manifestado contribuir económicamente

en caso de ser necesario, ya que la reserva también otorga beneficios como recursos económicos para los núcleos familiares y para la misma reserva por medio del ecoturismo. Por esto, es importante que el estado y las organizaciones también apoyen actividades de protección y preservación, especialmente en lo que tiene que ver con la asignación de presupuestos para la ejecución de proyectos ambientales en la zona [98].

El diagnóstico y valoración económica ambiental evidenció que la reserva presenta un buen estado de conservación, dado que en primera instancia la lista de chequeo mostró el cumplimiento de políticas ambientales ligadas tanto a la conservación, como uso racional de los componentes ambientales por parte de la comunidad. En segunda instancia, la matriz de Arboleda [32] evidenció que existen pocos impactos negativos relevantes, en contraste se encontraron impactos positivos relevantes como aumento del acervo genético vegetal, conservación de las propiedades físicas del suelo, apropiación y responsabilidad en el desarrollo de las actividades de protección de la reserva, mejor uso de los recursos, participación en la toma de decisiones para la conservación, ingresos económicos para la manutención de la reserva y las familias de la comunidad de Verdeyaco, aumento de la diversidad forestal y florística, Conocimiento de la diversidad faunística y seguridad hídrica para el consumo doméstico. En tercera instancia la valoración económica ambiental, muestra un buen compromiso de la comunidad en los procesos de valoración y protección de los servicios ambientales.

4.3. ESTRATEGIAS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CONSERVACIÓN DE LA RESERVA

Las estrategias de fortalecimiento de conservación de la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno” se obtuvieron a través del análisis de la diversidad alfa, en donde se encontró la presencia de probables especies nuevas y/o registros para Colombia y el departamento del Cauca; estos datos fueron contrastados con una evaluación de impacto ambiental, la cual indicó que en la reserva los impactos adversos están ligados al vertimiento de aguas residuales domésticas en los cauces naturales en zonas aledañas a la reserva, pero que a pesar de esto, al interior de la reserva no se presentan mayores afectaciones por actividades antrópicas. Estos dos resultados son concordantes con los hallazgos taxonómicos del grupo bioindicador representado por los estafilínidos (Coleóptera: Staphylinidae).

Lo anterior comparado con la disposición a pagar se encuentra que la comunidad de la vereda se encuentra comprometida con los procesos de preservación ambiental, esto se soporta en la no disposición a acceder a realizar actividades extractivistas en la reserva. Los habitantes están convencidos que la mejor manera de valorar sus núcleos familiares es a través del cuidado de los bienes y servicios que la reserva puede brindarles.

Por lo anterior, se formula la **primera estrategia** denominada “*nuestra biodiversidad, nuestra oportunidad*” la cual tiene como principal finalidad el conocimiento de la diversidad estafilínidos en la zona, esto para recopilar información primaria que contribuya a la toma de decisiones en torno a la gestión ambiental en la reserva (Tabla 6). Esta estrategia, presentada a modo de ficha, es un rotero sencillo para la construcción de conocimiento co-participativo, en donde la comunidad aprenda de investigadores y enseñe a los visitantes cómo apreciar la función de los estafilínidos en la construcción de un ambiente diverso.

Tabla 7. Estrategia de fortalecimiento de la conservación de la biodiversidad faunística

Estrategia 1. Nuestra biodiversidad, nuestra oportunidad		Código: FFCR-01
		
ACTIVIDAD ANTRÓPICA A TRATAR		EFECTOS ADVERSO A TRATAR
Extracción de fauna para fines científicos y/o educativos		Desplazamiento de la fauna local y/o transitoria Perdida del acervo genético faunístico
OBJETIVO		
Busca explorar nuevas áreas de la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno” para ampliar el conocimiento de la diversidad de insectos y así contribuir al cumplimiento de lo ordenado en la declaratoria de la reserva 0018 del 2012 que rige el funcionamiento y razón de ser de un área de reserva.		
DIRIGIDO A	Comunidad de Verdeyaco, actores sociales, investigadores, estudiantes, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.	
ALCANCE	Fortalecimiento de la gestión ambiental a partir de la biodiversidad	
RESPONSABLES	Directivos de la reserva	
PERSONAL REQUERIDO	Taxónomo, Ingeniero ambiental, Biólogo, áreas afines.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar planteamiento de la estrategia a la comunidad sobre la importancia de conocer la biodiversidad y como puede ser usada como herramienta de conservación de la reserva. • Realizar curso o capacitación sobre taxonomía, biología y ecología de los estafilínidos. • Puntualizado sobre los estafilínidos con el fin de obtener muestreos más eficientes de la familia se recomienda realizar colectas en diferentes hábitats que no solo involucren el suelo y la hojarasca, sino también en el dosel de los árboles. • Realizar colectas en diferentes épocas del año (épocas de lluvia y periodos secos). • Realizar colectas en la matriz de la reserva (sistemas agrícolas, humedales, entre otros). • Para los trabajos técnicos se recomienda que la reserva solicite informes técnicos de las actividades realizadas al interior de la reserva. • Se recomienda que la reserva exija el reporte de registro al Sistema de Información Biológica de Colombia, como evidencia de los procesos de investigación al interior de la reserva. • Con el reporte de los estafilínidos es prudente realizar conversatorios con la comunidad y visitantes donde se divulgue la información encontrada en la reserva y sus alcances como bioindicadores de conservación y gestión ambiental. 		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
Se realizará una evaluación anual de las actividades desarrolladas, con el fin de hacer seguimiento los logros o dificultades alcanzadas con la estrategia. Esta evaluación estará a cargo del grupo directivo de la reserva e investigador involucrado si es necesario, el desarrollo de la estrategia debe estar acompañado de soportes de registro fotográfico y en lo posible asistencia.		
COSTOS APROXIMADOS PARA SU IMPLEMENTACION		
La implementación de esta actividad tendrá un costo aproximado de \$4.000.000 que se destinaran a capacitación, asesorías y viáticos de los investigadores y directivos de la reserva, para que ejerzan la gestión ambiental en los entes competentes y realicen seguimiento de las investigaciones.		

La **segunda estrategia** denominada “*uso sostenible de la vegetación*” pretende generar lineamientos para que la comunidad preserve la diversidad vegetal y así disminuir eventos de extracción de este recurso (Tabla 7). Esta estrategia a modo de ficha busca indicar que los recursos internos de la reserva deben ser usados para actividades meramente de conservación, de este modo, estará enfocada a actividades de educación ambiental y valoración ecosistémica del entorno, ya que, todo proceso debe estar ligada a la corresponsabilidad social.

Tabla 6. Estrategia para el cuidado de la vegetal

Estrategia 2. uso sostenible de la vegetación		Código: FFCR-02
		
ACTIVIDAD ANTRÓPICA A TRATAR	EFECTOS ADVERSO A TRATAR	
Aprovechamiento forestal secundario mediante la extracción de platas leñosas.	Pérdida del acervo genético vegetal	
OBJETIVO		
Generar lineamientos para que la comunidad preserve la diversidad vegetal y así disminuir eventos de extracción o pérdidas del recurso.		
DIRIGIDO A	Personal administrativo de la reserva y comunidad en general.	
ALCANCE	Proponer alternativas para la protección adecuada a la vegetación.	
RESPONSABLES	Junta de acción comunal de la reserva, entes ambientales (CRC) y comunidad en general	
PERSONAL REQUERIDO	ingeniero forestal, áreas afines.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
<ul style="list-style-type: none"> exponer la estrategia a la comunidad sobre la importancia que tiene la vegetación en los procesos de conservación y desarrollo sostenible en la reserva. Realizar charla de educación ambiental, encaminada a educar a la comunidad en cuanto el no uso de la vegetación de la reserva y alternativas para no limitar a la comunidad del recurso, sin afectar el medio ambiente. Realizar campañas informativas desde las escuelas para que los niño y jóvenes también puedan desempeñar un papel protagónico y se avance en el empoderamiento en el cuidado y protección de la vegetación. Implementación de viveros con plantas nativas y maderables, con el fin de reforestar los senderos de la reserva y que la comunidad no se limite al recurso, por medio de la implementación de cultivos agroforestales fuera de la reserva. Reforestación de los sederos y fragmentos de la reserva aumentando la diversidad en el área. Implementación de cultivos agroforestales fuera de la reserva para suplir las necesidades de la comunidad. 		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
Para lograr un buen desarrollo de las actividades anteriores es necesario realizar un na evaluación periódica trimestralmente, donde se expongan los alcances obtenidos en este periodo, se analicen las dificultades presentadas y se establezcan los mecanismos para solucionarlos, Así mismo se requiere llevar los respectivos registros a través de actas donde queden plasmados los compromisos y responsables de estas actividades.		
COSTOS APROXIMADOS		
La implementación de estas actividades tiene un costo aproximado de 4 millones de pesos, los cuales se distribuirán en capacitaciones, cursos, formales de reforestación de senderos y la implementación del vivero.		

La **tercera estrategia** denominada “*El aire es de todos y para todos*” busca promover acciones educativas y correctivas encaminada a la protección del aire, por medio de la mitigación de la contaminación por material particulado, CO₂, gases contaminantes y perturbación por ruido; lo cual se pretende realizar a partir de la mitigación de las actividades causales, como la quema de residuos sólidos de la comunidad de Verdeyaco. Pues la comunidad no cuenta con la recolección de los residuos sólidos por parte del municipio, mucho menos con un relleno sanitario, lo

cual amerita un pronto tratamiento para los residuos. De este modo se pretende realizar un trabajo conjunto con la comunidad para logra tener una disminución de los impactos encontrados, como también un ambiente más sano, acogedor y duradero en la reserva para habitantes y visitantes (Tabla 8).

Tabla 7. Estrategia para el cuidado del aire

Estrategia 3. El aire es de todos y para todos		Código: FFCR-03
		
ACTIVIDAD ANTRÓPICA A TRATAR		EFEKTOS ADVERSO A TRATAR
Tránsito vehicular Quemas de residuos sólidos comunidad aledaña		Perturbación por ruido Contaminación del aire por CO2 Contaminación del aire por el Incremento material particulado
OBJETIVO		
Impulsar alternativas para disminuir las cargas contaminantes para el aire.		
DIRIGIDO A	Personal administrativo de la reserva y comunidad en general.	
ALCANCE	Atenuación de la variabilidad climática.	
RESPONSABLES	Directivas, y comité de vigilancia de la reserva, entidades competentes como la CRC.	
PERSONAL REQUERIDO	Ingeniero Ambiental, Trabajador Social, Entes ambientales.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
Establecimiento de la señalización para evitar el ruido tanto en la vía Mocoa-Pitalito y en las áreas de visita de la reserva	<p>En uno de los límites de la reserva se encuentra ubicada la vía que comunica a los departamentos de Cauca, Huila y Putumayo, por lo que el transporte por esta vía es bastante concurrido, generando al parecer perturbación en el ambiente y por ende la migración de algunas especies sensibles a estos ruidos. Por ello, se plantea establecer señalización en la vía para que los conductores, ayuden a mantener un ambiente tranquilo que evite alteraciones del espacio natural y accidentes en las inmediaciones de la reserva y en especial cerca de los corredores de los animales vulnerables o en vía de extinción tales como: el tigrillo, el oso de anteojos, la danta el armadillo entre otros, a fin de no invadir su hábitat, para lo que se desarrolla las siguientes actividades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentación de la estrategia a la comunidad sobre el propósito que tiene la señalización para la disminución del ruido en la vía y la reserva. • Realizar en conjunto con la comunidad el mensaje que se quiere enseñar a viajeros y visitantes, sobre el cuidado y respeto por la naturaleza y sus componentes, en especial la fauna. • Realizar diseño de las vallas ambientales, alusivas a cuidar de la fauna • Implementación de las vallas en la vía aledaña a la reserva y senderos de la misma. 	
Actividades pedagógicas sobre el manejo de los residuos sólidos	<p>Es importante capacitar a la comunidad aledaña a la reserva sobre el manejo apropiado de los residuos sólidos, su clasificación, reducción y disposición final, para evitar cualquier tipo de contaminación en la reserva y mantenerla en armonía para lo que se realiza las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentación de la estrategia a la comunidad y capacitación sobre el manejo, clasificación y disposición final de los residuos sólidos en la vereda Verdeyaco. • Implementación de un tiradero a cielo abierto fuera de la reserva. • Capacitaciones anuales sobre las cuatro ERRES (Rechazar, Reducir, Reutilizar, y Reciclar) para darle una mejor vida útil al tiradero a cielo abierto. • Realizar talleres de reutilización de residuos (artesanías). 	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
Para garantizar el cumplimiento de esta actividad, se requiere destinar un equipo de personas que se encargue de realizar las respectivas evaluaciones semestrales de la producción de residuos, brindando información oportuna sobre los avances y dificultades en la implementación de estas actividades, para que las directivas de la reserva en conjunto con la comunidad establezcan las respectivas acciones correctivas acorde con el objetivo planteado. De igual manera se requiere llevar a cabo los respectivo registros fotográficos y reportes.		
COSTOS APROXIMADOS		
Las implementaciones de las actividades tienen un costo aproximado de 9 millones de pesos, distribuidos de la siguiente manera: 2 millones destinados a la implementación de la señalización, 2 millones destinados a la capacitación de la comunidad y 5 millones destinado al establecimiento del tiradero a cielo abierto.		

La **cuarta estrategia** denominada el “*agua fuente de vida y salud*” pretende mostrar la importancia que tiene realizar un buen uso del recurso hídrico, creando una mayor conciencia ambiental y actividades necesarias en la reserva para su protección, pues el agua no solo se requiere para la supervivencia de la comunidad sino también para el desarrollo y sostenimiento de los ecosistemas y las generaciones futuras. Por ello, en la (Tabla 9) se exponen los impactos sobre el componente y las actividades a realizar para su control y recuperación, ya que el impacto negativo más relevante considerado en el diagnóstico ambiental es la inadecuada disposición de las aguas residuales sobre la quebrada Verdeyaco.

Tabla 8. Estrategia para el cuidado del agua

Estrategia 4. “Agua fuente de vida y salud”		Código: FFCR-04
		
ACTIVIDAD ANTRÓPICA A TRATAR		EFFECTOS ADVERSO A TRATAR
Canalización del agua con fines de consumo y agrícolas Vertimientos de aguas residuales sobre la quebrada Verdeyaco		Disminución del caudal Alteración de las propiedades físicas del agua por vertimientos.
OBJETIVO		
Fortalecer los procesos de conservación del recursos hídrico en la reserva protectora Verdeyaco.		
DIRIGIDO A	Personal administrativo de la reserva y comunidad en general.	
ALCANCE	uso sostenible y eficiente del recurso hídrico	
RESPONSABLES	Juta de acción comunal de la reserva, entes ambientales (CRC) y comunidad en general.	
PERSONAL REQUERIDO	Ingeniero Ambiental, Trabajador Social, Entes ambientales	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
Reforestación de los nacimientos de agua del acueducto veredal y devolución del agua al caudal de origen.	<p>Teniendo en cuenta que algunos habitantes de la comunidad, desconocen el manejo adecuado que debe darse al recurso hídrico y las implicaciones de no hacerlo, se realiza las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentación de la estrategia a la comunidad • Capacitación sobre buen uso y manejo del recurso hídrico a comunidad y escolares • Reforestación de los nacimientos de agua • Canalización de devolución del agua no utilizada para el riego de cultivos y el consumo, al caudal de origen. 	
Descontaminación de la quebrada Verdeyaco y manejo adecuado de aguas residuales.	<p>Como se ha evidenciado en el diagnóstico ambiental de la reserva, uno de los grandes impactos fue el encontrado sobre la quebrada Verdeyaco por el vertimiento de aguas residuales si tratamiento alguno. Para mitigar su impacto se propone las siguientes acciones a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentación de la estrategia a la comunidad. • Capacitación sobre buen uso del recurso hídrico y manejo de aguas residuales. • Fumigación y control de vectores en la zona de vertimientos de la quebrada verdeyaco • Implementación de sistemas sanitarios y fitoremediación para reducir la carga contaminante a la quebrada. 	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
Se realizará una evaluación mensual durante un año de las actividades realizadas en estrategia, la cual estar a cargo de la junta directiva de la reserva y el profesional de ingeniería ambiental a cargo de las mismas. Así mismo se realizarán los respectivos registros fotográficos, para conocer los logros y dificultades presentadas.		
COSTOS APROXIMADOS		
La implementación de estas actividades tendrá un costo aproximado de 50 millones, que se dividen en 4 millones para la reforestación de los nacimientos, 6 millones en capacitaciones- asesorías, 36 millones para la construcción del sistema sanitario en la vereda y 4 para gastos de gestión y movilidad de la junta directiva de la reserva.		

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La caracterización de la diversidad de estafilínidos en la reserva forestal protectora “Verdeyaco el Oxígeno” permitió identificar 20 individuos como registros nuevos, distribuidos en 18 individuos como posibles nuevos registros para el departamento del Cauca y 2 nuevos registros para el país. La identificación taxonómica de la diversidad de estafilínidos en la reserva es un aporte importante a la ciencia y a la descripción de estos individuos, esto porque en nuestro país el conocimiento su diversidad y descripciones morfológicas es limitada.

La evaluación de impacto ambiental evidenció que la reserva presenta un buen estado de conservación debido a que un 36% de impactos son positivos de carácter moderado y están relacionados al cumplimiento de políticas de conservación en la reserva, como también al buen uso de los componentes ambientales por parte de la comunidad y demás personas que interactúan con esta área protegida.

Las estrategias para el fortalecimiento de la conservación de la reserva fueron formuladas de acuerdo con los diálogos realizados con la comunidad. Estos constituyen una guía de ruta para que la administración de la reserva tenga conocimiento de todos los procesos que en ella se realizan, así como también la información procesada sea una herramienta para la gestión de los bienes y servicios ecosistemas que el área ofrece. Además, permite tener una idea de cuáles podrían ser las actividades de mejora, mitigación y/o control de los impactos encontrados respecto a los componentes vegetación, fauna, aire y agua.

Esta investigación aporta al conocimiento de la diversidad de áreas estratégicas localizadas en zonas de posconflicto, esto con el fin de apoyar la autogestión que las comunidades han realizado por años y que requiere el apoyo de la academia para soportar la necesidad de cuidar y preservar los bosques de transición andino-amazónica.

5.2. RECOMENDACIONES

Es necesario continuar con investigaciones que aporten al conocimiento del potencial de los estafilínidos como bioindicadores de calidad ambiental, con el fin de conocer con mayor detalle el estado de conservación de la reserva.

A la comunidad de Verdeyaco se le recomienda realizar tratamientos alternativos, como baterías sanitarias, para el uso adecuado y sostenible del recurso hídrico, como también seguir fortaleciendo la cultura de la zona en pro de la conservación de la reserva.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. S. Fernandez, S. D. Silva Alves, H. Freitas Santos y W. Costa Rodriguez, «Staphylinidae e Silphidae (Coleoptera) como potenciais famílias bioindicadoras de qualidade ambiental,» *Revista Eletronica TECCEN*, vol. 4, nº no 3, pp. 17-32, 2011.
- [2] A. Tolón Becerra y X. Lastra Bravo, «Los Espacios Naturales Protegidos. Concepto, evolución y situación actual en España,» *Revista Electrónica de Medioambiente UCM*, vol. 1, nº 5, 2008.
- [3] L. Morales, «La paz y la protección ambiental en Colombia,» el diálogo liderazgo para las Americas, 02 Enero 2017. [En línea]. Available: http://static.iris.net.co/sostenibilidad/upload/documents/envt-colombia-esp_web-res_final-for-email.pdf. [Último acceso: 03 Diciembre 2019].
- [4] CRC y Comunidad de Verdeyaco, «Plan de de manejo ambiental, Reserav Forestal Protectora Regional Verdeyaco “El Oxígeno”,» Popayán, Cauca, 2017.
- [5] D. Mendez Rojas, M. Lopez García y R. Garcia Cardenas, «Diversidad de escarabajos (Coleoptera, Staphylinidae) en bosques altoandinos restaurados de los Andes centrales de Colombia,» *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 1, nº 38, pp. 141-147, 2012.
- [6] B. A. Florido Cuellar, «valuación del impacto ambiental en la construcción de la doble calzada Girardot-Ibagué sobre la avifauna en el Municipio de Ibagué - Tolima,» 1 Mayo 2015. [En línea]. Available: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/17968>. [Último acceso: 26 Enero 2020].
- [7] R. García y P. Chacón de Ulloa, «Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en fragmentos de bosque seco del valle geográfico del río Cauca.,» *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 31, nº 1, pp. 43-50, 2005.
- [8] G. Andrade, «Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política,» *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 35, nº 137, p. 491, 2011.
- [9] A. Perez Bilbao y J. Garrido, «Evaluación del estado de conservación de una zona LIC (Gándaras de Budiño, Red Natura 2000) usando los coleópteros acuáticos como indicadores,» *Asociacion Iberica de Limnologia AIL*, vol. 28, nº 1, pp. 011-22, 2009.
- [10] S. E. Otavo, Á. Parrado Rosselli y J. A. Noriega, «Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico,» *Revista de Biología Tropical*, vol. 61, nº 2, pp. 735-752, 2013.
- [11] A. F. Newton, C. Gutiérrez Chacón y D. S. Chandler, «Checklist of the Staphylinidae (Coleoptera) of Colombia,» *Biota Colombiana*, vol. 6, nº 1, pp. 1 - 72, 2005.

- [12] Y. P. Sissa Dueñas y J. L. Navarrete Heredia, «Composición y estructura de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en dos localidades de Santa María (Boyacá, Colombia),» *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 42, nº 1, pp. 59-68, 2016.
- [13] A. Asenjo,, Interviewee, *Nueva lista para estafilinidos de Colombia*. [Entrevista]. 15 junio 2019.
- [14] A. Asenjo, U. Irmeler, J. Klimaszewski, L. H. Herman y D. S. Chandler, «A complete checklist with new records and geographical distribution of the rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of Brazil,» *Insecta Mundi*, vol. 1, nº 1, pp. 1–419, 15 febrero 2013.
- [15] V. Á. Suárez Álvarez, «Utilización de coleópteros como indicadores ecológicos en gradientes urbanos de Gijón y León (NO Península ibérica).(Coleoptera: Carabidae, Cholevidae, Histeridae, Silphidae y Staphylinidae),» Dialnet, 20 Julio 2016. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10612/5443>. [Último acceso: 23 noviembre 2018].
- [16] C. Sanabria y . I. Armbrrecht, «Diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en cinco sistemas productivos de los Andes Colombianos.,» *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 34, nº 2, pp. 217-223, 2008.
- [17] G. M. M. Fernandez, *Estafilinidos (Coleoptera: Staphylinidae) epigeos en sistemas cafeteros, Popayán, Cauca*, Popayán, Cauca, 2018.
- [18] A. Dobson, «Monitoring global rates of biodiversity change: challenges that arise in meeting the Convention on Biological Diversity (CBD) 2010 goals,» *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological*, vol. 360, nº 1454, pp. 229, 2005.
- [19] T. Oberhuber, «La biodiversidad es vida. El papel de la biodiversidad,» CIP-Ecosocial, 5 julio 2010. [En línea]. Available: https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Conflictos_socioecologicos/Especial-WEB/La%20biodiversidad%20es%20vida_T_OBERHUBER.pdf. [Último acceso: 21 septiembre 2019].
- [20] C. Rojas, J. . L. Bocanegra y J. Mariño de Posada, «Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos en la gestión del suelo-subsuelo,» *OPERA*, vol. 1, nº 14, pp. 9-26, 2014.
- [21] H. J. Gasca Álvarez y D. Torres Rodríguez, «Conservación de la biodiversidad en Colombia, una reflexión para una meta: conocer y educar para conservar,» *Cuadernos de Biodiversidad*, nº 42, pp. 31-37, 2013.
- [22] C. M. Moreno, Manual de métodos para medir la biodiversidad., Zaragoza (España): CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. ORCYT - UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), 2001.
- [23] U. Irmeler, J. Klimaszewski y O. Betz, *Biology of Rove Beetles (Staphylinidae)*, Springer International Publishing, 2018.
- [24] J. L. Navarrete Heredia, A. F. Newton, M. K. Thayer, J. S. Ashe y D. S. Chandler, *Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México*, Guadalajara, Mexico: universidad de Guadalajara y CONABIO, 2002.

- [25] R. Guzmán Mendoza, J. Calzontzi Marín, M. D. Salas Araiza y R. Martínez Yáñez, «La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional,» *Acta zoológica mexicana*, vol. 32, nº 3, pp. 370-379, 2016.
- [26] J. D. González Coto, «Bioindicadores como aliados en el monitoreo de condiciones ambientales,» *CEGESTI*, nº 252, 2014.
- [27] S. E. Otavo, Á. Parrado Rosselli y J. . A. Noriega, «Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico.,» *Revista de Biología Tropical*, vol. 61, nº 2, pp. 735-752, 2013.
- [28] J. X. Arteaga Díaz y D. A. Chingal García, «Diagnóstico ambiental del "Bosque Protector Proyecto Ecológico Chiriboga" hacia la inclusión al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP) y propuesta de estrategias de conservación,» 16 Octubre 2017. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18839>. [Último acceso: 15 Junio 2019].
- [29] M. J. Aguilar Idáñez y E. A. Egg, Diagnóstico social: conceptos y metodología, Buenos Aires, México: Lumen Humanitas, 2001.
- [30] A. Bértoli y M. J. Kristensen, Diagnostico ambiental de La Reserva Provincial arroyo Zabala. pautas para su ordenacion, Quito, Ecuador: CINEA Estudios Ambientales, 2012.
- [31] G. Espinoza, Fundamentos de evaluación de impacto ambiental, Santiago de Chile: Centro de Estudios para el Desarrollo, Chile., 2001.
- [32] J. A. Arboleda González, «Manual para la evaluacion de impacto ambiental de proyectos, obras y actividades,» Medellín, Colombia, 2008.
- [33] Á. González y E. Riascos, «Panorama latinoamericano del pago por servicios ambientales,» *Gestión y ambiente*, vol. 10, nº 2, pp. 129-144, 2007.
- [34] . J. D. Osorio Múnera y F. J. Correa Restrepo, «Un anaálisis de la aplicacion impirica del metodo de valoración contingente,» *Semestre Económico*, vol. 12, nº 25, pp. 11-30, 2009.
- [35] UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, «EUROPARC España,» 03 Mayo 2008. [En línea]. Available: <http://www.redeuroparc.org/observatorio/quesonlasareasprotegidas>. [Último acceso: 30 Septiembre 2019].
- [36] Sistema Nacional de Areas Protegidas SINAP, «Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN),» 07 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://www.parquesnacionales.gov.co/porta/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/porque-el-sistema-nacional-de-areas-protegidas-es-un-sistema/>. [Último acceso: 26 Julio 2019].
- [37] S. N. d. A. P. SINAP, «Parques Nacionales Naturles de Colombia (PNN),» 26 Diciembre 2012. [En línea]. Available: <http://runap.parquesnacionales.gov.co/area-protegida/913>. [Último acceso: 26 Junio 2019].
- [38] M. G. Sirombra, «Servicios ecosistémicos: dispersión de frutos y semillas.,» *Revista de Biología Tropical*, pp. Blog-Blog, 2019.

- [39] «Ley general ambiental de Colombia, Ley 99 DE 1993,» 14 Mayo 1993. [En línea]. Available: https://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf. [Último acceso: 15 Octubre 2019].
- [40] sistema unico de informacion normativa, «Decreto 2372 del 2010,» 1 Julio 2010. [En línea]. Available: <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1872443>. [Último acceso: 1 Noviembre 2019].
- [41] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Decreto 1076 del 2015,» 26 Mayo 2015. [En línea]. Available: <https://corponor.gov.co/ACTOSJURIDICOS/NORMATIVIDAD/decreto1076.pdf>. [Último acceso: 3 Noviembre 2019].
- [42] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Resolución 1125 de 2015,» 11 Mayo 2015. [En línea]. Available: <http://corponor.gov.co/ACTOSJURIDICOS/NORMATIVIDAD/resolucion1125.pdf>. [Último acceso: 4 Noviembre 2019].
- [43] «Documento conpes 2010,» 19 Julio 2010. [En línea]. Available: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_col_con3674.pdf. [Último acceso: 17 Noviembre 2019].
- [44] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «El Decreto 2811 de 1974,» 01 Enero 2014. [En línea]. Available: <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Decreto-Ley-2811-de-1974.pdf>. [Último acceso: 01 Diciembre 2019].
- [45] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Ley 165 de 1994 sobre diversidad biológica,» 20 Junio 2004. [En línea]. Available: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Politica-Nacional-de-Biodiversidad/3355_ley_0165_091194.pdf. [Último acceso: 30 Octubre 2019].
- [46] Ministerio del medio ambiente, «Decreto 309 del 2000,» 19 Febrero 2000. [En línea]. Available: https://editorial.unal.edu.co/fileadmin/recursos/unsib/normas/decreto_309_2000_minambiente.pdf. [Último acceso: 15 Julio 2019].
- [47] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Decreto 1376 de 2013,» 27 Junio 2013. [En línea]. Available: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2013/dec_1376_2013.pdf. [Último acceso: 28 Septiembre 2019].
- [48] v. y. d. t. Ministerio de ambiente, «Decreto 1220 de 2005,» 21 Abril 2005. [En línea]. Available: http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Decreto_1220+de+2005.pdf/9127b232-8215-46aa-8793-c0d3ec21b076. [Último acceso: 21 Enero 2019].
- [49] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Resolución 1084 de 2018,» 13 Junio 2018. [En línea]. Available: <http://www.andi.com.co/Uploads/Resoluci%C3%B3n%201084%20del%2013%20de%20junio%20de%202018.pdf>. [Último acceso: 06 Diciembre 2019].

- [50] H. Villarreal, M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña, Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia: Claudia Maria Villa G, 2004.
- [51] Ø. Hammer, P. D. Ryan y D. A. Harper, «PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis,» *Palaeontologia electronica*, vol. 4, nº 1, pp. 9, 2001.
- [52] C. E. Moreno, F. Barragán, E. Pineda y N. . P. Pavón, «Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas,» *Revista mexicana de biodiversidad*, vol. 82, nº 4, pp. 1249-1261, 2011.
- [53] C. S. Cardona y A. C. Restrepo, «Herramientas de control, lista de chequeo,» 12 1 2013. [En línea]. Available: <http://puntosdeencuentro.weebly.com/>. [Último acceso: 12 junio 2019].
- [54] M. Torres, K. Paz y . F. G. Salazar, «Metodos de recoleccion de datos para una investigacion,» *Boletin electronico*, vol. 2, nº 3, pp. 1-13, 2006.
- [55] E. Cristeche y J. A. Penna, Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales,, vol. vol. 3, La Pampa Húmeda, Uruguay y Argentina: Instituto nacional de tecnología agropecuaria (INTA), 2008.
- [56] D. Camelo Jimenez, «Plan de manejo ambiental para el área de reserva forestal protectora productora de la laguna de Guatavita,» 01 Enero 2005. [En línea]. Available: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1477&context=ing_a_m_biental_sanitaria. [Último acceso: 10 Enero 2020].
- [57] H. Villarreal, M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña, Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia: Claudia Maria Villa G, 2004.
- [58] T. Escalante Espinosa, «¿Cuántas especies hay?. Los estimadores no paramétricos de Chao,» *Elementos: ciencia y cultura*, nº 052, pp. 53-56, 2003.
- [59] G. S. Mendoza Solano, «análisis de ensamblajes de coleópteros en dos sistemas de manejo agroecológico (Tenjo, Cundinamarca),» 2012. [En línea]. Available: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6531/MendozaSolanoGreaceStephany2012.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. [Último acceso: 15 07 2019].
- [60] A. Jiménez Valverde y J. Hortal, «Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos,» *Revista Ibérica de Aracnología*, 2003.
- [61] C. Gutiérrez Chacón y P. Ulloa Chacón , «composición de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) asociados a la hojarasca en la Cordillera Oriental de Colombia,» *Folia Entomológica Mexicana*, vol. 45, nº 2, pp. 69-81, 2006.
- [62] D. M. Mendez Rojas y M. M. Lopez Garcia, «Diversidad De Escarabajos (Coleoptera, Staphylinidae) En dos Localidades Del Departamento del

- Qindío,» *Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural* vol, vol. 13, nº 2, p. 148, 2009.
- [63] D. M. Mendez Rojas, M. M. Lopez Garcia y R. Garcia Cardenas, «Diversidad de escarabajos (Coleoptera, Staphylinidae) en bosques altoandinos restaurados de los Andes centrales de Colombia,» *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 1, nº 38, pp. p. 141-147, 2012.
- [64] L. M. Vásquez Veléz, C. Bermúdez, P. Chacón y F. H. Lozano Zambrano, «Analysis of the richness of Staphylinidae (Coleoptera) on different scales of a sub-Andean rural landscape in Colombia,» *Biodiversity and conservation*, vol. 19, nº 7, pp. 1917-1931, 2010.
- [65] R. García y . P. Chacón de Ulloa, «Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en fragmentos de bosque seco del valle geográfico del río Cauca.,» *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 31, nº 1, pp. 43-50., 2005.
- [66] R. García y . P. Chacón de Ulloa, «Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en fragmentos de bosque seco del valle geográfico del río Cauca.,» *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 31, nº 1, pp. 43-50., 2005.
- [67] J. Bohac, «Staphylinid beetles as bioindicators,» *Agriculture, ecosystems & environment*, vol. 74, nº 1-3, pp. 357-372, 1999.
- [68] D. M. Mendez Rojas, M. M. Lopez Garcia y R. Garcia Cardenas, «Diversidad de escarabajos (Coleoptera, Staphylinidae) en bosques altoandinos restaurados de los Andes centrales de Colombia,» *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 1, nº 38, pp.141-147, 2012.
- [69] D. F. Silva Tavera , «Descripcion De Una Muestra De Estafilinidos (Coleoptera: Staphylinidae) Del Santuario De Fauna Y Flora Guanenta Alto Rio Fonce, Andes Colombianos,» 24 Agosto 2017. [En línea]. Available: <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/30291/1/169711.pdf>. [Último acceso: 25 Enero 2020].
- [70] A. Rincón Ruíz, M. A. Echeverry Duque, A. M. Piñeros Quiceno, C. Tapia Caicedo, A. David Drews, P. Arias Arévalo y P. A. Zuluaga Guerra, Valoración integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Aspectos conceptuales y metodológicos, Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014.
- [71] M. González Ramírez, S. Zaragoza Caballero y C. X. Pérez Hernández, «Análisis de la diversidad de Coleoptera en el bosque tropical caducifolio en Acahuzotla, Guerrero, México,» *Revista mexicana de biodiversidad*, vol. 887, nº 2, pp. 381-388, 2017.
- [72] S. Gómez Beda, «Importancia de los Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) como bioindicadores del estado de conservación en vegetación fragmentada de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz, México,» 2 Marzo 2013. [En línea]. Available: <https://www.uv.mx/pozarica/mca/files/2012/10/Salvador-Gomez-Beda.pdf>. [Último acceso: 22 Enero 2020].
- [73] J. M. Delgado, A. E. Castro Ramirez, M. A. Moron y L. Ruiz Montoya, «Diversidad de Scarabaeoidea (Coleoptera) en las principales condiciones de hábitat de Montebello,» *Acta zoológica mexicana*, vol. 28, nº 1, pp. 185-205, 2012.

- [74] V. y. D. T. Ministerio de Ambiente, «Decreto 2372 de 2010,» 01 Julio 2010. [En línea]. Available: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col96046.pdf>. [Último acceso: 10 Enero 2020].
- [75] M. Andelman, «La comunicación ambiental en la planificación participativa de las políticas para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica,» *Tópicos en Educación Ambiental*, vol. 3, nº 9, pp. 49-57, 2003.
- [76] Ministerio de medio ambiente, «Decreto 948 de 1995,» 05 Junio 1995. [En línea]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf. [Último acceso: 12 Enero 2020].
- [77] Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, *Política Nacional para la Gestión integral del recurso hídrico 2010*.
- [78] V. C. Escobar Torres y D. C. Palacio Tamayo, «Participación social y conservación del bosque de robles: el caso de Paipa y Duitama,» *Colombia Forestal*, vol. 13, nº 2, pp. 257-273, 2010.
- [79] L. M. Miranda Murillo, «Cultura ambiental: un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales,» *Producción mas limpia*, vol. 8, nº 2, 2013.
- [80] G. M. Vanegas Montes, «Ecoturismo instrumento de desarrollo sostenible,» 25 Julio 2006. [En línea]. Available: <http://200.24.17.10/bitstream/10495/149/1/EcoturismoInstrumentoDesarrolloSostenible.pdf>. [Último acceso: 15 Enero 2020].
- [81] F. R. Franquis y M. A. Infante, «Los bosques y su importancia para el suministro de servicios ambientales,» *Revista Forestal Latinoamericana*, 2003.
- [82] J. A. Ulloa, «¿Por qué debemos conservar la fauna silvestre?,» *Spei Domus*, vol. 8, nº 17, 2012.
- [83] Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, «Gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Bases conceptuales,» 05 Mayo 2007. [En línea]. Available: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrban/a/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf. [Último acceso: 19 Enero 2020].
- [84] A. M. Ventura Terán, «Manejo del recurso hídrico en una cuenca. 2014,» 12 Mayo 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/354/T%20P10%20V468%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 17 Enero 2020].
- [85] L. Del Moral Ituarte, P. Arrojo Agudo y T. Herrera Grao, «El agua: Perspectiva ecosistémica y gestión integrada,» *Fundación Nueva Cultura del Agua*, p. 444, 2015.
- [86] C. M. Minaverri, «Las comunidades locales y su relación con la explotación sostenible de los recursos del bosque en Argentina,» *Gestión y Ambiente*, pp. 49-60, 2013.
- [87] V. Rodríguez Morales, L. M. Bustamante Alfonso y M. M. Jean Claude, «La protección del medio ambiente y la salud, un desafío social y ético actual,» *Revista Cubana de Salud Pública*, vol. 37, pp. 510-518, 2011.

- [88] M. Martínez Rivera, «La equidad de género en la conservación y manejo de recursos en la diversidad biológica,» *“Alternativas en Psicología”*, pp. 32.
- [89] M. Pérez de las Heras , «La cumbre de Johannesburgo: antes, durante y después de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible,» 13 Abril 2002. [En línea]. Available: http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/100505.pdf. [Último acceso: 5 Febrero 2020].
- [90] Y. Fernández Moreno, «¿ Por qué estudiar las percepciones ambientales?: Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas,» *Espiral (Guadalajara)*, vol. 15, nº 43, pp. 179-202, 2008.
- [91] E. . P. Tuñón, Género y medio ambiente, Mexico: Plaza y Valdés, 2003.
- [92] E. Sevilla Guzmán y A. M. Alonso Mielgo, «El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad,» *Agricultura y Desarrollo Sostenible, Serie Estudios*, nº 97, pp. 91-119., 1995.
- [93] A. C. Molano Niño y J. F. Herrera Romero, «La formación ambiental en la educación superior: una revisión necesaria,» *Revista Luna Azul*, nº 39, pp. 186-206, 2014.
- [94] P. Vega Marcote y P. Álvarez Suárez, «Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible,» *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, vol. 4, nº 1, pp. 1-16, 2005.
- [95] H. Riemann, R. V. Santes Álvarez y A. Pombo, «El papel de las áreas naturales protegidas en el desarrollo local: El caso de la península de Baja California,» *Gestión y política pública*, vol. 20, nº 1, pp. 141-172, 2011.
- [96] C. A. Durán, «Gobernanza en los Parques Nacionales Naturales colombianos: reflexiones a partir del caso de la comunidad Orika y su participación en la conservación del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo.,» *Revista de Estudios Sociales*, nº 32, pp. 60-73, 2009.
- [97] H. J. Gasca Álvarez y D. Torres Rodríguez, «“Conservación de la biodiversidad en Colombia, una reflexión para una meta: conocer y educar para conservar”,» *Cuadernos de Biodiversidad*, nº 42, 2013.
- [98] FAO, «Sostenibilidad financiera para áreas protegidas en América Latina. Programa FAO/OAPN. Fortalecimiento del Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en las Áreas Protegidas de América Latina,» María Isabel Vergara, Santiago, Chile, 2013.
- [99] C. Cerda, «Disposición a pagar para proteger servicios ambientales: un estudio de caso con valores de uso y no uso en Chile Central,» *Interciencia*, vol. 36, nº 11, pp. 796-802, 2011.
- [100] I. C. Giraldo Pineda, «Pagos por servicios ambientales en Colombia,» 14 Junio 2007. [En línea]. Available: <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/3512>. [Último acceso: 28 Enero 2020].
- [101] E. Cristeche y J. A. Penna, «Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales,» *Instituto de Economía y Sociología (IES)*, vol. 3, pp. 1-55, 2008.

- [102] D. A. Martínez Cruz, Á. Bustamante González, . J. L. Jaramillo Villanueva, S. E. Silva Gómez, M. A. Tornero Campante y S. Vargas López, «Disposición de los productores forestales de la región Izta-Popo a aceptar pagos por mantener los servicios ambientales hidrológicos,» *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 12, nº 3, pp. 549-556, 2010.
- [103] E. Galarza y R. Gómez, «Valorización económica de servicios ambientales: el caso de Pachacamac, Lurín,» 2 Junio 2005. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/51208837.pdf>. [Último acceso: 09 Noviembre 2019].

ANEXOS

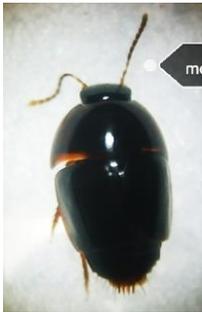
Anexo A. Listado de especies reserva Verdeyaco

Familia	Subfamilia	Supertribu	Tribu	Subtribu	Genero	Especie	Morfoespecie	Foto de ejemplo
Staphylinidae	Aleocharinae				Gen. indet.	sp3	morfo 019	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp6	morfo 025	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp20	morfo 083	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp21	morfo 084	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp23	morfo 100	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp24	morfo 101	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp28	morfo 106	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp32	morfo 161	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp44	morfo 255	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp45	morfo 264	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp46	morfo 278	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp47	morfo 284	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp48	morfo 289	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp49	morfo 291	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp50	morfo 292	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp51	morfo 298	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp52	morfo 336	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp53	morfo 345	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp54	morfo 347	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp55	morfo 355	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp56	morfo 359	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp57	morfo 360	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp58	morfo 361	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp60	morfo 364	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp61	morfo 365	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp62	morfo 367	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp63	morfo 368	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp64	morfo 370	
Staphylinidae	Euaesthetinae		Stenaesthetini		Stenaesthetus	Stenaesthetus sp1	morfo 142	

Staphylinidae					Megalopinus	Megalopinus sp1	morfo 263	
Staphylinidae	Megalopsidiinae				Megalopinus	Megalopinus sp2	morfo 283	
Staphylinidae	Osoriinae		Thoracophorini	Thoracophorina	Thoracophorus	Thoracophorus sp1	morfo 014	
Staphylinidae			Thoracophorini	Thoracophorina	Thoracophorus	Thoracophorus sp2	morfo 040	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Osoriosetus	Osoriosetus sp2	morfo 133	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp2	morfo 158	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Holotrochus	Holotrochus sp2	morfo 184	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Gen. indet.	sp5	morfo 186	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp6	morfo 195	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp7	morfo 199	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Oryssoma	Oryssoma sp1	morfo 219	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Molosoma	Molosoma sp3	morfo 227	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp12	morfo 243	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp14	morfo 250	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp15	morfo 259	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp16	morfo 260	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Osorius	Osorius sp3	morfo 267	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Molosoma	Molosoma sp5	morfo 272	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Osoriocanthus	Osoriocanthus sp1	morfo 273	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Mimotrochus	Mimotrochus sp1	morfo 297	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp17	morfo 300	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp18	morfo 301	
Staphylinidae			Thoracophorini	Thoracophorina	Thoracophorus	Thoracophorus sp5	morfo 304	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Mimogonia	Mimogonia sp1	morfo 305	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Mimotrochus	Mimotrochus sp2	morfo 307	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Gen. indet.	sp19	morfo 309	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Mimotrochus	Mimotrochus sp3	morfo 311	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp20	morfo 317	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp21	morfo 331	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Mimotrochus	Mimotrochus sp4	morfo 332	
Staphylinidae			Thoracophorini		Gen. indet.	sp22	morfo 335	
Staphylinidae			Osoriini	Osoriina	Mimotrochus	Mimotrochus sp5	morfo 337	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp23	morfo 341	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp24	morfo 346	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp25	morfo 353	
Staphylinidae				Gen. indet.	sp26	morfo 369		
Staphylinidae	Oxytelinae		Oxytelini		Anotylus	Anotylus sp1	morfo 056	
Staphylinidae			Thinobiini		Carpelimus	Carpelimus sp1	morfo 314	
Staphylinidae			Thinobiini		Carpelimus	Carpelimus sp2	morfo 320	

Staphylinidae			Oxytelini		Anotylus	Anotylus sp12	morfo 338	
Staphylinidae			Oxytelini		Anotylus	Anotylus sp13	morfo 362	
Staphylinidae			Oxytelini		Anotylus	Anotylus sp14	morfo 366	
Staphylinidae	Paederinae				Gen. indet.	sp11	morfo 085	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp12	morfo 091	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp15	morfo 116	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp19	morfo 156	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp21	morfo 163	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp34	morfo 251	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp35	morfo 262	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp36	morfo 270	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp37	morfo 271	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp38	morfo 276	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp39	morfo 277	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp40	morfo 279	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp41	morfo 280	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp42	morfo 281	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp43	morfo 285	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp44	morfo 287	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp45	morfo 294	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp46	morfo 295	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp47	morfo 296	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp48	morfo 299	
Staphylinidae			Cylindroxystini	Cylindroxystina	Neolindus	Neolindus sp1	morfo 302	
Staphylinidae			Pinophilini	Pinophilina	Taenodema	Taenodema sp1	morfo 303	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp49	morfo 312	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp50	morfo 316	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp51	morfo 322	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp52	morfo 323	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp53	morfo 325	
Staphylinidae			Cylindroxystini	Cylindroxystina	Neolindus	Neolindus sp2	morfo 326	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp54	morfo 327	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp55	morfo 329	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp56	morfo 343	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp57	morfo 350	
Staphylinidae		Piestinae			Piestus	Piestus sp3	morfo 240	
Staphylinidae				Piestus	Piestus sp. nuevo 1	morfo 333		

								
Staphylinidae	Pselaphinae	Euplectitae			Gen. indet.	sp4	morfo 018	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp16	morfo 130	
Staphylinidae		Euplectitae	Jubini		Gen. indet.	sp19	morfo 136	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp21	morfo 141	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp23	morfo 145	
Staphylinidae		Euplectitae	Jubini		Gen. indet.	sp27	morfo 149	
Staphylinidae		Euplectitae	Jubini		Gen. indet.	sp29	morfo 171	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp32	morfo 176	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp34	morfo 183	
Staphylinidae		Clavigeritae	Clavigerini	Clavigerodina	Fustiger	Fustiger sp2	morfo 189	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp43	morfo 257	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp44	morfo 282	
Staphylinidae		Euplectitae	Jubini		Gen. indet.	sp45	morfo 286	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp46	morfo 308	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp47	morfo 310	
Staphylinidae		Euplectitae	Jubini		Gen. indet.	sp48	morfo 313	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp49	morfo 318	
Staphylinidae		Euplectitae	Trogastrini	Trogastrina	Eurhexius	Eurhexius sp1	morfo 319	
Staphylinidae		Pselaphitae			Gen. indet.	sp50	morfo 321	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp51	morfo 330	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp52	morfo 334	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp53	morfo 339	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp54	morfo 340	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp55	morfo 342	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp56	morfo 344	
Staphylinidae		Batrisitae			Gen. indet.	sp57	morfo 348	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp58	morfo 349	
Staphylinidae		Euplectitae	Trogastrini	Trogastrina	Eurhexius	Eurhexius sp2	morfo 351	
Staphylinidae		Scydmaenitae	Glandulariini		Euconnus	Euconnus sp2	morfo 015	
Staphylinidae		Scydmaeninae				Gen. indet.	sp3	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp1	morfo 211	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp2	morfo 315	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp3	morfo 324	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp4	morfo 328	
Staphylinidae				Gen. indet.	sp5	morfo 352		

								
Staphylinidae	Staphylininae		Diochini		Diochus	Diochus sp2	morfo 043	
Staphylinidae			Staphylinini	Staphylinina	Platydracus	Platydracus sp1	morfo 086	
Staphylinidae			Staphylinini	Xanthopygina	Nordus	Nordus sp2	morfo 112	
Staphylinidae			Staphylinini	Philonthina	Gen. indet.	sp9	morfo 191	
Staphylinidae			Staphylinini	Xanthopygina	Glenus	Glenus sp2	morfo 258	
Staphylinidae			Xantholinini		Gen. indet.	sp15	morfo 261	
Staphylinidae			Staphylinini	Amblyopinina	Heterothops	Heterothops sp1	morfo 265	
Staphylinidae			Staphylinini	Xanthopygina	Plociopterus	Plociopterus sp1	morfo 268	
Staphylinidae			Xantholinini		Gen. indet.	sp16	morfo 269	
Staphylinidae			Staphylinini	Philonthina	Gen. indet.	sp17	morfo 275	
Staphylinidae			Staphylinini	Amblyopinina	Heterothops	Heterothops sp2	morfo 288	
Staphylinidae			Diochini		Diochus	Diochus sp3	morfo 306	
Staphylinidae			Diochini		Diochus	Diochus sp4	morfo 354	
Staphylinidae				Staphylinini	Philonthina	Gen. indet.	sp18	
Staphylinidae	Tachyporinae		Tachyporini		Sepedophilus	Sepedophilus sp4	morfo 266	
Staphylinidae			Tachyporini		Coproporus	Coproporus sp3	morfo 274	
Staphylinidae			Tachyporini		Coproporus	Coproporus sp4	morfo 293	
Staphylinidae					Gen. indet.	sp1	morfo 070	

Fuente: Proyecto ColomabaBio ID-4526

Anexo B. Lista de chequeo

No.	Componente ambiental	Preguntas	SI	NO	Observaciones
1	Vegetación	La reserva cumple o desarrollan acciones para la protección de la cobertura vegetal	X		La reserva cuenta con abundantes bosques tanto secundarios como primarios, además la comunidad de Verdeyaco y los entes ambientales adelantan acciones de protección del bosque establecidas en el plan de manejo ambiental de la reserva. Sin embargo, se observaron actividades de aprovechamiento secundario como la extracción de leña y plantas medicinales.
2	Fauna	La reserva cumple con las políticas de protección de la diversidad faunística.	X		En la reserva no se observan actividades de cacería. En la actualidad se desarrollan actividades encaminadas al conocimiento de la diversivas faunística.
3	Aire	La reserva cumple con el plan de acciones para contrarrestar las emisiones contaminantes al aire producidas por el tránsito vehicular, quemas o incendios.		X	La reserva limita con la vía pavimentada que comunica el departamento del Huila, Cauca y Putumayo donde se observa un constante tránsito vehicular por un límite de la reserva. En los predios aledaños de la reserva se realizan quemas para la agricultura en pequeña escala, también se realizan quemas de residuos solios en algunos hogares circundantes y hasta al momento no se han presentado incendios de magnitud.
4	Suelo	La reserva cumple con el plan de acciones encaminadas a mitigar efectos negativos que puedan alterar las características físicas y químicas del suelo	X		Al interior de la reserva no se observaron actividades agrícolas ni mineras que puedan afectar las características naturales del suelo; al contrario, se observan delimitaciones en la zona de uso público para regular las circulaciones de los turistas con el fin de mantener las condiciones naturales de la reserva.
5	Agua	La reserva cumple con actividades encaminadas a la protección del recurso hídrico.		X	Actualmente la comunidad de la vereda Verdeyaco utiliza el recurso hídrico para el acueducto y los agricultores de la zona para el riego de los cultivos. Se observan vertimientos de aguas residuales sobre la quebrada Verdeyaco, provenientes de viviendas aledañas a la reserva. No se observa ningún tratamiento para las aguas residuales depositas a la quebrada Verdeyaco.
6	social	La reserva cumple con los procesos de socialización y educación ambiental para la protección de la reserva forestal	X		Se observa la realización de actividades de socialización sobre temas de la reserva tales como talleres, conversatorios, reuniones, capacitaciones. La comunidad de Verdeyaco muestran sentido de pertenencia y aprecio por su territorio y por la reserva.
7		La comunidad cuenta con un sistema de organización para el cuidado y protección de la reserva	X		Se observa que cada actor (familia, directivos de la reserva y entes ambiental) de la comunidad tiene su roll de trabajo en la reserva encaminado a la conservación. Los roles están planteados en el plan de manejo ambiental de la reserva, los cuales han sido adoptados con un gran compromiso por los actores mencionados.
8	cultural	La reserva cumple con los objetivos culturales direccionados a la protección de la reserva.	X		Se observa la presencia las creencias, rituales, bailes, ritmos musicales que se relaciona con el entorno ambiental de la reserva. también se observa actividades artísticas como pinturas relacionadas con la riqueza paisajística.
9	Económico	La reserva cumple con las políticas de sostenibilidad económica en armonía con el entorno ambiental.	x		En la comunidad se observan actividades comerciales relacionadas con el servicio de hospedaje, restaurante y guías turísticas para los visitantes. En la actualidad la comunidad le apuesta al ecoturismo.
TOTAL			7	2	

Fuente: elaboración propia

Anexo C. Matriz de Arboleda para impactos ambientales.

Sistema	Componente	Actividad o acciones impactantes	Impacto	CRITERIOS					CALIFICACIÓN AMBIENTAL	CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL			
				(C)		(P)	(D)	(E)			(M)	(Ca)	(IA)
				Neg	Pos								
BIÓTICO	Vegetación	Aprovechamiento forestal secundario mediante la extracción y pérdida de platas medicinales y leñosas	Perdida del acervo genético vegetal	N		0,5	1,0	0,1	0,2	1,6	Irrelevante		
		Restauración natural de bosques	Aumento de la diversidad forestal y florística Aumento del acervo genético vegetal		P	1,0	1,0	0,5	0,8	5,8	Relevante		
	Fauna	Extracción de fauna para fines científicos y/o educativos	Desplazamiento de la fauna local y/o transitoria		N		0,4	0,1	0,5	0,5	0,8	Irrelevante	
			Perdida del acervo genético faunístico		N		0,3	0,9	0,5	0,5	1,3	Irrelevante	
			Conocimiento de la diversidad faunística de la reserva para procesos de conservación			P	1,0	1,0	0,5	1,0	6,5	Relevante	
			Contaminación del aire por CO2		N		0,4	0,5	0,8	0,5	1,7	Irrelevante	
ABIÓTICO	Aire	Tránsito vehicular Quemas de residuos sólidos comunidad aledaña	Perturbación por ruido		N		0,8	1,0	0,2	0,0	2,4	Irrelevante	
			Contaminación del aire por el incremento material particulado		N		0,4	0,1	1,0	0,5	1,5	Irrelevante	
			Disminución del riesgo de afectación sobre las propiedades del aire			P	0,9	0,6	0,7	0,8	4,9	Moderado	
	Suelo	Delimitación de áreas de circulación de los habitantes de la zona	Prevención de la erosión del suelo			P	0,9	0,6	0,6	1,0	5,4	Relevante	
			conservación de las propiedades físicas del suelo			P	0,8	0,6	0,6	1,0	4,8	Moderado	
	Agua	Actividades educativas sobre la prevención incendios. Canalización del agua con fines de consumo y agrícolas	Disminución del riesgo de afectación sobre la propiedad fisicoquímica del suelo.			P	0,8	0,6	0,6	1,0	4,8	Moderado	
Disminución del caudal				N		1,0	1,0	0,2	0,5	3,7	Moderado		
Seguridad hídrica para el consumo doméstico de las familias residente en la vereda Verdeyaco					P	1,0	1,0	0,7	0,5	5,5	Relevante		
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	Social	Educación ambiental y concientización sobre la importancia de la protección y conservación de la reserva.	Alteración de las propiedades físicas del agua por vertimientos		N		1,0	0,8	0,6	0,6	4,9	Moderado	
			Apropiación y responsabilidad en el desarrollo de las actividades de protección de la reserva			P	1,0	0,3	0,5	0,8	3,7	Moderado	
			Mejor uso de los recursos de la reserva			P	0,9	0,5	0,5	0,8	3,9	Moderado	
	Cultura	Promoción de las creencias místicas y culturales	Mayor participación en la toma de decisiones para la conservación			P	1,0	0,8	0,3	0,8	4,1	Moderado	
			Barrera de protección de los espacios ecológicos de la reserva			P	0,6	0,6	0,3	0,8	2,1	Irrelevante	
			Fortalecimiento de la identidad cultural de la comunidad			P	0,6	0,6	0,3	0,8	2,1	Irrelevante	
			Fortalecimiento de la imagen de la reserva y la comunidad a nivel local y regional.			P	0,5	0,6	0,3	0,8	1,7	Irrelevante	
	Económico	Ecoturismo	Mayores oportunidades para la obtención de recursos públicos.			P	0,6	0,5	0,2	0,5	1,2	Irrelevante	
			Ingresos económicos para la manutención de la reserva			P	0,7	1,0	0,6	0,7	4,2	Moderado	
		Ingresos económicos adicionales en las familias de la comunidad			P	0,7	1,0	0,6	0,7	4,2	Moderado		

Fuente: elaboración propia

Anexo D. Encuesta de valoración económica ambiental

Esta encuesta tiene como objetivo realizar una aproximación a la valoración económica ambiental que tienen los bienes y servicios ambientales de la Reserva Forestal Protectora "Verdeyaco, El Oxígeno" en la Bota Caucana, para la comunidad de la vereda Verdeyaco	
<p>Categoría 1 aspectos Generales</p> <p>1. Sexo: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Femenino</p> <p>2. Edad: <input type="checkbox"/> Entre 18 y 25 <input type="checkbox"/> Entre 26 a 32 <input type="checkbox"/> Entre 33 y 46 <input type="checkbox"/> Entre 47 y 56 <input type="checkbox"/> Mayor de 56</p> <p>3. Nivel de educación (culminada): <input type="checkbox"/> Primaria <input type="checkbox"/> Bachillerato <input type="checkbox"/> Pregrado <input type="checkbox"/> Posgrado <input type="checkbox"/> Otro</p> <p>4. Ingreso familiar mensual: <input type="checkbox"/> Entre \$200.000 y \$700.000 <input type="checkbox"/> Entre \$700.000 y \$1.200.000 <input type="checkbox"/> Entre \$1.200.000 y \$1.700.000 <input type="checkbox"/> Entre \$1.700.000 y \$2.200.000 <input type="checkbox"/> Entre \$2.200.000 y \$3.000.000 <input type="checkbox"/> Mas de \$3000000</p> <p>5. Número de integrantes de la unidad familiar: <input type="checkbox"/> Entre 1 y 3 <input type="checkbox"/> Entre 4 y 5 <input type="checkbox"/> Entre 6 y 7 <input type="checkbox"/> Mas de 7</p>	<p>Categoría 3 Disponibilidad a pagar por los servicios ambientales de la reserva</p> <p>8. ¿En caso de que exista la posibilidad de presentarse un cambio negativo que afecte la dinámica natural de la reserva y los servicios ambientales que esta presta, estaría usted dispuesto a contribuir económicamente para mitigarlo o evitarlo, con un aporte mensual de?</p> <p><input type="checkbox"/> \$0 <input type="checkbox"/> \$10.000 <input type="checkbox"/> \$20.000 <input type="checkbox"/> \$30.000 <input type="checkbox"/> \$40.000 <input type="checkbox"/> \$ Más de \$40.000</p>
<p>Categoría 2 apreciación de los servicios ambientales de la reserva</p> <p>6. ¿Participa activamente en la implementación de actividades de mejoramiento para la reserva? <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> Nunca</p> <p>7. ¿Considera que tiene responsabilidad económica para conservar la reserva? <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Casi siempre <input type="checkbox"/> Nunca</p>	<p>Categoría 4 La disposición a aceptar</p> <p>9. ¿En caso de presentarse una intervención negativa por proyectos, obras o actividades sobre la reserva, que afecte la dinámica de los componentes y servicios ambientales que esta presta a la comunidad; usted estaría dispuesto a recibir una compensación mensual de?:</p> <p><input type="checkbox"/> \$ 0 <input type="checkbox"/> \$ 50.000 <input type="checkbox"/> \$ 100.000 <input type="checkbox"/> \$ 200.000 <input type="checkbox"/> \$ 300.000 <input type="checkbox"/> Más de \$300.000</p>

Fuente: elaboración propia

Anexo E. Registro fotográfico

Momento	Descripción	Foto
Socialización proyecto a la comunidad	Para el desarrollo del proyecto macro y de grado se realizó una reunión con los líderes sociales que hacen parte de la junta de la reserva forestal protectora "Verdeyaco el Oxígeno".	 <p>Fuente: proyecto ColombiaBio ID-4526</p>
Equipo de trabajo	Inicio de las actividades de colecta en campo con el equipo investigación del proyecto financiador y comunidad (ID-4526: UniCauca/Uniautónoma del Cauca).	 <p>Fuente: proyecto ColombiaBio ID-4526</p>
Actividades de campo	Colecta de estafilínidos	 <p>Fuente: proyecto ColombiaBio ID-4526</p>
Actividades de laboratorio	Identificación material entomológico	 <p>Fuente: proyecto ColombiaBio ID-4526</p>
Participación en evento académico	Ponencia de póster en evento académico SOCOLEN 2018	 <p>Fuente: Proyecto ColombiaBio ID-4526</p>

Fuente: Proyecto ColombiaBio ID-4526 UniCauca/Uniautónoma