

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

**Evaluación de la fragmentación del bosque asociado a sistemas productivos
pecuarios como estrategia para la conservación de la biodiversidad del paisaje rural de San**

José del Guaviare

Jair Vargas

Director

Dr. Leonardo Álvarez Ríos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Maestría de Desarrollo Rural

2025

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Dedicatoria

A Dios, por ser la fuente de fuerza y sabiduría que ha iluminado cada paso de este camino.

A mi madre, Edilma Vargas, ejemplo de amor, entrega y fortaleza, cuyo apoyo incondicional ha sido mi mayor impulso para no rendirme.

A mi familia, por su compañía, paciencia y palabras de aliento en los momentos más difíciles.

A mis docentes y mentores, por compartir sus conocimientos y motivarme a comprender el valor profundo de nuestra biodiversidad y la urgencia de protegerla.

A las comunidades rurales de San José del Guaviare, indígenas guadianeses del bosque, por enseñarme que la producción y la conservación pueden coexistir.

Y a mí mismo, por cada traspaso, por cada momento de cansancio vencido con disciplina, y por no renunciar al sueño de aportar, desde este esfuerzo, un pequeño grano de esperanza para la conservación de nuestro paisaje y su biodiversidad.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Agradecimientos

A Dios, por ser el refugio en cada tormenta, la voz serena que me impulsó a seguir y la luz que guio mis pasos cuando el cansancio y la incertidumbre quisieron detenerme.

A mi madre, Edilma Vargas, cuyo amor infinito y fuerza inquebrantable han sido mi raíz y mi impulso. Ella me enseñó que los sueños se construyen con sacrificio, disciplina y fe, que incluso en las noches más largas siempre amanece.

A mi corazón hermoso y mis campeones, por su paciencia ante mis ausencias, por sus palabras que levantaron mi ánimo y por acompañarme en silencio en los días de tranocho. Cada página de este trabajo lleva su apoyo invisible, pero inmensamente poderoso.

A la UNAD, a mi director de tesis doctor Leonardo Álvarez Ríos y tutores, por sembrar en mí la pasión por aprender y por guiarme con exigencia y respeto, mostrándome que la investigación no es solo conocimiento, sino también responsabilidad con la vida y con el territorio.

A las comunidades rurales de San José del Guaviare, por abrirme las puertas de su mundo y compartir la sabiduría que brota de la convivencia diaria con los bosques. Ustedes son la prueba de que la conservación no es una teoría, sino una práctica viva.

Este trabajo no es solo mío, es el reflejo de un camino recorrido junto a todos ustedes, y la prueba de que cuando la voluntad se une al compromiso, incluso el sueño más lejano puede hacerse realidad.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Resumen

El municipio de San José del Guaviare, ubicado en la región amazónica de Colombia, alberga una biodiversidad y paisajes excepcionales. Sin embargo, se encuentra bajo una serie de presiones antropogénicas, como la fragmentación del bosque derivada de la expansión agrícola y la construcción de infraestructuras. Esta situación no solo resulta en la pérdida directa de áreas boscosas, sino que también tiene un impacto negativo en la salud y resiliencia de los ecosistemas locales, comprometiendo la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales.

La necesidad de abordar esta problemática es de vital importancia para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades locales. Sin embargo, la falta de datos científicos precisos dificulta la identificación de acciones efectivas para hacer frente a esta situación. Por lo tanto, se llevó a cabo investigaciones multidisciplinarias que permitieron comprender y cuantificar de manera precisa el impacto de la fragmentación del bosque en la región de San José del Guaviare. Estas investigaciones fueron cruciales para obtener un conocimiento más profundo de la situación, y también proporcionaron la base necesaria para guiar decisiones informadas en cuanto a la conservación y el manejo sostenible del paisaje rural en la región.

Palabras clave: Fragmentación Forestal, ganadería extensiva, potrerización, sistemas silvopastoriles, índices de vegetación.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Abstract

The municipality of San José del Guaviare, located in the Amazon region of Colombia, is home to exceptional biodiversity and landscapes. However, it is under a series of anthropogenic pressures, such as forest fragmentation resulting from agricultural expansion and infrastructure construction. This situation not only results in the direct loss of forested areas but also negatively impacts the health and resilience of local ecosystems, compromising the provision of critical ecosystem services.

The need to address this issue is vitally important for biodiversity conservation and the well-being of local communities. However, the lack of accurate scientific data makes it difficult to identify effective actions to address this situation. Therefore, it is imperative to conduct multidisciplinary research to accurately understand and quantify the impact of forest fragmentation in the San José del Guaviare region. These investigations will not only be crucial for gaining a deeper understanding of the situation, but will also provide the necessary basis for guiding informed decisions regarding the conservation and sustainable management of the region's rural landscape.

Keywords: Forest fragmentation, extensive livestock farming, pastureland, silvopastoral systems, vegetation indices.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**Tabla de Contenido**

Introducción	14
Justificación	17
Hipótesis General	19
Hipótesis Específicas.....	19
Objetivos.....	21
Objetivo General	21
Objetivos Específicos	21
Marco Referencial.....	22
Marco Contextual.....	22
Marco Teórico-Conceptual.....	23
Fragmentación del Bosque y sus Implicaciones Ecológicas y Socioeconómicas	23
Teoría de la Fragmentación del Paisaje	25
Servicios Ecosistémicos	27
Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sostenible.....	30
Pérdida de Biodiversidad.	30
Alteración de los Servicios Ecosistémicos.	30
Aumento de la Vulnerabilidad Ambiental.....	31
Marco Metodológico.....	32

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Enfoque	32
Tipo de Investigación	32
Diseño de la Investigación	32
Diseño del Estudio.....	32
Métodos de Recopilación de Datos.....	32
Métodos de Análisis de Datos	33
Consideraciones Éticas.....	33
Limitaciones del Estudio.....	34
Plan de Trabajo.....	34
Método	36
Participantes	37
Tipo de Muestreo.....	37
Análisis espectral y Métricas de Fragmentación.....	38
Preprocesamiento.....	38
Clasificación Supervisada.....	39
Cálculo de Métricas de Fragmentación	39
Validación de campo.....	39
Criterios de inclusión	40
Entrevistas semiestructuradas.....	40
Sesiones de Escuela de Campo.....	40

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Criterios de Exclusión	40
Entrevistas Semi Estructurada	40
Resultados	42
Análisis predio Elizabeth Valencia	57
Análisis predio Luis Salamanca	59
Análisis predio Alejandro Sánchez	61
Análisis predio Elkin Patarroyo	63
Análisis predio Jaime Zambrano	65
Interés y Disposición de la Comunidad	70
Resultados Tangibles de la Apropiación	70
Desarrollo de Iniciativas Locales	70
Identificación Participativa de Áreas críticas	71
Cambio en la Percepción y Disposición al Cambio	71
Materiales de Aprendizaje como Facilitadores de la Apropiación	71
Colaboración Interinstitucional	71
Conclusiones	81
Propuestas de Gestión y Lineamientos Estratégicos para la Conservación	83
Promoción de Sistemas Silvopastoriles Integrado	83
Establecimiento de Corredores Ecológicos Comunitarios	84
Implementar esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA)	84

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Fortalecer la Educación Ambiental rural y las Escuelas de Campo	84
Monitoreo Continuo Mediante Tecnologías de Observación	85
Referencias Bibliográficas	86
Apéndices.....	94

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**Lista de Tablas**

Tabla 1 <i>Actividades Planteadas para la Recolección de la Información</i>	34
Tabla 2 <i>Información Demográfica</i>	42
Tabla 3 <i>Sección 1: Caracterización de la Destinación Pecuaria</i>	45
Tabla 4 <i>Sección 2: Cuantificación del Impacto en la Vegetación Nativa (OE2)</i>	49
Tabla 5 <i>Especies de Árboles en las Últimas Décadas</i>	52
Tabla 6 <i>Tipos de Aves en las Últimas Décadas</i>	53
Tabla 7 <i>Sección 3: Estrategias de Apropiación Social del Conocimiento</i>	67

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Distribución por Edad</i>	43
Figura 2 <i>Distribución por Género</i>	43
Figura 3 <i>Distribución por Nivel de Educación</i>	44
Figura 4 <i>Uso Principal del Suelo</i>	46
Figura 5 <i>Porcentaje de Superficie Dedicada a la Actividad Pecuaria</i>	46
Figura 6 <i>Técnicas de Gestión del Suelo</i>	47
Figura 7 <i>Tipo de Vegetación Nativa</i>	47
Figura 8 <i>Impacto Negativo de la Actividad Pecuaria en el Bosque</i>	48
Figura 9 <i>Posibilidades de Combinar Actividad Pecuaria</i>	48
Figura 10 <i>Cambio en la Vegetación Nativa</i>	51
Figura 11 <i>Cambio en la Biodiversidad</i>	52
Figura 12 <i>Principal causa de intervención</i>	53
Figura 13 <i>Impacto de la Fragmentación</i>	54
Figura 14 <i>Métodos de Monitoreo</i>	54
Figura 15 <i>Disposición al Uso de Drones</i>	55
Figura 16 <i>Utilidad de Drones</i>	55
Figura 17 <i>Predio Elizabeth Valencia</i>	57
Figura 18 <i>Predio Luis Salamanca</i>	59
Figura 19 <i>Finca Alejandro Sánchez</i>	61
Figura 20 <i>Finca Elkin Patarroyo</i>	63
Figura 21 <i>Predio Jaime Zambrano</i>	65
Figura 22 <i>Interés Escuelas de Campo</i>	68

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 23 <i>Capacitaciones Previas Sobre Conservación</i>	68
Figura 24 <i>Importancia del Aprendizaje en Prácticas Pecuarias</i>	69
Figura 25 <i>Preferencia para Recibir Información</i>	70
Figura 26 <i>Mesas de Trabajo en San José del Guaviare</i>	72
Figura 27 <i>Escuelas de Campo San José del Guaviare</i>	73
Figura 28 <i>Escuelas de Campo Septiembre y Octubre 2024 San José del Guaviare</i>	74
Figura 29 <i>Demostración de Método, ¿Para Qué?</i>	75
Figura 30 <i>Herramientas para el Fortalecimiento de Conocimientos a Comunidad Local</i>	76

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**Lista de Apéndices**

Apéndice A <i>Encuesta Elizabeth Valencia</i>	94
Apéndice B <i>Encuesta Elkin Patarroyo</i>	96
Apéndice C <i>Encuesta Alejandro Sánchez</i>	98
Apéndice D <i>Encuesta Jaime Zambrano</i>	99
Apéndice E <i>Encuesta Luis Salamanca</i>	101

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Introducción

El municipio de San José del Guaviare, ubicado al pie de la Amazonía colombiana, es una región de gran riqueza ecológica y cultural. Este territorio abarca paisajes de bosque tropical, sabanas naturales, ríos y una variedad de ecosistemas que sustentan una alta biodiversidad. Sin embargo, esta riqueza natural se ve seriamente amenazada por el avance de la agricultura, en particular la ganadería extensiva. Esta situación ha provocado procesos acelerados de deforestación y fragmentación forestal.

La fragmentación forestal, definida como la división progresiva de áreas continuas en fragmentos más pequeños y aislados, se ha convertido en un fenómeno crítico. Esta fragmentación, causada principalmente por actividades humanas no planificadas y la ganadería, provoca alteraciones en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas. Entre sus impactos más significativos se encuentran la pérdida de hábitat para especies nativas, la alteración de corredores biológicos, la erosión del suelo y la reducción de servicios ecosistémicos como la regulación climática y el ciclo hidrológico (Fahrig, 2003; Haddad et al., 2015).

En San José del Guaviare, la ganadería representa la principal actividad económica para muchas familias rurales. Sin embargo, los modelos de producción predominantes son extensivos, carentes de pastoreo rotacional y prácticas de conservación del suelo. Según datos recientes, más del 75% de la tierra en algunas fincas se dedica a la ganadería, y casi el 60% de las propiedades utilizan pastoreo no rotacional. Esto acelera la degradación forestal y contribuye a la fragmentación del paisaje (FAO, 2021; IDEAM, 2022).

La pérdida progresiva de la cobertura forestal también debilita los servicios ecosistémicos que sustentan a las comunidades locales. Los bosques amazónicos capturan carbono, protegen las cuencas hidrográficas y regulan el microclima. Su deterioro afecta la productividad agrícola, la

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

disponibilidad de agua, la presencia de polinizadores y la salud general del ecosistema (MEA, 2005; Díaz et al., 2015).

Ante esta situación, urge evaluar los impactos de la fragmentación forestal asociada a los sistemas ganaderos en la región. En este sentido, el objetivo principal de este estudio es analizar la fragmentación forestal asociada a estos sistemas como una posible solución para la conservación de la biodiversidad en San José del Guaviare. Para ello, se definieron tres ejes de análisis:

Caracterizar el uso ganadero en áreas fragmentadas de propiedades seleccionadas.

Cuantificar el impacto sobre la vegetación nativa mediante imágenes espectrales obtenidas con drones.

Implementar estrategias de apropiación social del conocimiento a través de escuelas de campo para fortalecer las capacidades locales de conservación.

El enfoque metodológico integra herramientas tecnológicas con procesos participativos.

Las imágenes multiespectrales ayudaron a identificar áreas críticas y a medir la pérdida de conectividad, mientras que las actividades de capacitación proporcionaron a los productores rurales conocimientos técnicos para tomar decisiones más sostenibles (McGarigal y Marks, 1995; Kremen et al., 2007).

Los resultados muestran que la fragmentación ha reducido significativamente la diversidad y la funcionalidad de los ecosistemas en áreas cercanas al pastoreo intensivo. Sin embargo, también se han observado prácticas ganaderas más sostenibles, como el pastoreo rotativo, que ayudan a mitigar la degradación, promover la regeneración vegetal y preservar la biodiversidad.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Por lo tanto, esta investigación destaca no solo los efectos negativos de la fragmentación forestal, sino también las vías hacia un modelo de producción más compatible con la conservación. La combinación de prácticas ganaderas responsables, la protección de los fragmentos forestales y la participación comunitaria puede transformar el paisaje en un sistema más resiliente y equilibrado (Arroyo-Rodríguez et al., 2020; FAO, 2021).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Justificación

San José del Guaviare representa un punto clave en la agenda ambiental y territorial de Colombia. Los ecosistemas de esta región amazónica se encuentran bajo una presión significativa debido a actividades humanas como la expansión agrícola, la ganadería extensiva y el desarrollo de infraestructura. Entre los problemas más preocupantes se encuentra la fragmentación forestal, que compromete la sostenibilidad del paisaje rural y el equilibrio ecológico del territorio.

Esta transformación territorial está impulsada por dinámicas sociales, económicas y culturales que favorecen el cambio de uso del suelo. La pérdida acelerada de cobertura forestal ha alterado la estructura del paisaje y reducido la conectividad ecológica, afectando la movilidad y reproducción de diversas especies. La alteración de los corredores biológicos, esenciales para el mantenimiento de poblaciones viables, conlleva la pérdida de funcionalidad ecológica y promueve el aislamiento genético.

Los ecosistemas fragmentados también son más vulnerables a la erosión, la pérdida de fertilidad del suelo y la reducción de la infiltración de agua. Esto aumenta los riesgos asociados a eventos extremos y reduce la productividad agrícola, afectando directamente los medios de vida de las comunidades rurales.

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), aproximadamente el 20 % del territorio municipal ha sido transformado por prácticas agrícolas y ganaderas. En muchos casos, estas actividades se realizan sin criterios de sostenibilidad, lo que agrava los impactos ambientales negativos. La ganadería extensiva, en particular, requiere grandes extensiones de tierra y sustituye la vegetación natural por pastizales con una biodiversidad limitada.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Además, la fragmentación forestal debilita servicios ecosistémicos esenciales como la regulación hídrica, el secuestro de carbono y la polinización, lo que afecta la seguridad alimentaria y los medios de vida de las comunidades locales. Para muchas familias, los recursos forestales son esenciales para la agricultura, la pesca, la recolección de productos no maderables y las prácticas culturales tradicionales. En consecuencia, la degradación ambiental también se está convirtiendo en un problema social.

En este contexto, existe una necesidad urgente de información precisa, actualizada y contextualizada sobre la fragmentación del paisaje. Solo una comprensión profunda del problema permitirá diseñar estrategias integrales que concilien el uso de los recursos naturales con la conservación de la biodiversidad.

Este estudio tiene como objetivo evaluar el impacto de la fragmentación forestal en los sistemas ganaderos del municipio de San José del Guaviare. Para ello, se utilizó una metodología mixta que combina análisis espacial mediante imágenes espectrales, entrevistas con actores locales y actividades participativas como escuelas de campo. Estas acciones permitieron un diagnóstico sólido e involucraron activamente a la comunidad en la búsqueda de soluciones.

Además, estos resultados contribuyeron a fortalecer la apropiación social del conocimiento y a generar estrategias replicables en otras regiones amazónicas. Comprender la fragmentación desde una perspectiva holística ayudó a identificar oportunidades para transformar los sistemas de producción hacia modelos más sostenibles, especialmente en el contexto de la crisis climática y la pérdida de biodiversidad.

Con base en lo anterior, surge la siguiente pregunta problema:

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

¿Cómo evaluar la fragmentación del bosque asociado a sistemas productivos pecuarios como estrategia para la conservación de la biodiversidad del paisaje rural de San José del Guaviare?

Hipótesis General

La fragmentación del bosque asociada a los sistemas ganaderos en San José del Guaviare tiene un impacto negativo en la conservación de la biodiversidad del paisaje rural debido al cambio de uso del suelo, la disminución de la vegetación nativa y la baja apropiación comunitaria de las estrategias de conservación basadas en el análisis de imágenes espectrales.

Hipótesis Específicas

H1: El uso de áreas forestales fragmentadas en fincas de San José del Guaviare para la ganadería está directamente relacionado con una mayor transformación del uso del suelo, lo que contribuye a la pérdida de cobertura forestal y hábitat natural.

Variable independiente: Uso de áreas fragmentadas para la ganadería.

Variable dependiente: Transformación del uso del suelo y pérdida de cobertura forestal.

H2: La fragmentación forestal en fincas rurales del municipio tiene un impacto cuantificable en la vegetación nativa, observable mediante el análisis de imágenes espectrales captadas por drones.

Variable independiente: Fragmentación forestal.

Variable dependiente: Estado de la vegetación nativa (densidad, cobertura, diversidad), según el análisis espectral.

H3: La implementación de escuelas de campo como estrategia para la apropiación social del conocimiento mejora la comprensión de la comunidad sobre el uso de imágenes espectrales y

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

promueve el desarrollo de iniciativas locales orientadas a la conservación forestal en las fincas analizadas.

Variable independiente: Implementación de escuelas de campo.

Variable dependiente: Adquisición de conocimientos y desarrollo de estrategias comunitarias de conservación.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la fragmentación del bosque asociado a sistemas productivos pecuarios como estrategia para la conservación de la biodiversidad del paisaje rural de San José del Guaviare

Objetivos Específicos

Caracterizar la destinación pecuaria que tienen los espacios de fragmentación del bosque en las fincas seleccionadas de San José del Guaviare.

Cuantificar el impacto en la vegetación nativa por causa de la fragmentación del bosque en 5 fincas de la zona rural de San José del Guaviare por medio de imágenes espectrales tomadas con el uso de tecnología (Drones).

Implementar estrategias de apropiación social del conocimiento - Escuelas de campo, con la comunidad de la región rural de San José del Guaviare para reconocimiento de imágenes espectrales y posibles estrategias en la conservación de bosques en los predios analizados.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Marco Referencial

La fragmentación del bosque en paisajes rurales tropicales como San José del Guaviare es un fenómeno complejo que involucra múltiples aspectos ambientales, sociales y económicos. Para comprender este proceso y sus implicaciones, es necesario recurrir a diferentes conceptos y teorías que ayuden a contextualizar y analizar la problemática en cuestión.

Marco Contextual

El municipio de San José del Guaviare abarca una superficie aproximada de 16.178 km² (≈1.660.000 ha), ubicado al noroeste del departamento del Guaviare, en la Amazonía colombiana (Ayuntamiento de San José del Guaviare, 2024). Actualmente, 603.969 ha, o el 41,35 % de su superficie rural, cuentan con información territorial actualizada gracias al catastro multipropósito implementado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), tras más de cuatro décadas sin actualizaciones catastrales (IGAC, 2024).

A nivel departamental, en 2024, Guaviare registró una pérdida estimada de cobertura forestal de 16.908 ha, según el monitoreo oficial del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2024). Este gráfico ilustra las presiones sobre el sistema forestal regional, aunque aún no se dispone de datos desagregados por municipio para cuantificar con precisión el bosque devastado por el pastoreo en San José del Guaviare.

En cuanto a la superficie dedicada a la ganadería, los informes disponibles no ofrecen cifras recientes desagregadas a nivel municipal. Sin embargo, estudios nacionales indican que la ganadería extensiva sigue siendo una de las principales causas directas de la deforestación y la fragmentación del paisaje amazónico (FAO, 2022; IDEAM, 2024). Esta tendencia resalta la importancia de promover prácticas silvopastoriles y estrategias de restauración ecológica orientadas a la sostenibilidad productiva y la conservación de la cobertura forestal en la región.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Marco Teórico-Conceptual

Fragmentación del Bosque y sus Implicaciones Ecológicas y Socioeconómicas

La fragmentación forestal es un proceso ecológico que implica la división y reducción progresiva del hábitat forestal en áreas cada vez más pequeñas, aisladas y desconectadas. Esta fragmentación altera la continuidad estructural y funcional de los ecosistemas forestales, lo que conlleva profundas consecuencias ecológicas a nivel local y regional. Generalmente, la fragmentación transforma grandes extensiones de bosque continuo en unidades aisladas rodeadas de matrices no forestales, como tierras agrícolas, infraestructura o áreas urbanas (Fahrig, 2003).

Las principales causas de este proceso están vinculadas a las actividades humanas, como la expansión agrícola, la ganadería extensiva, la extracción de recursos, la construcción de carreteras y el crecimiento urbano. Estas intervenciones no solo reducen la superficie forestal, sino que también exponen los bordes forestales, reducen la conectividad ecológica y alteran los procesos fundamentales de los ecosistemas (Haddad et al., 2015). En regiones como la Amazonía colombiana, donde se ubica San José del Guaviare, la deforestación asociada a la expansión agrícola ha sido una causa importante de fragmentación en las últimas décadas (Clerici et al., 2020).

Desde una perspectiva ecológica, los efectos de la fragmentación son múltiples y graves. La pérdida de hábitat es uno de los más inmediatos, afectando la disponibilidad de alimento, refugio y sitios de reproducción. Las especies que requieren grandes territorios o tienen baja capacidad de dispersión, como los jaguares, los primates y las aves forestales, son particularmente vulnerables porque los fragmentos restantes no permiten poblaciones viables. Esta situación genera aislamiento genético, promueve la endogamia y aumenta el riesgo de extinción local (Laurance et al., 2011).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Otro impacto crítico es la alteración de los corredores biológicos. La pérdida de conectividad limita el movimiento de especies, la dispersión de semillas y la migración ante los cambios ambientales, lo que compromete la resiliencia de las poblaciones al cambio climático y a las presiones antropogénicas (Crooks y Sanjayan, 2006). En zonas como San José del Guaviare, esta situación es particularmente preocupante debido a la alta biodiversidad y la creciente presión sobre los ecosistemas.

La fragmentación también compromete la provisión de servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación climática, el ciclo hidrológico, el secuestro de carbono, la polinización y el control de plagas. La reducción de la cobertura forestal y el aumento de los efectos de borde alteran las condiciones microclimáticas (temperatura, humedad, composición del suelo), facilitando la invasión de especies exóticas y la degradación del hábitat (Harper et al., 2005; Arroyo-Rodríguez et al., 2020).

Físicamente, la fragmentación aumenta la vulnerabilidad del suelo a la erosión y la degradación. La sustitución de bosques por pastizales degradados reduce la cobertura vegetal protectora, afectando la fertilidad, la retención de agua y la materia orgánica del suelo, impactando negativamente la producción agrícola y ganadera, particularmente en suelos amazónicos frágiles como los de San José del Guaviare (Laurance et al., 2014).

Desde una perspectiva socioambiental, las implicaciones también son profundas. Las comunidades rurales que viven en zonas boscosas dependen directamente de estos ecosistemas para su alimentación, salud, cultura y medios de vida. La pérdida de integridad ecológica compromete la pesca, la caza de subsistencia, la recolección de productos forestales no maderables y la agricultura tradicional, afectando la seguridad alimentaria y el bienestar (Mertens et al., 2002).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Dada esta situación, urge implementar estrategias que integren la conservación del paisaje con el desarrollo sostenible. La evaluación de la fragmentación mediante herramientas de teledetección, como imágenes satelitales y drones, permite identificar patrones, medir la conectividad y monitorear los cambios en la cobertura forestal (Turner, 2005), lo cual es esencial para diseñar intervenciones efectivas.

Además, es necesaria la participación activa de las comunidades en la gestión territorial, reconociendo que la restauración ecológica y la revalorización forestal tienen objetivos no solo ambientales, sino también sociales y culturales. La integración de estos enfoques nos permitirá avanzar hacia modelos más sostenibles y resilientes ante las presiones climáticas y antropogénicas.

Teoría de la Fragmentación del Paisaje

La teoría de la fragmentación del paisaje es un enfoque conceptual fundamental en la ecología del paisaje. Nos ayuda a comprender cómo los cambios en la configuración espacial de los hábitats afectan la estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas. Esta teoría surgió como respuesta a la creciente transformación de las áreas terrestres por las actividades humanas y se centra en los efectos de la pérdida de hábitat y su fragmentación en fragmentos aislados sobre la biodiversidad y los procesos ecológicos.

Según Fahrig (2003), uno de los expertos más reconocidos en el estudio de la fragmentación, este fenómeno tiene dos componentes principales: la pérdida de hábitat y la degradación del hábitat remanente. La pérdida de hábitat reduce el área total disponible para las especies, mientras que la degradación o división de este hábitat en fragmentos más pequeños reduce la conectividad entre parches, limita los movimientos de los organismos y altera las

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

condiciones ecológicas dentro de los fragmentos. Esta combinación aumenta el riesgo de extinción de las especies sensibles a las perturbaciones.

La teoría argumenta que la fragmentación del paisaje conlleva una serie de efectos ecológicos negativos, como la reducción del tamaño efectivo de las poblaciones, el aislamiento genético, el aumento de la mortalidad debido a los efectos de borde y una mayor vulnerabilidad a las invasiones biológicas (Saunders, Hobbs y Margules, 1991). Además, la fragmentación afecta la distribución espacial de las especies, ya que muchas no pueden cruzar la matriz que las separa, especialmente si es hostil, como tierras agrícolas o áreas urbanizadas, lo que limita su dispersión y colonización.

En este sentido, la conectividad ecológica se convierte en un elemento clave de la teoría. Se refiere a la capacidad del paisaje para facilitar o dificultar el movimiento de organismos entre fragmentos de hábitat. La pérdida de conectividad puede tener graves consecuencias para la dinámica metapoblacional, es decir, el equilibrio entre la extinción local de especies en un fragmento y su recolonización a partir de otros fragmentos cercanos (Hanski, 1998). En paisajes altamente fragmentados, este equilibrio se altera, lo que lleva a la desaparición gradual de especies a escala regional.

Una de las contribuciones importantes de esta teoría es que permite distinguir la fragmentación per se de la simple pérdida de hábitat. Fahrig (2017) argumenta que, en ciertos contextos, la configuración espacial de los hábitats fragmentados (su forma, tamaño, proximidad y disposición) puede tener mayores efectos que la superficie total del hábitat restante. Por lo tanto, no basta con conservar grandes áreas protegidas; también es necesario mantener la conectividad entre ellas mediante corredores biológicos o paisajes en mosaico que permitan flujos ecológicos.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En el caso de regiones como San José del Guaviare, donde los sistemas ganaderos han provocado una intensa fragmentación de los ecosistemas forestales, la teoría de la fragmentación del paisaje se convierte en una herramienta esencial para comprender los procesos ecológicos y diseñar estrategias de conservación. Mediante la aplicación de este enfoque, es posible analizar cómo la disposición espacial de los fragmentos afecta la vida silvestre, la regeneración natural de la vegetación y la prestación de servicios ecosistémicos esenciales a las comunidades rurales.

Además, esta teoría se apoya en herramientas tecnológicas de análisis espacial, como los sistemas de información geográfica (SIG), las imágenes satelitales y los drones, que permiten evaluar la configuración del paisaje, cuantificar la fragmentación y modelar la conectividad funcional del territorio (McGarigal y Marks, 1995). Estas metodologías son esenciales para generar conocimiento técnico y científico que sirva de base para la toma de decisiones en la planificación del uso del territorio, la restauración ecológica y la gestión sostenible del territorio.

Esto demuestra que, la teoría de la fragmentación del paisaje no solo ayuda a comprender los efectos ecológicos de la pérdida de hábitat, sino que también proporciona un marco para diseñar intervenciones que promuevan la resiliencia territorial. En contextos rurales como San José del Guaviare, su aplicación es esencial para orientar la planificación ambiental del territorio, la restauración ecológica participativa y el desarrollo de capacidades comunitarias en la conservación forestal.

Servicios Ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que los seres humanos obtienen de los ecosistemas y que son esenciales para el bienestar, el desarrollo sostenible y la supervivencia de las poblaciones humanas y otras especies. Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), estos servicios se clasifican en cuatro categorías: de

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

aprovisionamiento, de regulación, culturales y de apoyo. Cada una de estas categorías se ve afectada, en diferente medida, por los procesos de transformación del paisaje, siendo la fragmentación forestal uno de los principales impulsores del deterioro en zonas rurales como San José del Guaviare.

En primer lugar, los servicios de aprovisionamiento incluyen recursos materiales como agua dulce, alimentos, madera, combustible y productos medicinales. En zonas como San José del Guaviare, donde muchas comunidades rurales dependen directamente del entorno natural para obtener estos recursos, la fragmentación forestal compromete su disponibilidad. Por ejemplo, a medida que disminuye la cobertura vegetal, disminuye la capacidad de almacenamiento de agua del suelo y la vegetación, lo que afecta negativamente las fuentes de agua y, en consecuencia, la disponibilidad de agua potable y de riego (Rodríguez et al., 2006). Además, la pérdida de biodiversidad limita la recolección de frutos silvestres, plantas medicinales y otros productos no maderables que contribuyen a la seguridad alimentaria y cultural de estas comunidades.

En cuanto a los servicios de regulación, la fragmentación afecta procesos ecológicos esenciales como la regulación climática, la purificación del aire y el agua, el control de enfermedades y la protección contra desastres naturales. La reducción y desconexión de parches de bosque disminuye la capacidad del ecosistema para capturar carbono, regular la temperatura local y mantener los flujos de agua, lo que agrava fenómenos como el estrés hídrico, la erosión del suelo y las alteraciones microclimáticas (Aronson et al., 2007). En la Amazonía colombiana, por ejemplo, estudios han demostrado que la pérdida de cobertura forestal contribuye a la disminución de la humedad atmosférica y altera los patrones de precipitación, afectando los cultivos y los medios de vida (Clerici et al., 2020).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Los servicios culturales incluyen los valores estéticos, espirituales, recreativos y educativos que los ecosistemas brindan a las comunidades. En San José del Guaviare, la relación cultural con el bosque es profunda y ancestral. Las comunidades indígenas y campesinas utilizan el bosque no solo como medio de subsistencia, sino que también lo consideran un espacio sagrado de conocimiento e identidad. La fragmentación de estos ecosistemas amenaza esta conexión cultural, debilita las prácticas tradicionales y limita las oportunidades para el ecoturismo comunitario o la educación ambiental, que podrían diversificar la economía rural sin degradar el medio ambiente (MEA, 2005; Díaz et al., 2015).

Finalmente, los servicios de apoyo se refieren a los procesos ecológicos que posibilitan otros servicios, como la formación del suelo, el ciclo de nutrientes y la polinización. Estos servicios son invisibles a corto plazo, pero esenciales para la estabilidad a largo plazo de los ecosistemas. La fragmentación forestal reduce la capacidad de los suelos para la regeneración natural, altera los ciclos ecológicos y afecta gravemente la polinización de los cultivos, ya que muchas especies de polinizadores pierden su hábitat o rutas de migración entre fragmentos (Kremen et al., 2007).

Por lo tanto, la fragmentación forestal en el paisaje rural de San José del Guaviare representa no solo una amenaza para la biodiversidad, sino también para el capital natural que sustenta la economía, la cultura y el bienestar de las comunidades locales. Este deterioro progresivo de los servicios ecosistémicos requiere una respuesta urgente mediante políticas de restauración ecológica, conservación participativa y planificación territorial sostenible, reconociendo el valor integral del bosque más allá de su uso productivo inmediato.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sostenible

La conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible son objetivos clave en la gestión de paisajes fragmentados como San José del Guaviare. La conservación de la biodiversidad busca proteger la variedad de formas de vida en la Tierra y los procesos ecológicos que sostienen la vida, mientras que el desarrollo sostenible busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, teniendo en cuenta aspectos económicos, sociales y ambientales (CBD, 2020).

Existen numerosos estudios previos que han examinado los impactos de la fragmentación del bosque en paisajes rurales tropicales, proporcionando resultados significativos que pueden ser extrapolados al caso específico de San José del Guaviare. Algunos de estos estudios han encontrado los siguientes impactos:

Pérdida de Biodiversidad.

Investigaciones realizadas por Haddad et al. (2015) y Laurance & Arrea (2020) han demostrado que la fragmentación del bosque conduce a una pérdida significativa de biodiversidad, especialmente de especies sensibles a los cambios en el hábitat. La reducción del tamaño y la conectividad de los fragmentos de bosque disminuyen la capacidad de las especies para moverse entre hábitats, lo que resulta en una disminución de la diversidad de especies y la extinción local.

Alteración de los Servicios Ecosistémicos.

Estudios como el de Millennium Ecosystem Assessment (2005) han documentado que la fragmentación del bosque afecta la provisión de servicios ecosistémicos clave, como la regulación del clima, la purificación del agua y la polinización. La reducción de la cobertura boscosa y la interrupción de los corredores biológicos disminuyen la capacidad de los

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

ecosistemas para proporcionar estos servicios, lo que puede tener consecuencias negativas para la salud humana y el bienestar.

Aumento de la Vulnerabilidad Ambiental.

Investigaciones han mostrado que la fragmentación del bosque aumenta la vulnerabilidad de los paisajes rurales a la erosión del suelo, la pérdida de fertilidad y la degradación general del medio ambiente. La fragmentación puede alterar los procesos hidrológicos, aumentando el riesgo de inundaciones y sequías, y reducir la resiliencia de los ecosistemas frente a eventos extremos como incendios forestales o tormentas (Laurance & Arrea, 2020).

En cuanto a los indicadores de fragmentación del bosque y formas de medir su impacto, algunos de los más comúnmente utilizados incluyen:

Tamaño y forma de los parches de bosque remanente.

Distancia entre parches de bosque.

Conectividad del paisaje, medida mediante índices como el Índice de Conectividad de Riqueza Específica (SCBI, por sus siglas en inglés).

Diversidad de especies y composición de la comunidad en fragmentos de bosque.

Pérdida de hábitat y extensión de áreas degradadas.

Estos indicadores proporcionan una base sólida para evaluar el grado de fragmentación del bosque y sus efectos en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en San José del Guaviare, incluso en ausencia de datos de campo directos.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Marco Metodológico

Enfoque

El enfoque cualitativo fue fundamental para explorar en profundidad los diferentes aspectos relacionados con la fragmentación forestal en el paisaje rural de San José del Guaviare. Se utilizó para comprender las percepciones y experiencias de los diferentes actores involucrados en esta problemática, buscando obtener una comprensión holística y contextualizada de la situación, como lo sugieren Saavedra & Castro (2007).

Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo descriptiva y se centró en la descripción y análisis de las características y fenómenos asociados a la fragmentación forestal en la zona rural de San José del Guaviare. Este enfoque identificó patrones y relaciones entre las variables de interés, proporcionando así una base sólida para comprender el problema y formular propuestas de solución, como lo propone Zafra (2006).

Diseño de la Investigación

Diseño del Estudio

Se realizó un estudio de campo utilizando un enfoque cualitativo y descriptivo para abordar los objetivos específicos de la investigación sobre la fragmentación forestal en el paisaje rural de San José del Guaviare.

Métodos de Recopilación de Datos

Entrevistas semiestructuradas: Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los propietarios de explotaciones agrícolas seleccionadas para el objetivo OE1, con el fin de caracterizar el destino de la ganadería en zonas de fragmentación forestal.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Toma de imágenes espectrales con drones: Se utilizaron drones equipados con cámaras espectrales para capturar imágenes de la vegetación de fincas seleccionadas, como parte del objetivo OE2, permitiendo el impacto sobre la vegetación nativa debido a la fragmentación del bosque.

Sesiones de escuela de campo: Se organizaron sesiones de escuela de campo con la comunidad local para discutir el reconocimiento de imágenes espectrales y posibles estrategias de conservación forestal, de acuerdo con el OE3.

Métodos de Análisis de Datos

Análisis de contenido: Se transcribieron y analizaron las entrevistas semiestructuradas mediante análisis de contenido para identificar patrones y temas relacionados con el destino del ganado en espacios de fragmentación forestal.

Procesamiento de imágenes espectrales: Las imágenes obtenidas con drones se procesaron mediante software especializado para medir el impacto en la vegetación nativa, como cambios en el índice de vegetación.

Análisis de datos cualitativos: Se realizó un análisis cualitativo de las discusiones y comentarios obtenidos durante las sesiones de la escuela de campo para identificar posibles estrategias de conservación forestal basadas en el entendimiento de la comunidad.

Consideraciones Éticas

Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes antes de realizar entrevistas y sesiones de escuela de campo. Se garantizó la confidencialidad y confidencialidad de los datos recabados durante todo el proceso de investigación.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Limitaciones del Estudio

Se reconocieron las posibles limitaciones en cuanto al acceso a las fincas y la disponibilidad de los participantes para entrevistas y capacitación práctica. Además, la disponibilidad de recursos tecnológicos y financieros puede influir en la implementación de ciertos aspectos del estudio.

Es importante destacar que el estudio utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, basado en la accesibilidad y disposición de los participantes. Si bien esta estrategia es común y práctica en investigaciones realizadas en comunidades rurales, puede limitar la representatividad de los resultados, ya que podrían no ser aplicables a otras fincas o regiones fuera del grupo directamente involucrado. Por lo tanto, los hallazgos deben interpretarse en este contexto.

Plan de Trabajo

El estudio se llevó a cabo en varias etapas, incluida la preparación y selección de las fincas, la recopilación de datos mediante entrevistas e imágenes, el procesamiento y análisis de datos y la organización de sesiones de escuela de campo con la comunidad. Se establecieron plazos y actividades específicas para cada etapa del estudio.

Este modelo de investigación garantizó un enfoque riguroso y adecuado para cumplir con los objetivos específicos de la investigación sobre la fragmentación forestal en el paisaje rural de San José del Guaviare, proporcionando datos valiosos para la conservación de la biodiversidad en la región.

Tabla 1

Actividades planteadas para la recolección de la información

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Objetivos Específicos	Metodología	Actividades específicas por desarrollar	Resultados esperados
Caracterizar la destinación pecuaria que tienen los espacios de fragmentación del bosque en las fincas seleccionadas de San José del Guaviare.	Realizar encuestas a los dueños de fincas seleccionadas sobre las prácticas de producción pecuaria y el cuidado de los bosques de San José del Guaviare	Diseño de instrumentos de recolección de datos, matrices Caracterización de prácticas pecuarias asociadas a fragmentos, mediante la aplicación de entrevistas Integración de resultados	Elaboración de informe, gráficos, tabulaciones Formatos de encuestas elaborados
Cuantificar el impacto en la vegetación nativa por causa de la fragmentación del bosque en 5 fincas de la zona rural de San José del Guaviare por medio de imágenes tomadas con el uso de nuevas tecnologías	Identificar y seleccionar 5 fincas representativas en la zona rural de San José del Guaviare que presenten diferentes niveles de fragmentación del bosque. Realizar los vuelos de los drones sobre las fincas. Capturar imágenes en días sin nebulosidad para asegurar la calidad de los datos.	Procesamiento de las imágenes tomadas en software especializados Análisis de la fragmentación del bosque y cuantificación de impactos Uso del Software ArcGIS pro para el procesamiento e identificación de información. Interpretación de la información para la toma de decisiones informadas.	Organización y Preprocesamiento de Imágenes. Generación de Mapas Temáticos e Informes Visuales. Capacitación y Presentación de Resultados a la Comunidad y Decisores.
Implementar estrategias de apropiación social del conocimiento - Escuelas de campo, con la comunidad de la región rural de San José del Guaviare para reconocimiento de imágenes y estrategias para	*Diagnóstico participativo inicial *Desarrollar un programa de capacitación en formato de escuela de campo *Establecimiento de parcelas demostrativas y monitoreo	* Diseño de los instrumentos para la aplicación de las escuelas de campo *Diseño de los diagnósticos rurales participativos *Elaboración de protocolo aplicado a buenas prácticas agroambientales Diseño e implementación de escuelas de campo.	*Evidencias del desarrollo de las escuelas de campo, fotografías, videos, listado de participación *Implementación de acciones de mejora por debilidades encontradas

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Objetivos Específicos	Metodología	Actividades específicas por desarrollar	Resultados esperados
la conservación de bosques en los predios analizados	comunitario e inventarios de flora	Diseño del formato para el inventario de flora.	

Nota. Cuadro descriptivo de las actividades plateadas para el desarrollo del trabajo de investigación.

Método

Para cada objetivo específico se aplicaron métodos específicos, adaptados al enfoque cualitativo y al tipo de investigación descriptiva:

OE1: Caracterizar el destino ganadero de los espacios de fragmentación forestal en las fincas seleccionadas de San José del Guaviare.

Proceso: Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los propietarios de las fincas seleccionadas para comprender cómo utilizan los espacios forestales fragmentados para actividades ganaderas.

Justificación: Este método proporcionó información detallada sobre las prácticas ganaderas y su relación con la fragmentación del bosque.

OE2: Medir el impacto en la vegetación nativa por fragmentación del bosque en 5 fincas de la zona rural de San José del Guaviare a través de imágenes tomadas mediante tecnología (drones).

Proceso: Se utilizaron drones equipados con cámaras espectrales para obtener imágenes de la vegetación en fincas seleccionadas. Se realizó un análisis de las imágenes para evaluar el impacto sobre la vegetación nativa.

Justificación: Este método evaluó directamente el impacto de la fragmentación del bosque en la vegetación nativa, utilizando tecnología de punta.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

OE3: Implementar estrategias de apropiación social del conocimiento - Escuelas de campo con la comunidad de la región rural de San José del Guaviare para el reconocimiento de imágenes espectrales y posibles estrategias de conservación forestal en los predios analizados.

Proceso: Se organizaron sesiones de escuela de campo con la comunidad local para familiarizarlos con el reconocimiento de imágenes espectrales y discutir posibles estrategias de conservación forestal basadas en los resultados.

Justificación: Este método fomentó la participación de la comunidad en la identificación de estrategias de conservación basadas en evidencia científica.

Participantes

Los participantes en este estudio incluirán:

Propietarios de las fincas: fueron participantes clave en entrevistas semiestructuradas para caracterizar el destino del ganado en zonas de fragmentación forestal.

Comunidad local: participaron en sesiones de escuela de campo para discutir el reconocimiento de imágenes espectrales y posibles estrategias de conservación forestal.

Tipo de Muestreo

Se utilizó un muestreo no probabilístico, específicamente un muestreo por conveniencia, para seleccionar a los participantes para este estudio. Se seleccionaron propietarios de granjas y miembros de la comunidad local dispuestos y disponibles para participar en entrevistas y sesiones de escuela de campo.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Análisis espectral y Métricas de Fragmentación

Se procesaron imágenes espectrales capturadas con un dron DJI Phantom 4 para analizar el grado de fragmentación forestal en fincas seleccionadas. El procesamiento se realizó en QGIS 3.30 y RStudio 4.2, utilizando el software ráster, SF y Landscapemetrics.

El proceso metodológico incluyó los siguientes pasos:

Preprocesamiento

Se aplicaron correcciones radiométricas y atmosféricas a las ortofotografías, seguidas de una ortorrectificación mediante puntos de control terrestre (GCP). Se generó un mosaico georreferenciado con una resolución espacial de 10 cm/píxel.

Cálculo del índice de vegetación

Se calcularon los principales índices espectrales para distinguir los tipos de cobertura forestal:

NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada): Evalúa el vigor de las plantas mediante la relación $(NIR - Rojo) / (NIR + Rojo)$.

SAVI (Índice de Vegetación Ajustado al Suelo): Corrige la influencia del suelo desnudo, con $L = 0,5$.

Índice de Diferencia Normalizada de Agua (NDWI): Identifica humedales o cuerpos de agua.

Índice de Quema Normalizada (NBR): Detecta áreas degradadas o con pérdida de biomasa.

Los valores de cada índice se categorizaron en rangos (0-0,2 = suelo/pastizal; 0,2-0,4 = vegetación secundaria; >0,4 = bosque denso).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Clasificación Supervisada

Se utilizó el algoritmo Random Forest con 120 muestras de entrenamiento (40 por clase: bosque, vegetación secundaria, pastizal). La precisión general del modelo fue del 87 %, con un índice kappa de 0,82, calculado mediante una matriz de confusión validada con 60 puntos de campo georreferenciados.

Cálculo de Métricas de Fragmentación

Una vez generada la capa binaria bosque/no bosque, se estimaron las siguientes métricas utilizando el software Landscapemetrics R:

Densidad de Patrón (PD): Número de parches por 100 ha.

Área Promedio de Parche (APA): Tamaño promedio del parche (ha). Índice de Parche Mayor (IPM): Porcentaje del área ocupada por el parche mayor.

Densidad de Bordes (DBL): Longitud total de los bordes por unidad de área (m²/ha).

Distancia al Vecino Más Próximo (NND): Distancia promedio al parche más cercano, un indicador de conectividad.

Los resultados mostraron mayores densidades de parches y menor conectividad en las fincas ocupadas principalmente por ganado (>70% de pastos) que en aquellas con sistemas silvopastoriles mixtos.

Validación de campo

Se realizaron estudios en las cinco propiedades estudiadas para verificar las clases de cobertura vegetal mediante GPS de alta precisión y fotografías georreferenciadas. La comparación con la clasificación espectral permitió refinar los umbrales del NDVI y confirmar la precisión general del análisis.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Criterios de inclusión

Entrevistas semiestructuradas

Propietarios de fincas que tienen fragmentos de bosque en sus tierras.

Propietarios dispuestos a participar voluntariamente en las entrevistas.

Propietarios que puedan brindar información relevante sobre las prácticas de reproducción en sus fincas.

Sesiones de Escuela de Campo

Miembros de la comunidad local interesados en participar en las sesiones.

Miembros que puedan aportar su conocimiento y experiencia en conservación forestal y reconocimiento de imágenes espectrales.

Miembros que pueden comprometerse a participar activamente en debates y actividades durante las sesiones.

Criterios de Exclusión

Entrevistas Semi Estructurada

Propietarios de fincas que no tienen fragmentos de bosque en sus tierras.

Propietarios que no deseen participar voluntariamente en las entrevistas.

Propietarios que no pueden proporcionar información relevante sobre las prácticas de reproducción en su finca.

Sesiones de Escuela de Campo

Miembros de la comunidad local que no estén interesados en asistir a las sesiones.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Miembros que no puedan aportar sus conocimientos y experiencia en conservación de bosques y reconocimiento de imágenes espectrales.

Miembros que no pueden comprometerse a participar activamente en debates y actividades durante las sesiones.

Estos criterios aseguraron la selección de participantes apropiados, contribuyendo significativamente al estudio y a los objetivos específicos de la investigación.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante la aplicación de instrumentos diseñados para el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos planteados. De acuerdo con la metodología establecida, se elaboró una encuesta con el propósito de recolectar la información base, cuyos datos se presentan a continuación junto a su respectivo análisis:

Caracterizar la destinación pecuaria que tienen los espacios de fragmentación del bosque en las fincas seleccionadas de San José del Guaviare.

Tabla 2

Información demográfica

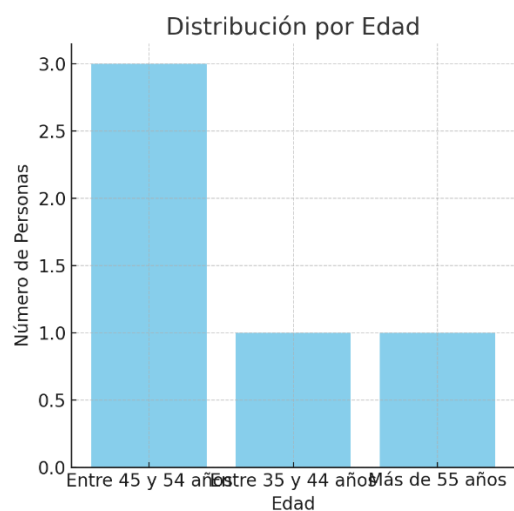
Nombre	Edad	Género	Años de experiencia en actividades pecuarias	Nivel de educación alcanzado	Nombre de la finca y región de ubicación (vereda)
Elizabeth Valencia	d) Entre 45 y 54 años	a) Femenino	d) Más de 20 años	B) Secundaria	El Recuerdo - Caño blanco
Alejandro Sánchez	c) Entre 35 y 44 años	b) Masculino	c) Entre 11 y 20 años	D) Universitaria	Esmeralda - Caño blanco J
Luis Salamanca	e) Más de 55 años	b) Masculino	d) Más de 20 años	B) Secundaria	Moravia - Caño blanco
Jaime Zambrano	d) Entre 45 y 54 años	b) Masculino	d) Más de 20 años	A) Primaria	La Esperanza - el Tigre
Elkin Patarroyo	d) Entre 45 y 54 años	b) Masculino	d) Más de 20 años	D) Universitaria	Agua Bonita - el Arbolado

Nota. En el anterior cuadro se describe información demográfica de los propietarios de los predios seleccionados para el trabajo investigativo.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 1

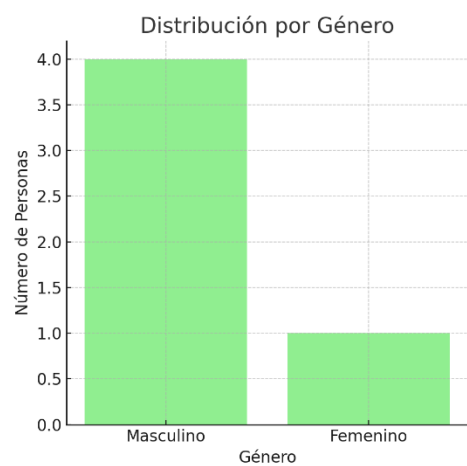
Distribución por Edad



Nota. Se logra evidenciar los rangos de edades de los productores que fueron seleccionados para el estudio,

Figura 2

Distribución por Género

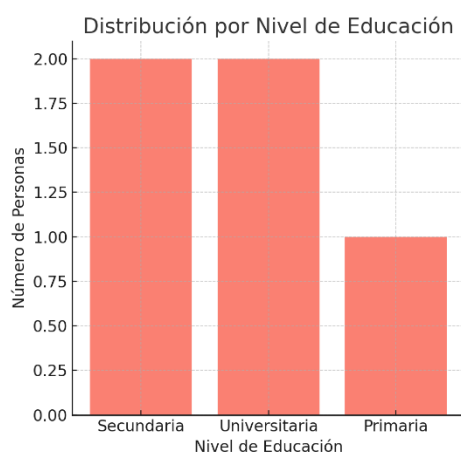


Nota. Representabilidad de los propietarios de los predios por género, primado el masculino, siendo característico de estos lugares.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 3

Distribución por Nivel de Educación



Nota. Se logra evidenciar el grado académico de cada dueño de las finca que se seleccionaron para la investigación.

Se puede evidenciar que, del total de encuestados había un 80% hombres y un 20% mujeres, cuyos rangos de edad estaban entre 45 y 54 años en un 60%, entre 35 y 44 años 20% y más de 55 años un 20%, sin embargo, en cuanto a la experiencia en actividades pecuarias el 80% tenían más de 20 años de experiencia, mientras que el 20% contaba con experiencia entre 11 y 20 años, lo que demuestra que la población analizada, cuenta con el conocimiento y experticia necesaria para brindar calidad en la información recolectada. Así mismo, se pudo conocer la ubicación y nombres de las fincas de cada uno de los encuestados, facilitando así la ubicación geográfica del estudio realizado.

La encuesta se dividió en 3 secciones, cuyos hallazgos se presentan a continuación:

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Tabla 3

Sección 1: Caracterización de la Destinación Pecuaria

Nombre	Uso principal del suelo en la finca	% del área destinada a la actividad pecuaria	Técnicas de gestión del suelo	Tipo de vegetación nativa	Impacto negativo de la actividad pecuaria en el bosque	Posibilidad de combinar actividad pecuaria y conservación
Elizabeth Valencia	c) Agricultura diversificada (café, cacao, etc.)	b) Entre el 25% y el 50%	a) Pastoreo rotacional	b) Arbustos y matorrales	a) Sí, en gran medida	b) Sí, pero requiere ajustes
Alejandro Sánchez	a) Producción de ganado de carne	c) Entre el 50% y 75%	b) Pastoreo extensivo sin rotación	b) Arbustos y matorrales	a) Sí, en gran medida	a) Sí, totalmente compatible
Luis Salamanca	b) Producción de ganado de leche	d) Más del 75%	b) Pastoreo extensivo sin rotación	b) Arbustos y matorrales	a) Sí, en gran medida	a) Sí, totalmente compatible
Jaime Zambrano	b) Producción de ganado de leche	d) Más del 75%	b) Pastoreo extensivo sin rotación	a) Bosque secundario	b) Sí, de manera moderada	b) Sí, pero requiere ajustes
Elkin Patarroyo	d) Otros usos Reforestación	b) Entre el 25% y el 50%	a) Pastoreo rotacional	a) Bosque secundario	a) Sí, en gran medida	a) Sí, totalmente compatible

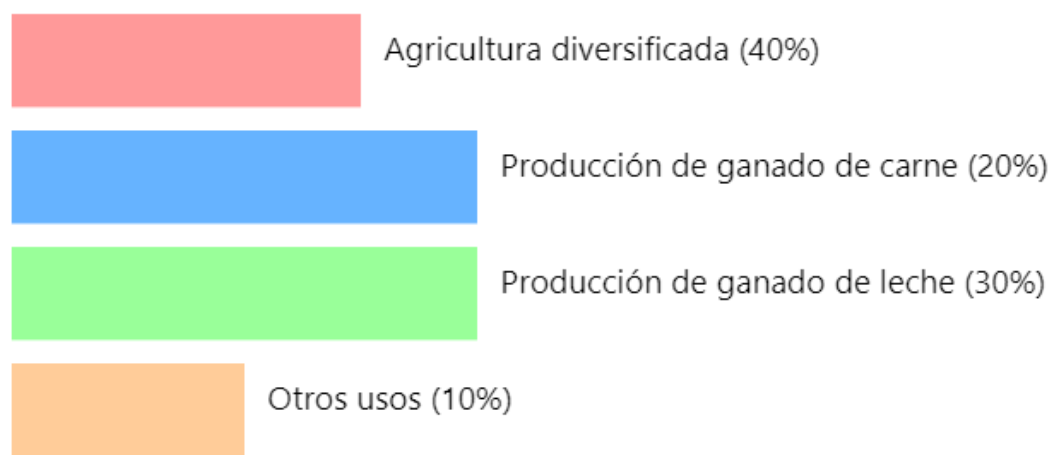
Nota. En la anterior tabla se observa cual es uso principal de cada uno de los predios

seleccionados, así como el tipo de pastoreo, la vegetación existente y otros datos de interés.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 4

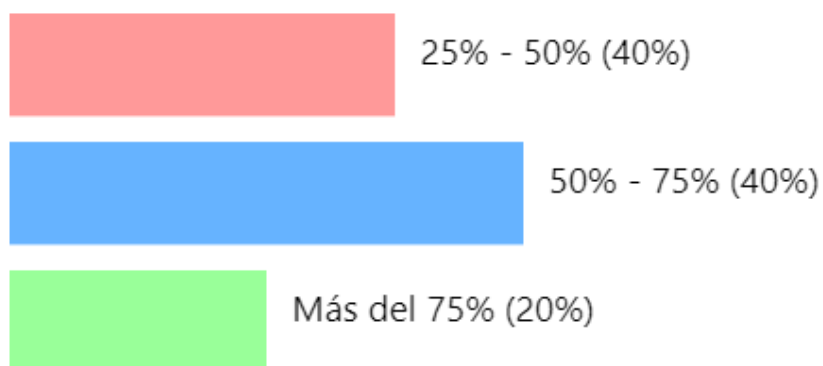
Uso Principal del Suelo



Nota. En cuanto al uso principal del suelo, la mayoría de los participantes utilizan sus tierras principalmente para la producción de ganado vacuno y lechero, aunque también se observan otras prácticas agrícolas diversificadas y algunos usos adicionales. Esto sugiere una orientación productiva diversa, pero con una fuerte concentración en la ganadería.

Figura 5

Porcentaje de Superficie Dedicada a la Actividad Pecuaria



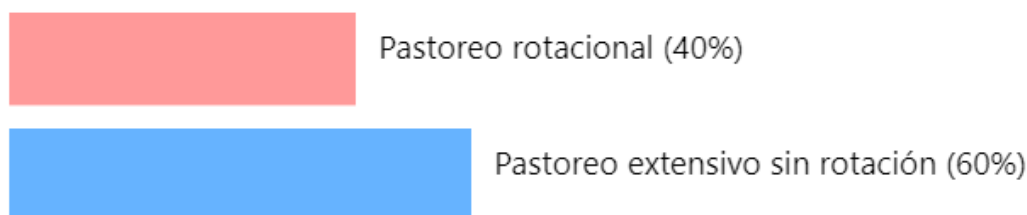
Nota. Respecto del porcentaje de superficie dedicada a la actividad pecuaria, dos de los participantes dedican más del 75% de su tierra a la actividad ganadera, mientras que otros dos

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

dedican entre el 25% y el 50%. Esto refleja una importante apuesta por la ganadería en términos de uso del suelo, lo que podría implicar una mayor presión sobre los ecosistemas naturales.

Figura 6

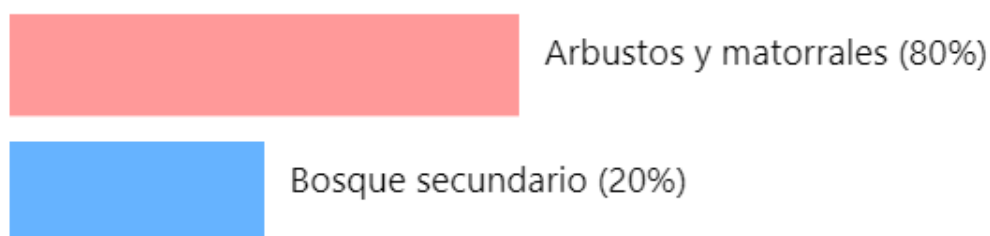
Técnicas de Gestión del Suelo



Nota. En las técnicas de gestión del suelo, la mayoría (60%) de los propietarios utilizan pastoreo extensivo no rotacional, mientras que el 40% implementan el pastoreo rotativo. El uso extensivo no rotacional puede afectar la salud del suelo y aumentar la degradación, lo que destaca la necesidad de promover prácticas más sostenibles, como el pastoreo rotativo.

Figura 7

Tipo de Vegetación Nativa

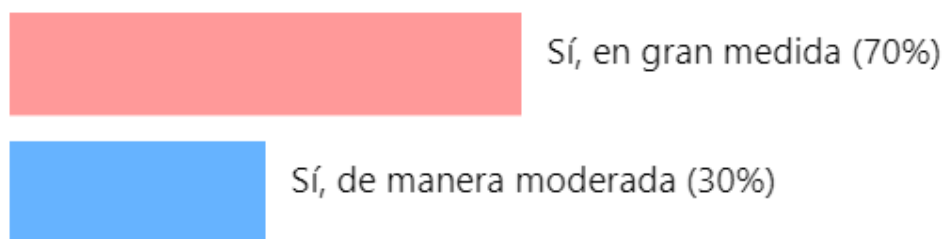


Nota. Sobre el tipo de vegetación nativa en áreas de fragmentación, las fincas están dominadas principalmente por arbustos y matorrales, aunque algunos propietarios conservan bosque secundario. Este patrón muestra una degradación de la vegetación nativa, con bosques maduros siendo reemplazados por vegetación de menor tamaño y diversidad.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 8

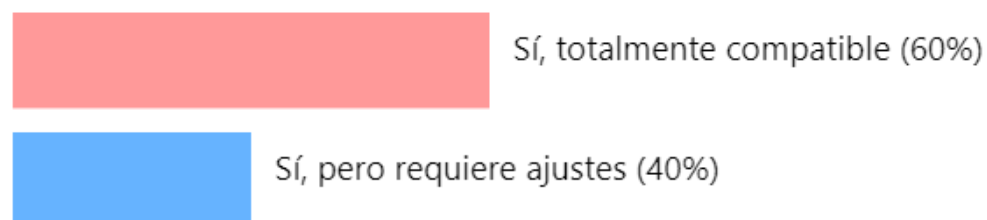
Impacto Negativo de la Actividad Pecuaria en el Bosque



Nota. El impacto negativo de la actividad pecuaria en el bosque muestra que 80% de los participantes consideran que la ganadería tiene un impacto muy negativo en el bosque y uno lo percibe como moderado. Esto sugiere una conciencia de los efectos nocivos de la ganadería sobre el medio ambiente natural.

Figura 9

Posibilidades de Combinar Actividad Pecuaria



Nota. Respecto a la posibilidad de combinar actividad pecuaria y conservación, la mayoría de propietarios consideran posible combinar prácticas de cría y conservación, aunque algunos enfatizan que esto requiere ajustes. Este resultado es prometedor para la adopción de prácticas de conservación que mitiguen el impacto ambiental.

Los resultados obtenidos sugieren que, si bien la actividad ganadera predomina como principal uso del suelo entre los propietarios encuestados, existe una diversidad de prácticas productivas y enfoques de manejo que permiten vislumbrar posibles oportunidades de mayor durabilidad.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

El alto porcentaje de tierra dedicada a la producción ganadera, particularmente cuando la mayoría de los propietarios utilizan técnicas de pastoreo extensivo no rotacional, representa una presión significativa sobre los ecosistemas naturales y plantea un desafío en términos de conservación ambiental. El predominio de vegetación degradada, como arbustos y matorrales en lugar de bosque secundario o bosques maduros, muestra el impacto de estas prácticas en la biodiversidad y la salud del suelo. Sin embargo, el hecho de que un porcentaje de propietarios utilice el pastoreo rotativo y que la mayoría considere posible una coexistencia entre la cría de ganado y la conservación, son signos positivos que subrayan la apertura a prácticas de gestión más sostenibles.

Además, la fuerte percepción del impacto negativo de la ganadería sobre el bosque, reflejada en las opiniones del 80% de los participantes, muestra una creciente conciencia de los efectos medioambientales de la ganadería. Este reconocimiento, junto con la voluntad de considerar la combinación de ganadería y conservación, constituye un punto de partida favorable para promover estrategias de manejo integrado que reduzcan el impacto sobre los ecosistemas locales, preserven la vegetación nativa y contribuyan a la restauración ecológica del paisaje.

Esto deja entrever que, aunque la producción ganadera sigue siendo el enfoque principal, la receptividad a las prácticas de conservación y las percepciones de impacto sugieren un terreno fértil para la implementación de prácticas más sostenibles y la adopción de técnicas de gestión que promuevan la coexistencia de la producción y la conservación ambiental.

Cuantificar el impacto en la vegetación nativa por causa de la fragmentación del bosque en 5 fincas de la zona rural de San José del Guaviare por medio de imágenes tomadas con el uso de nuevas tecnologías.

Tabla 4

Sección 2: Cuantificación del Impacto en la Vegetación Nativa (OE2)

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Nombre	Elizabeth Valencia	Alejandro Sánchez	Luis Salamanca	Jaime Zambrano	Elkin Patarroyo
Cambio en la vegetación nativa en los últimos 5 años	a) Ha disminuido significativamente	a) Ha disminuido significativamente	b) Ha disminuido moderadamente	c) No ha disminuido	b) Ha disminuido moderadamente
Especies de árboles hace 20 años	Ceiba pentandra, Comino, Cedro Achapo, Cochicamo	Ceiba pentandra, Comino, Cedro Achapo, Cochicamo	Ceiba pentandra, Comino, Cedro Achapo, Cochicamo	Ceiba pentandra, Comino, Cedro Achapo, Cochicamo	Ceiba pentandra, Comino, Cedro Achapo, Cochicamo
Especies de árboles hace 10 años	Milpo, Macano, Igua, Cedro, Abarco de río	Milpo, Macano, Igua, Cedro, Abarco de río	Milpo, Macano, Igua, Cedro, Abarco de río	Milpo, Macano, Igua, Cedro, Abarco de río	Milpo, Macano, Igua, Cedro, Abarco de río
Especies de árboles actualmente	Nocuito, Laurel, Dormidero, Cedro, Guamo, Abarco de río, Palma Asaí, Palma de Moriche, Dormidero	Nocuito, Laurel, Dormidero, Cedro, Guamo, Abarco de río, Palma Asaí, Palma de Moriche, Dormidero	Nocuito, Laurel, Dormidero, Cedro, Guamo, Abarco de río, Palma Asaí, Palma de Moriche, Dormidero	Nocuito, Laurel, Dormidero, Cedro, Guamo, Abarco de río, Palma Asaí, Palma de Moriche, Dormidero	Nocuito, Laurel, Dormidero, Cedro, Guamo, Abarco de río, Palma Asaí, Palma de Moriche, Dormidero
Cambio en biodiversidad	a) Sí, una reducción notable	a) Sí, una reducción notable	a) Sí, una reducción notable	a) Sí, una reducción notable	a) Sí, una reducción notable
Principal causa de intervención del bosque	a) Expansión de pastizales	a) Expansión de pastizales	a) Expansión de pastizales	a) Expansión de pastizales	a) Expansión de pastizales
Afectación del suelo por fragmentación	a) Sí, afecta considerablemente	a) Sí, afecta considerablemente	a) Sí, afecta considerablemente	a) Sí, afecta considerablemente	a) Sí, afecta considerablemente

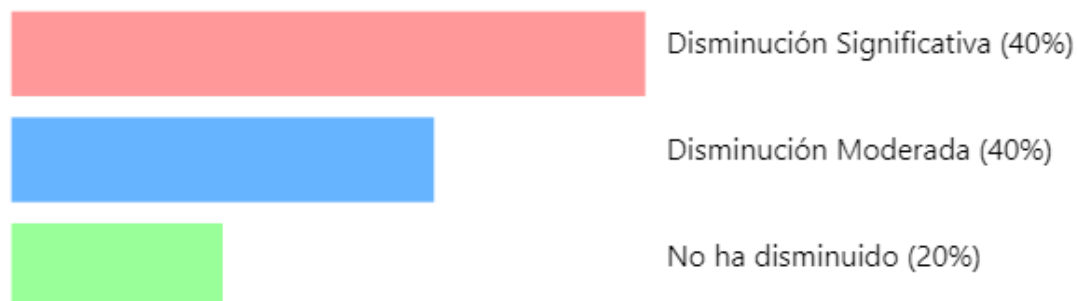
FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Nombre	Elizabeth Valencia	Alejandro Sánchez	Luis Salamanca	Jaime Zambrano	Elkin Patarroyo
Factores de fragmentación	a) Expansión de áreas de pastoreo	a) Expansión de áreas de pastoreo	a) Expansión de áreas de pastoreo	a) Expansión de áreas de pastoreo	a) Expansión de áreas de pastoreo
Método de monitoreo	a) Sí, con tecnología	a) Sí, con tecnología	a) Sí, con tecnología	c) No tengo método	a) Sí, con tecnología
Disposición al uso de drones	a) Sí, absolutamente	c) No estoy seguro	a) Sí, absolutamente		a) Sí, absolutamente
Utilidad de drones	a) Muy útil	a) Muy útil	a) Muy útil	a) Muy útil	a) Muy útil

Nota. Se logra tasar el impacto generado a la flora por el desarrollo de la actividad ganadera generando desplazamientos a la fauna silvestre.

Figura 10

Cambio en la Vegetación Nativa



Nota. Según entrevistas realizadas, se encontró que por la actividad ganadera existe una disminución de los bosques existentes en cada predio.

En cuanto a los cambios en la vegetación nativa durante los últimos cinco años, tres de los propietarios observaron una disminución significativa en la vegetación nativa y dos informaron una disminución moderada. Esto indica una tendencia general de pérdida de vegetación nativa en la zona, lo que podría estar vinculado al avance de la actividad ganadera.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Tabla 5

Especies de árboles en las últimas décadas

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente
Ceiba pentandra (<i>Bombax pentandrum</i> , L.)	Milpo (<i>Erisma uncinatum</i>)	Nocuito (<i>Vitex orinocensis Kunth</i>)
Comino (<i>Cuminum cyminum</i> L.)	Macano (<i>Diphysa americana</i>)	Laurel (<i>Laurus nobilis</i>)
Cedro Achapo (<i>Cedrelinga cateniformis</i>)	Inga (<i>Guamo</i>)	Dormidero (<i>Calliandra riparia</i>)
Cachicamo (<i>Dasypodidae</i>)	Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)
	Abarco de río (<i>Cariniana pyriformis</i> Miers)	Guamo (<i>Inga edulis</i>)
		Abarco de río (<i>Cariniana pyriformis</i> Miers)
		Palma Azai (<i>Euterpe oleracea</i>)
		Palma de Moriche (<i>Mauritia flexuosa</i>)

Nota. Según información por los propietarios con mas de 40 años en los predios, se aprecia que no se cuenta con maderas finas.

Teniendo en cuenta que las anteriores especies mencionadas, cabe aclarar que los participantes mencionaron las más representativas en cada uno de sus predios. Respecto a la presencia de especies de árboles en diferentes períodos, las respuestas revelan una disminución en la diversidad de especies de árboles a lo largo de los años, con especies importantes desapareciendo de las granjas. Esto muestra la pérdida de biodiversidad asociada a la fragmentación y al cambio de uso del suelo.

Figura 11

Cambio en la Biodiversidad



Nota. En encuestas aplicadas a productores se concluye que la perdida de la biodiversidad se ha alterado notablemente, destruyendo el habitat de la fauna silvestre y extinción de flora.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En la evolución de la biodiversidad de fauna y flora, todos los participantes notaron una notable reducción de la biodiversidad debido a la fragmentación de los bosques. Este resultado resalta la necesidad de implementar medidas de conservación para proteger la flora y fauna local.

Tabla 6

Tipos de aves en las últimas décadas

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente
Águila pescadora (<i>Pandion haliaetus</i>)	Martin pescador (<i>Alcedo atthis</i>)	Canario coronado (<i>Sicalis flaveola</i>)
Paujil negro (<i>Crax alector</i>)	Pavón guayanés (<i>Crax alector</i>)	Tangara turquesa (<i>Tangara mexicana</i>)
Gallito de roca (<i>Rupicola peruvianus</i>)	Pava amazónica (<i>Penelope jacquacu</i>)	Carpintero lineado (<i>Dryocopus lineatus</i>)
Loro orejiamarillo (<i>Ognorhynchus icterotis</i>)	Alcaraván (<i>Burhinus oedicephalus</i>)	Loros (<i>Psittacoidea</i>)
Canario coronado (<i>Sicalis flaveola</i>)	Garza tigre (<i>Tigrisoma mexicanum</i>)	Guardacaminos (<i>Nyctidromus albicollis</i>)
Alcón Guacaco (<i>Herpetotheres cachinnans</i>)	Aruco (<i>Anhima cornuta</i>)	Luis pico grueso (<i>Megarynchus pitangua</i>)
		Mirlos (<i>Turdus merula</i>)
		Carancho (<i>Caracara plancus</i>)

Nota. En cuanto a la presencia de diferentes tipos de aves a lo largo del tiempo, se produce una disminución de la presencia de aves endémicas y de especies importantes para el equilibrio del ecosistema, lo que refuerza la percepción de pérdida de biodiversidad.

Figura 12

Principal causa de intervención



Nota. Así mismo, se evidenció que la ampliación de las áreas de pastoreo es la causa más frecuente de intervención forestal, lo que es consistente con la presión de la actividad ganadera sobre los ecosistemas forestales.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 13

Impacto de la Fragmentación



Nota. En el impacto de la fragmentación en la calidad del suelo, todos los propietarios reconocen que la fragmentación de los bosques afecta significativamente la calidad del suelo en las áreas de pastoreo, lo que podría impactar negativamente la productividad a largo plazo.

Respecto de los factores que contribuyen a la fragmentación, la expansión de las áreas de pastoreo es el principal factor identificado por los propietarios de tierras, lo que refleja la correlación directa entre la ganadería y la fragmentación de los bosques.

Figura 14

Métodos de Monitoreo

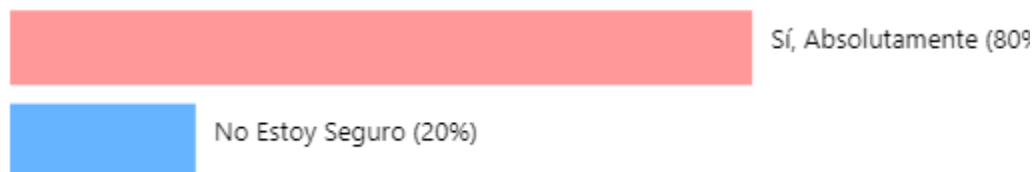


Nota. Sobre los métodos de monitoreo de la vegetación nativa, la mayoría de los propietarios utilizan tecnología, como drones e imágenes satelitales, para monitorear los cambios en la vegetación, aunque ninguno cuenta con un método de monitoreo. Esto sugiere un creciente interés en la tecnología para gestionar los recursos naturales.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 15

Disposición al Uso de Drones



Nota. En cuanto a la disposición a utilizar tecnología de drones, la mayoría de los encuestados estarían dispuestos a utilizar drones para monitorear la cubierta vegetal, lo que indica una voluntad de adoptar tecnología avanzada para la conservación y gestión de los recursos naturales.

Figura 16

Utilidad de Drones



Nota. La utilidad percibida de los drones para el monitoreo ambiental, evidenció que todos los encuestados consideraron que el uso de drones e imágenes espectrales era muy útil para monitorear las perturbaciones forestales, lo que refleja una alta apreciación de la tecnología para la gestión ambiental.

La información presentada sobre cambios en la vegetación nativa y la biodiversidad en la región, resalta una preocupante tendencia de pérdida de ecosistemas debido a la expansión de la actividad ganadera. Los propietarios de tierras observaron una disminución significativa y moderada de la vegetación nativa, así como una reducción en la diversidad de especies de árboles, lo que indica que la fragmentación y el cambio de uso de la tierra están comprometiendo la biodiversidad local. La notable disminución de la fauna y la flora, particularmente de las aves endémicas, pone de relieve la urgencia de implementar medidas de conservación.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Todo esto evidencia que la fragmentación de los bosques no sólo afecta la biodiversidad, sino que también impacta negativamente la calidad del suelo, lo que podría afectar la productividad agrícola en el largo plazo. La manipulación directa entre la expansión del pastoreo y la fragmentación de los bosques sugiere que la producción ganadera es un factor crítico que debe gestionarse para mitigar el impacto ambiental.

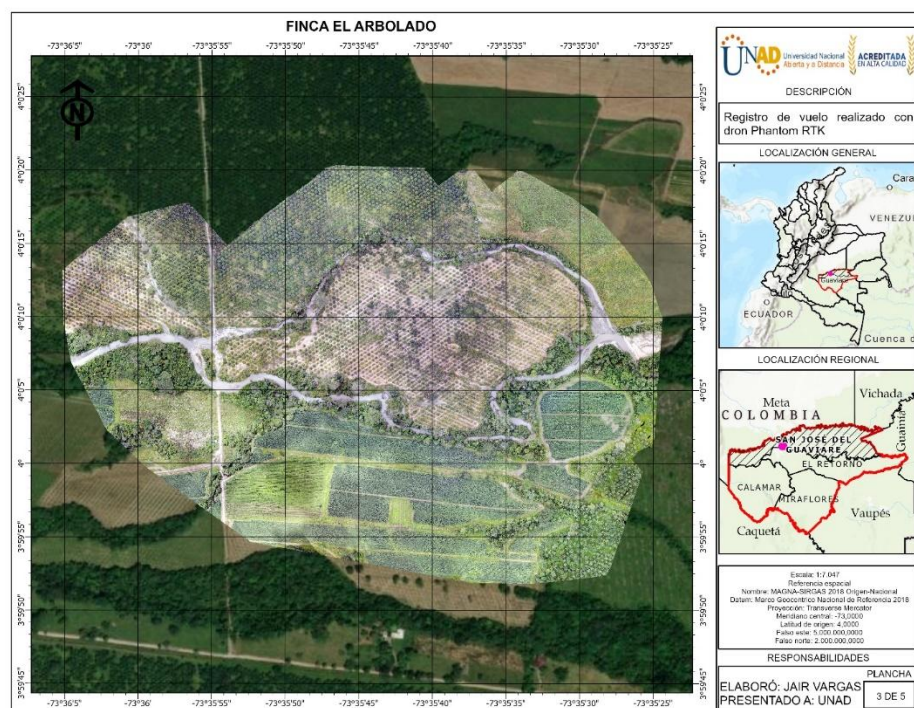
A pesar de los desafíos, los propietarios de tierras están mostrando un notable interés en adoptar tecnologías modernas, como drones e imágenes satelitales, para monitorear la vegetación nativa. Esto indica un deseo de buscar innovación tecnológica en el manejo de recursos naturales, lo que podría facilitar la conservación y mejorar la calidad del monitoreo ambiental. La alta calificación de estas herramientas sugiere que, si se implementan correctamente, podrían desempeñar un papel crucial en la gestión sostenible y la protección de los ecosistemas locales. En definitiva, es fundamental combinar el uso de tecnología con estrategias de conservación efectivas para revertir la tendencia de pérdida de biodiversidad y calidad ambiental en la región.

A continuación, se presentan orto imágenes captadas en la zona rural de San José del Guaviare, que permiten una visualización detallada de las características del paisaje y la cobertura vegetal de la región. Estas imágenes fueron obtenidas con el objetivo de analizar la fragmentación forestal en áreas asociadas a sistemas de producción ganadera. A través de estas representaciones espectrales es posible observar cambios en la vegetación nativa, evaluar su estado de conservación y proporcionar información relevante para desarrollar estrategias de manejo sustentable y conservación de la biodiversidad en el paisaje rural.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 17

Predio Elizabeth Valencia



Nota. Area vegetativa dedicada a pastizales para la producción de ganado de cría principalmente

Análisis predio Elizabeth Valencia

En la orto imagen se observa que aproximadamente el 70% de la vegetación del área analizada está dedicada a pastizales para el ganado bovino de cría, lo que implica una alta intervención de la cobertura vegetal original. Sin embargo, existen áreas de compensación ecológica, como una plantación de caucho natural y un sistema agroforestal mixto que incluye cacao, plátano, naranjos y abarco de río. Este sistema agroforestal aporta una función relevante como refugio para aves y otras especies de fauna, ofreciendo un espacio heterogéneo que incrementa la biodiversidad en un entorno dominado por pastizales. La presencia de estas especies arbóreas y frutales contribuye no solo a la provisión de hábitat, sino también a la

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

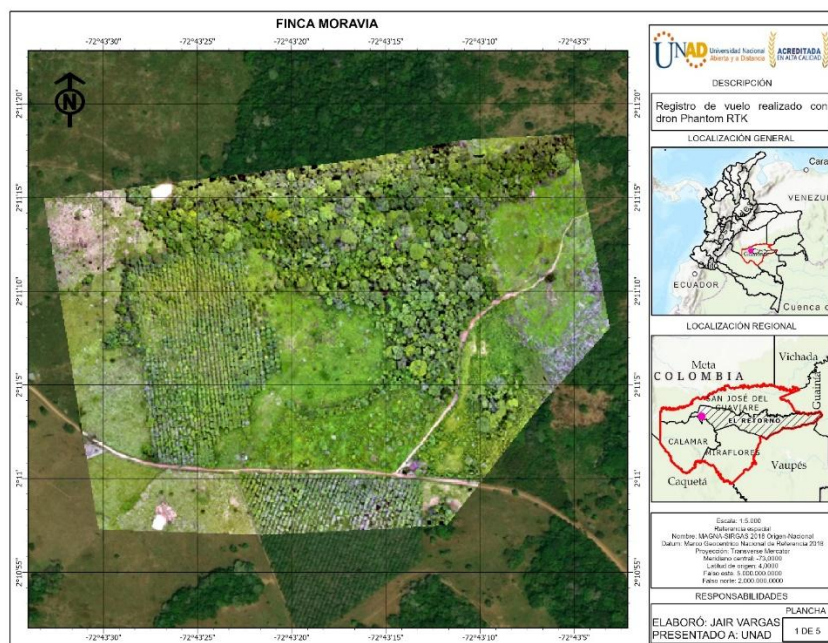
protección de los recursos naturales, actuando como barrera contra la erosión y ayudando a mitigar los efectos del cambio climático.

La orto imagen muestra que las zonas de protección, especialmente alrededor de las fuentes hídricas, se encuentran preservadas, lo cual es positivo para la conservación de la calidad del agua y el mantenimiento de la conectividad ecológica en el área. Sin embargo, se observa una compactación significativa del suelo en las áreas de pastizales, lo cual reduce su capacidad de infiltración y favorece la escorrentía, afectando la fertilidad y la salud del suelo a largo plazo. Aunado a esto, el sistema de manejo actual carece de un enfoque silvopastoril, es decir, no se dispone de árboles o arbustos dentro de los potreros para optimizar la rotación del ganado y mejorar la calidad del suelo y la sombra para el ganado. La implementación de prácticas silvopastoriles podría contribuir a reducir la compactación, mejorar la estructura del suelo y brindar servicios ecosistémicos adicionales, lo que beneficiaría tanto la productividad como la sostenibilidad del sistema ganadero en el largo plazo.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 18

Predio Luis Salamanca



Nota. Áreas dedicadas a pastizales que han reemplazado gran parte de la vegetación nativa del predio en mención.

Análisis predio Luis Salamanca

La orto imagen analizada revela un entorno altamente modificado por actividades ganaderas, específicamente para el pastoreo de ganado bovino lechero. La cobertura vegetal está constituida predominantemente por pastizales que han reemplazado gran parte de la vegetación nativa, en un proceso de expansión de potrerización que ha invadido incluso áreas originalmente designadas como zonas de protección. Este tipo de intervención ha fragmentado considerablemente el paisaje, eliminando grandes áreas de bosque y creando un mosaico de pequeñas áreas aisladas de vegetación nativa. Esta fragmentación tiene graves consecuencias ecológicas: la pérdida de continuidad en el bosque reduce la disponibilidad de hábitat y afecta directamente a la fauna local, que depende de refugios y corredores biológicos para moverse y

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

acceder a recursos vitales. La fragmentación no solo disminuye la diversidad de especies, sino que también facilita el ingreso de especies invasoras y reduce la resiliencia del ecosistema frente a afectaciones climatológicas.

Asimismo, se observan signos de deterioro en las fuentes hídricas, que se encuentran sin protección adecuada debido a la falta de vegetación ribereña. Esta situación expone los cuerpos de agua a la erosión y contaminación por sedimentos y nutrientes derivados del pastoreo, afectando su calidad y disponibilidad. El suelo muestra una notable compactación, producto del constante tránsito de ganado en áreas de pastoreo intensivo, lo cual reduce su capacidad de infiltración y la tasa de recarga de acuíferos. Esta compactación también disminuye la porosidad y dificulta el crecimiento de raíces, afectando la regeneración natural y la estabilidad del suelo, lo que acelera la degradación del terreno. Finalmente en este estudio se encontró que, la implementación de prácticas de manejo sostenibles, como el establecimiento de franjas forestales y sistemas silvopastoriles, sería esencial para mitigar la fragmentación, mejorar la estructura del suelo, y promover un equilibrio entre la producción pecuaria y la conservación de los ecosistemas.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

compactación y la deficiente regeneración natural de la cubierta vegetal. Asimismo, se observan corredores hidrográficos que carecen de suficiente protección riparia, lo que expone las fuentes de agua a la erosión y la sedimentación, afectando su calidad y disponibilidad para los ecosistemas y las comunidades locales.

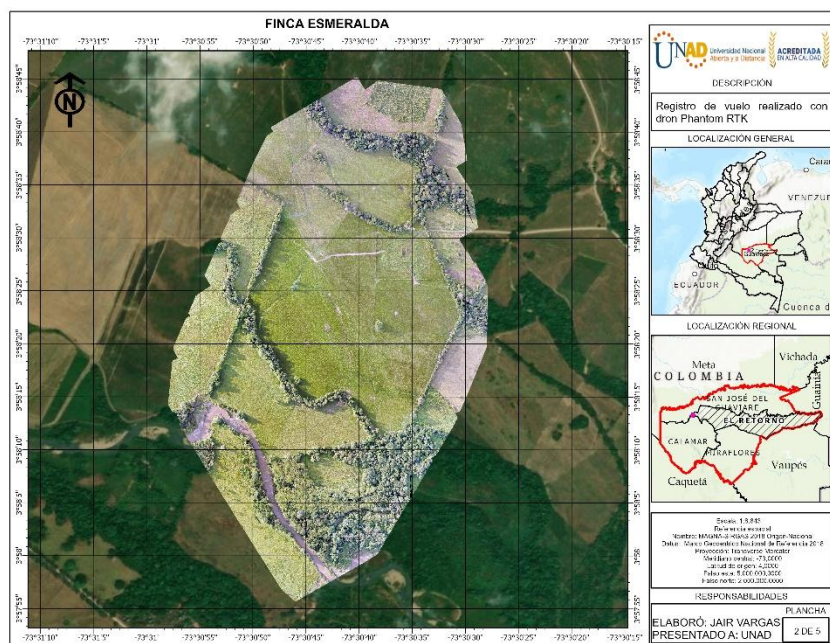
La dinámica observada también tiene implicaciones directas para la biodiversidad: la reducción de los hábitats naturales favorece la introducción de especies exóticas invasoras y reduce la resiliencia de los ecosistemas a la variabilidad climática. Estas condiciones no solo comprometen el equilibrio ecológico, sino que también ponen en riesgo la sostenibilidad a largo plazo de las actividades agrícolas que dependen de la calidad del suelo y el agua.

Ante este escenario, es fundamental implementar medidas de gestión sostenible destinadas a restaurar y preservar el medio ambiente. Acciones como la reforestación de cuencas hidrográficas, la creación de corredores biológicos y la integración de sistemas silvopastoriles restaurarían la conectividad, mejorarían la fertilidad del suelo y fortalecerían la capacidad adaptativa de los ecosistemas. Estas estrategias están alineadas con las directrices para el desarrollo rural sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 13 «Acción por el clima» y el ODS 15 «Vida de ecosistemas terrestres», que promueven la integración de la producción agrícola con la conservación del medio ambiente (FAO, 2021; Naciones Unidas, 2023).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 20

Finca Elkin Patarroyo



Nota. La cobertura vegetal original ha sido sustituida especialmente por pastizales y áreas agrícolas.

Análisis predio Elkin Patarroyo

La ortofotografía de la Finca Esmeralda revela un paisaje caracterizado por una importante transformación del uso del suelo, dominado por espacios abiertos destinados a la ganadería y la agricultura, con escasos parches de vegetación nativa en zonas marginales. La cubierta vegetal original ha sido reemplazada principalmente por pastizales y áreas agrícolas, lo que genera un proceso de fragmentación que limita la conectividad con los remanentes forestales circundantes.

Una característica notable es la presencia de un arroyo que cruza la finca, sin franjas de amortiguamiento adecuadas. La escasez de vegetación riparia aumenta el riesgo de erosión de las

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

riberas y promueve la sedimentación en el cauce del río, lo que puede degradar la calidad del agua y reducir su capacidad para sustentar la vida silvestre y las actividades humanas. Además, la compactación del suelo asociada al pastoreo intensivo reduce la infiltración y la regeneración natural, afectando negativamente la estabilidad del suelo.

La fragmentación observada tiene consecuencias directas para la biodiversidad, limitando los corredores biológicos que permiten el desplazamiento de las especies y reduciendo los refugios para la fauna. Asimismo, la pérdida de la cubierta vegetal nativa reduce la capacidad del ecosistema para regular el clima local, conservar la humedad y resistir fenómenos meteorológicos extremos.

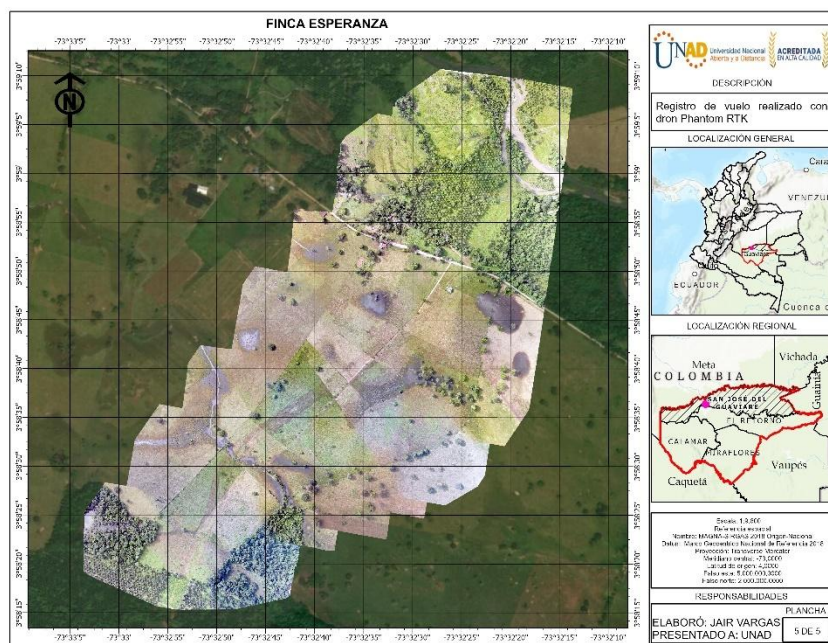
Para revertir estas tendencias, la implementación de medidas de restauración ecológica y gestión sostenible es prioritaria. Estas incluyen la reforestación de cuencas hidrográficas, la creación de corredores biológicos que conecten las áreas forestales remanentes y la integración de sistemas silvopastoriles que integren árboles y arbustos en los pastos. Estas acciones no solo contribuirían a mejorar la salud del ecosistema, sino también a fortalecer la productividad agrícola a largo plazo.

En este sentido, la gestión de Finca Esmeralda debe estar alineada con las políticas nacionales de desarrollo rural sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 6 «Agua limpia y saneamiento» y el ODS 15 «Vida de ecosistemas terrestres», que promueven la restauración y conservación de los recursos naturales como base de la sostenibilidad productiva y ambiental (FAO, 2021; Naciones Unidas, 2023).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 21

Predio Jaime Zambrano



Nota. Se logra deducir que el uso actual del suelo carece de un sistema silvopastoril, careciendo de árboles dispersos que permitan un bienestar animal.

Análisis predio Jaime Zambrano

La ortofotografía de Finca Esperanza muestra que una proporción considerable del terreno, aproximadamente entre el 65% y el 70%, está destinada a pasturas ganaderas, lo que refleja un uso del suelo predominantemente ganadero. Este patrón refleja una intervención significativa en la cubierta vegetal original y una simplificación de la heterogeneidad del paisaje. Sin embargo, se distinguen parches de vegetación densa y zonas boscosas, ubicados principalmente en los sectores sur y noreste de la finca, que sirven como corredores biológicos y refugios de fauna silvestre en un entorno dominado por pastizales.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En las zonas central y occidental del área, se observa una red de caminos y espacios abiertos asociados con infraestructura de producción y acceso, lo que confirma el grado de conversión de tierras para fines agrícolas. Las áreas de drenaje y los humedales también están ampliamente distribuidos, desempeñando un papel fundamental en la regulación y preservación de la calidad del agua. La cubierta arbórea que bordea algunos de estos manantiales sugiere la existencia de franjas de amortiguamiento, aunque su extensión es limitada en relación con la superficie total de pastizales.

Un aspecto importante es que el uso actual del suelo carece de un enfoque silvopastoril. Los pastizales parecen carecer de árboles dispersos, lo que reduce los servicios ecosistémicos como la sombra para el ganado, la mejora de la fertilidad del suelo y la regulación del microclima. La implementación de sistemas silvopastoriles o agroforestales mixtos, que integren especies leñosas y frutales, podría aumentar la biodiversidad local, reducir la compactación del suelo observada en zonas de alto tránsito ganadero y mitigar la erosión.

Si bien la ortoimagen muestra un predominio de pastizales en el paisaje productivo de la finca, también revela remanentes forestales y una cobertura vegetal estratégica que contribuyen a la conectividad ecológica. El fortalecimiento de las áreas de protección hídrica y la diversificación de la producción mediante sistemas agroforestales representan oportunidades clave para mejorar la sostenibilidad ambiental y la productividad agrícola a largo plazo.

Implementar estrategias de apropiación social del conocimiento - escuelas de campo, con la comunidad de la región rural de San José del Guaviare para reconocimiento de imágenes y estrategias para la conservación de bosques en los predios analizados.

La implementación de escuelas de campo en el marco del OE3 permitió promover la apropiación social del conocimiento por parte de los actores locales. Esta estrategia educativa

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

práctica y contextualizada favoreció no solo la comprensión del análisis de imágenes espectrales, sino también la formulación de propuestas comunitarias para la conservación forestal. A continuación, se presentan algunos de los resultados que sustentan esta implementación:

Tabla 7

Sección 3: Estrategias de Apropiación Social del Conocimiento

Nombre	Interés en Escuelas de campo	Capacitaciones previas sobre conservación	Importancia del aprendizaje en prácticas pecuarias	Preferencia para recibir información sobre conservación y sostenibilidad
Elizabeth Valencia	a) Sí, me interesa mucho	b) Sí, pero pocas veces	a) Sí, definitivamente	a) Talleres presenciales (Escuelas de campo)
Alejandro Sánchez	a) Sí, me interesa mucho	b) Sí, pero pocas veces	a) Sí, definitivamente	a) Talleres presenciales (Escuelas de campo)
Luis Salamanca	a) Sí, me interesa mucho	b) Sí, pero pocas veces	a) Sí, definitivamente	a) Talleres presenciales (Escuelas de campo)
Jaime Zambrano	a) Sí, me interesa mucho	b) Sí, pero pocas veces	a) Sí, definitivamente	a) Talleres presenciales (Escuelas de campo)
Elkin Patarroyo	a) Sí, me interesa mucho	a) Sí, con frecuencia	a) Sí, definitivamente	a) Talleres presenciales (Escuelas de campo)

Nota. Se logra percibir sobre la importancia de un nuevo conocimiento para el cambio de mentalidad frente a la importancia de impacto generado por la producción ganadera

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 22

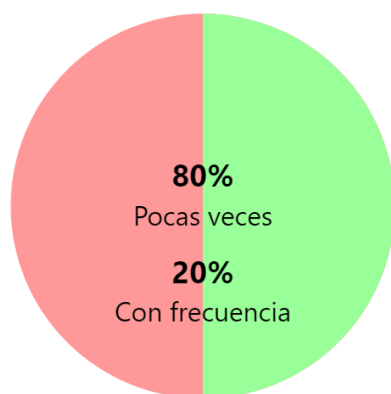
Interés Escuelas de Campo



Nota. Respecto al interés en escuelas de campo, todos los encuestados expresaron un gran interés en participar en escuelas de campo para aprender sobre el análisis de imágenes espectrales y la conservación de bosques, demostrando una alta receptividad a la educación ambiental y a la conservación.

Figura 23

Capacitaciones Previas Sobre Conservación



Nota. Sobre la capacitación previa en conservación, la mayoría ha recibido poca capacitación en conservación, con la excepción de un participante que indicó recibirla con frecuencia. Este

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

resultado indica un vacío en la formación ambiental, que podría cubrirse con programas educativos.

Figura 24

Importancia del Aprendizaje en Prácticas Pecuarias

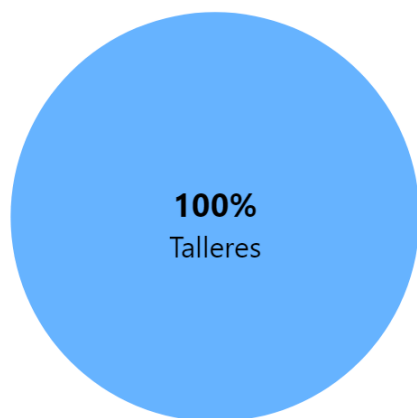


Nota. En cuanto a la percepción de la contribución del aprendizaje de la conservación a las prácticas de mejoramiento, todos los participantes creen que el aprendizaje de la conservación puede contribuir positivamente a las prácticas de mejoramiento, lo que sugiere el reconocimiento del valor de integrar la sostenibilidad de la conservación en la producción agrícola.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 25

Preferencia para Recibir Información



Nota. Los productores cuentan con la mayor disposición para la recepción de información cambio en la forma de producir.

A partir de estos resultados se pueden resaltar los siguientes factores relevantes:

Interés y Disposición de la Comunidad

Todos los participantes expresaron un gran interés en las escuelas de campo. Si bien la mayoría no había recibido capacitación ambiental previa, reconocieron unánimemente la importancia de aprender sobre conservación para mejorar sus prácticas ganaderas. La preferencia por los talleres presenciales confirma la eficacia de este enfoque práctico en zonas rurales.

Resultados Tangibles de la Apropiación

Desarrollo de Iniciativas Locales

Durante las sesiones, surgió la iniciativa de formar grupos de monitoreo forestal compuestos por miembros de la comunidad. Estos grupos buscan monitorear la salud del bosque, fomentar la regeneración ecológica y promover prácticas ganaderas sostenibles. Esta propuesta,

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

formulada por los propios participantes y coordinada con líderes comunitarios, demuestra un proceso activo de apropiación y liderazgo ambiental.

Identificación Participativa de Áreas críticas

El análisis colectivo de imágenes espectrales permitió a los participantes identificar áreas con alta presión de deforestación dentro de sus propiedades. Con base en esta interpretación, se discutieron posibles acciones de restauración y gestión, demostrando no solo la apropiación de conocimientos técnicos, sino también su aplicación local y estratégica.

Cambio en la Percepción y Disposición al Cambio

Aunque no se realizó una encuesta formal de salida, las discusiones abiertas revelaron una mejora percibida en la comprensión del impacto de las prácticas ganaderas en el ecosistema. Varios participantes expresaron su intención de implementar setos vivos, establecer corredores biológicos y reducir la presión sobre las áreas forestales mediante prácticas de rotación.

Materiales de Aprendizaje como Facilitadores de la Apropiación

Se utilizaron herramientas visuales, carteles, mapas, ejercicios de simulación y ejemplos experienciales. Estos elementos facilitaron la asimilación de conceptos técnicos al vincular el conocimiento con la experiencia directa de campo.

Colaboración Interinstitucional

La participación de una organización de cooperación internacional fortaleció la dimensión educativa del proceso al proporcionar metodologías participativas, recursos logísticos y validación técnica de las propuestas surgidas de las escuelas de campo.

En general, estos resultados indican que la estrategia no solo generó interés, sino también importantes procesos de aprendizaje, iniciativas de acción concretas y apertura a prácticas de

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

cambio. Si bien la apropiación social del conocimiento es difícil de cuantificar con precisión, los datos cualitativos obtenidos demuestran un progreso real hacia este objetivo, con implicaciones directas para la conservación y la gestión sostenible de los paisajes forestales.

A partir de los resultados obtenidos, se realizaron unas escuelas de campo en los territorios intervenidos, obteniendo las siguientes evidencias sobre las experiencias vividas durante estos encuentros:

Figura 26

Mesas de Trabajo en San José del Guaviare



Nota. Imagen tomada en el municipio de San José del Guaviare durante el desarrollo de mesas de trabajo en 2024.

En primer lugar, se desarrollaron mesas de trabajo, a través de las cuales se presentó a la comunidad las siguientes temáticas:

Charlas tecno-pedagógicas dirigidas tanto a los propietarios de predios como a las comunidades indígenas que habitan la zona de interés para el estudio.

Fomentar la participación y el involucramiento de los actores locales en el proyecto. Las charlas tuvieron como objetivo sensibilizar a los participantes sobre la importancia de la conservación del bosque y su relación con los sistemas productivos pecuarios.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Proporcionar herramientas y conocimientos técnicos que faciliten su cooperación durante el proceso investigativo.

Una vez finalizadas las mesas de trabajo, se dio inicio a las escuelas de campo

Figura 27

Escuelas de Campo San José del Guaviare



Nota. Imagen tomada en el municipio de San José del Guaviare durante el desarrollo de escuelas de campo en 2024, con productores y comunidad en general.

Los temas abordados comprendían el involucramiento activo de la comunidad local y se contó con la colaboración de una organización de cooperación internacional, que facilitó un espacio formativo en el que se compartieron conocimientos y prácticas orientadas hacia la conservación del ecosistema. Así mismo, se abordaron temáticas relacionadas con la producción amigable con el ambiente, haciendo énfasis en prácticas que promuevan la seguridad alimentaria de las comunidades. Y se plantearon estrategias innovadoras para el desarrollo de una ganadería sostenible, amigable con el ecosistema, que busca minimizar los impactos negativos de las actividades pecuarias sobre el entorno.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 28

Escuelas de Campo septiembre y octubre 2024 San José del Guaviare



Nota. Imagen tomada en el municipio de San José del Guaviare durante el desarrollo de escuelas de campo en 2024.

Para los meses de septiembre y octubre de 2024, en coordinación con los presidentes de las comunidades se permitió una alineación de los objetivos del proyecto con las necesidades y prioridades locales, asegurando que las actividades propuestas se llevaran a cabo de manera eficiente y con el apoyo de la población. Este proceso de articulación comunitaria también contribuyó a generar un entorno favorable para el diálogo y la sensibilización respecto a los temas de conservación, manejo sostenible del territorio y la implementación de prácticas productivas que promuevan la preservación del ecosistema. El ejercicio de acercamiento se llevó a cabo en el municipio de San José del Guaviare, donde se implementaron diversas estrategias para promover la participación comunitaria en actividades de formación y transferencia de conocimientos.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 29

Demostración de Método, ¿Para Qué?



Nota. Imagen tomada en el municipio de San José del Guaviare durante el desarrollo de las escuelas de campo en 2024, manejo adecuado del bosque nativo.

A través de esta actividad se pretendió fortalecer los conocimientos locales y la búsqueda de mecanismos que garanticen el cuidado integral del bosque son esenciales para promover un manejo sostenible del paisaje forestal y su interacción con los sistemas productivos pecuarios. Así como la conformación de "vigilantes cuidadores" de la flora, una iniciativa que busca capacitar a miembros de la comunidad local para que actúen como defensores activos del entorno natural. Cabe resaltar que esta estrategia no solo busca monitorear la salud del bosque y su biodiversidad, sino que también fomentaría la aplicación de prácticas agropecuarias que minimicen el impacto ambiental, promuevan la regeneración del ecosistema y contribuyan a la mitigación del cambio climático.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Figura 30

Herramientas para el Fortalecimiento de Conocimientos a Comunidad Local



Nota. Imagen tomada en el municipio de San José del Guaviare durante el desarrollo de las escuelas de campo en 2024, donde se logra una participación por medio de talleres de campo.

A través de carteles, ejemplos vivenciales y demostraciones prácticas, infraestructura básica, técnicas de monitoreo y evaluación participativa, equipo de protección y equipo de facilitadores, se permitió interiorizar los conocimientos adquiridos al experimentar de primera mano su uso en el contexto local durante este acercamiento práctico.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Discusión de Resultados

Los resultados de esta investigación identificaron avances significativos en la relación entre la ganadería y la conservación en la región rural de San José del Guaviare, abordados a través de los tres objetivos específicos (OE1, OE2 y OE3). La integración de los resultados de campo con la literatura especializada proporciona una mejor comprensión de la interacción entre los factores productivos, ecológicos y educativos en el contexto local.

En cuanto al OE1, los resultados obtenidos a partir de entrevistas semiestructuradas con propietarios de tierras muestran que las prácticas ganaderas predominantes siguen siendo extensivas, con una planificación territorial limitada. Esta situación contribuye a la presión sobre los ecosistemas forestales y es consistente con estudios previos que muestran que la expansión ganadera es una de las principales causas de la fragmentación del paisaje forestal en la Amazonía (Rodríguez et al., 2022). Sin embargo, se observaron indicios de disposición por parte de los productores a modificar ciertas prácticas, especialmente cuando comprenden los beneficios asociados a sistemas más sostenibles.

El OE2, centrado en el análisis de imágenes espectrales capturadas por drones, identificó áreas con diferentes niveles de degradación y pérdida de cobertura forestal en las propiedades analizadas. Estos resultados proporcionan evidencia visual y cuantificable del impacto de las prácticas ganaderas en la vegetación nativa. La capacidad de interpretar estos datos se fortaleció durante las sesiones comunitarias, donde los resultados se discutieron de forma participativa, fomentando el reconocimiento local de las áreas críticas y la necesidad de implementar estrategias de gestión sostenible. Esta intersección de datos técnicos y conocimiento local representa un paso importante hacia una gestión territorial más informada, como propone Morales (2021).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En cuanto al OE3, los resultados muestran un notable interés entre los participantes de las escuelas de campo centradas en el análisis de imágenes espectrales y la conservación forestal. Esta fuerte receptividad coincide con investigaciones que destacan la eficacia de los enfoques de aprendizaje práctico para promover la educación ambiental y la apropiación social del conocimiento (Estenoz, 2020). Sin embargo, se identificó una falta de formación ambiental: la mayoría de los participantes reportaron haber recibido poca formación previa en conservación, lo que limita su capacidad para adoptar prácticas sostenibles. Esto concuerda con la propuesta de Ponce De León Camahualí (2023), que destaca la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas de los productores rurales para transformar las prácticas tradicionales.

A pesar de estas limitaciones, las escuelas de campo lograron crear espacios de diálogo y reflexión comunitaria, lo que dio lugar a iniciativas concretas como la formación de "guardianes del bosque" y la identificación participativa de áreas críticas para la conservación y la producción. Este tipo de apropiación social del conocimiento se traduce no solo en una mayor comprensión, sino también en una disposición al cambio, demostrando cómo el aprendizaje puede fomentar la adopción de estrategias comunitarias de conservación.

Además, la preferencia por métodos de formación que combinan herramientas prácticas y tecnológicas refuerza la necesidad de diseñar programas educativos innovadores. La integración de la tecnología en la educación ambiental se ha asociado con una mayor participación y motivación estudiantil (Zambrano et al., 2020). En este caso, el uso de imágenes espectrales como herramienta didáctica no solo facilitó la comprensión de los procesos de fragmentación, sino que también fortaleció la conexión entre la ciencia y las comunidades locales.

En general, los resultados de los EO1, EO2 y EO3 revelan una interdependencia entre el conocimiento técnico, las prácticas de producción y la conciencia ambiental. La transición hacia

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

una producción ganadera más sostenible en la región depende tanto de la disponibilidad de herramientas tecnológicas (como el análisis de imágenes) como del fortalecimiento de la educación ambiental y la participación comunitaria. La investigación muestra que la implementación de estrategias integradas —que combinen evaluación participativa, monitoreo ambiental y capacitación contextualizada— puede ser esencial para promover transformaciones sostenibles en paisajes rurales amenazados por la fragmentación.

Así mismo, los resultados obtenidos permiten proyectar una serie de implicaciones para el diseño e implementación de políticas públicas y programas de desarrollo rural en territorios amazónicos como San José del Guaviare. En primer lugar, la caracterización del uso ganadero en zonas de fragmentación forestal resalta la necesidad de una transición hacia sistemas de producción más sostenibles. El predominio del pastoreo extensivo no rotacional y la alta proporción de tierra dedicada exclusivamente a la ganadería resaltan la urgente necesidad de políticas que promuevan la conversión a prácticas silvopastoriles y agroforestales. Estas estrategias, además de mejorar la productividad, pueden contribuir a la conectividad ecológica y a la restauración de los servicios ecosistémicos, en consonancia con los ODS 2 (Hambre Cero: Agricultura Sostenible) y 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres) (FAO, 2021; Naciones Unidas, 2015).

En segundo lugar, los hallazgos sobre el declive de la vegetación nativa y la pérdida de biodiversidad refuerzan la necesidad de fortalecer los programas participativos de restauración ecológica. Los datos de campo y las imágenes espectrales muestran que la expansión de los pastizales ha reducido la diversidad de la flora y la fauna, lo que afecta la resiliencia del suelo y la productividad agrícola a largo plazo. En este contexto, los resultados respaldan el desarrollo de políticas de uso del suelo que limiten la deforestación, protejan las cuencas hidrográficas y

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

fomenten incentivos económicos para la conservación. Estas acciones son congruentes con el ODS 13 (Acción por el Clima), al contribuir a la mitigación de las emisiones derivadas de la deforestación, y el ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento), al proteger las fuentes de agua vulnerables (IDEAM, 2022; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020; IPCC, 2022).

Finalmente, la implementación de escuelas de campo y la sólida receptividad de las comunidades rurales demuestran que la apropiación social del conocimiento es un pilar fundamental para el éxito de las estrategias de conservación. Este hallazgo sugiere que las políticas públicas deben priorizar los programas educativos y de sensibilización rural que fortalezcan las capacidades locales y promuevan la corresponsabilidad comunitaria en la gestión territorial. Iniciativas como las "escuelas de campo para la conservación" podrían institucionalizarse como parte de programas integrales de desarrollo rural, generando impactos directos en la seguridad alimentaria, la resiliencia climática y la equidad social. Esto contribuye directamente al ODS 4 (Educación de Calidad) y al ODS 12 (Consumo y Producción Responsables), promoviendo un modelo de desarrollo rural más inclusivo y sostenible (Torres et al., 2019; FAO y REDD+, 2020).

Es así como, los resultados de esta investigación no solo presentan un panorama de la degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad, sino que también ofrecen orientación práctica para la acción de los Estados y las comunidades. Articulados con la Agenda 2030 y los planes de desarrollo rural, estos resultados permiten proponer directrices de política que integran la ganadería con la conservación forestal, promueven la innovación tecnológica en el monitoreo ambiental y fortalecen el capital humano en los territorios rurales amazónicos (Naciones Unidas, 2015; Díaz et al., 2019).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Conclusiones

La evaluación de la fragmentación forestal en áreas de producción ganadera en San José del Guaviare resalta la compleja interacción entre la actividad ganadera predominante y la conservación de la biodiversidad local. Aunque la ganadería es la principal fuente de ingresos y uso de la tierra para los propietarios de tierras en la región, existe una creciente conciencia sobre los impactos negativos de esta práctica en los ecosistemas forestales. La orientación productiva hacia la ganadería, combinada con técnicas extensivas de manejo no rotacional, contribuye a la fragmentación y degradación de la vegetación nativa. Esto plantea un desafío importante para la sostenibilidad del paisaje, pero también abre la oportunidad de implementar prácticas de gestión más sostenibles que equilibren la productividad y la productividad.

Los datos obtenidos muestran que la mayoría de los participantes dedican un porcentaje considerable de sus tierras a la ganadería, con algunos de los encuestados destinando más del 75% de sus tierras a esta actividad. Este uso intensivo de la tierra ejerce una presión considerable sobre los recursos forestales y promueve la fragmentación de los ecosistemas, lo que disminuye la cubierta forestal y transforma las áreas forestales maduras en vegetación menos diversa, como arbustos y matorrales. Además, la prevalencia del pastoreo extensivo no rotacional en el 60% de las fincas agrava este impacto, porque estas prácticas no permiten una adecuada recuperación del suelo y generan un riesgo creciente de erosión y pérdida de biodiversidad. Por el contrario, el 40% de los propietarios que implementaron el pastoreo rotacional ayudan a mitigar estos efectos negativos y fomentan un uso más equilibrado de los recursos, lo que demuestra los beneficios potenciales de esta técnica para la sostenibilidad de la región.

Cuantificar el impacto sobre la vegetación nativa, mediante análisis de imágenes espectrales y el uso de nuevas tecnologías, ha sido crucial para evaluar los efectos de la

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

fragmentación de los bosques. Los resultados indican una marcada reducción en la complejidad de la cubierta vegetal, particularmente en áreas adyacentes a áreas de pastoreo intensivo. Esta disminución de la biodiversidad sugiere una degradación de la estructura y composición del bosque, transformándolo en un ecosistema menos resiliente. La conservación de fragmentos de bosque es esencial para preservar la biodiversidad, ya que proporcionan hábitats para especies de flora y fauna, ayudan a mantener el ciclo hidrológico y reducen la erosión del suelo. La pérdida de estos fragmentos no sólo afecta a las especies que dependen del bosque, sino que también compromete la sostenibilidad del propio sistema de producción, al reducir la capacidad del suelo para hacerlo.

En este contexto, ha sido fundamental la implementación de estrategias de apropiación social del conocimiento, como las escuelas de campo. Estas actividades permitieron a los propietarios de tierras y a la comunidad en general obtener una comprensión más profunda de los efectos de sus prácticas en el ecosistema y, al mismo tiempo, les proporcionaron las herramientas necesarias para adoptar técnicas de gestión más sostenibles. A través de la participación en talleres prácticos y sesiones de campo, los participantes aprendieron a identificar signos de degradación forestal, interpretar imágenes espectrales que muestran el estado de la vegetación e implementar estrategias para preservar fragmentos de bosque en sus propiedades. La conciencia obtenida a través de estas actividades no sólo es importante para fomentar la gestión responsable de la tierra, sino que también promueve en la producción ganadera, así como el compromiso comunitario y el apoyo institucional, podría transformar esta región en un ejemplo de coexistencia armoniosa entre la producción agrícola y la conservación de los ecosistemas. Avanzar hacia modelos productivos más equilibrados no sólo contribuirá a la restauración de bosques fragmentados, sino también a la creación de un entorno productivo que, en el largo

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

plazo, beneficiará tanto a los habitantes de la región como al medio ambiente. Esta visión integrada de conservación y productividad parece ser una estrategia viable y necesaria para la preservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible en el contexto rural.

Propuestas de Gestión y Lineamientos Estratégicos para la Conservación

Con base en el diagnóstico de la fragmentación forestal asociada a la ganadería extensiva en el municipio de San José del Guaviare, se proponen una serie de lineamientos estratégicos para la conservación forestal y el fortalecimiento de prácticas productivas sostenibles. Estas estrategias buscan replicar y extender los hallazgos del estudio a otros territorios amazónicos que enfrentan problemas similares.

Promoción de Sistemas Silvopastoriles Integrado

Los resultados mostraron que las fincas con árboles dispersos y setos vivos presentan una mejor conectividad ecológica y una menor densidad de fragmentación. Por lo tanto, se recomienda fomentar la adopción de sistemas silvopastoriles mediante programas de asistencia técnica e incentivos económicos, de acuerdo con la Política Nacional de Ganadería Sostenible 2022-2039 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2022) y la Estrategia Colombiana de Crecimiento Verde (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2021).

una perspectiva a largo plazo que vincula la sostenibilidad de la producción ganadera con la conservación.

Finalmente, este estudio concluye que la fragmentación forestal en zonas ganaderas representa no solo un desafío para la biodiversidad, sino también una oportunidad para fortalecer la resiliencia del paisaje rural de San José del Guaviare. La combinación de prácticas sostenibles

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Establecimiento de Corredores Ecológicos Comunitarios

Con base en los indicadores de conectividad (ENN, LPI y PD), se han identificado áreas estratégicas para la formación de corredores ecológicos entre los fragmentos de bosque remanentes. Estos corredores deben gestionarse de forma participativa, incorporando acuerdos de conservación con productores locales y asociaciones campesinas, de acuerdo con los objetivos del Programa Nacional de Conectividad Ecológica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2021).

Implementar esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA)

Dada la importancia de los bosques en la prestación de servicios ecosistémicos (regulación hídrica, captura de carbono y hábitat para la biodiversidad), se recomienda promover programas locales de Pago por Servicios Ambientales para los propietarios de tierras que preservan la cobertura natural. Estos programas pueden coordinarse con el Programa Nacional de Incentivos a la Conservación y los instrumentos del Plan Nacional de Restauración Ecológica (MADS, 2020; IDEAM, 2022).

Fortalecer la Educación Ambiental rural y las Escuelas de Campo

La experiencia participativa demostró el potencial de las escuelas de campo como espacios de aprendizaje colaborativo. Se propone institucionalizar esta metodología en el municipio como estrategia permanente de gestión territorial, de acuerdo con las directrices de la FAO (2022) y el Programa de Educación Ambiental para la Amazonía Colombiana (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2023).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Monitoreo Continuo Mediante Tecnologías de Observación

Se sugiere mantener un sistema de monitoreo participativo, apoyado en herramientas de teledetección y análisis espectral, con la participación de jóvenes rurales capacitados en drones y sistemas de información geográfica. Esto permitirá la actualización anual de los indicadores de fragmentación y orientará las acciones de gestión adaptativa (Boteva y Kearney, 2021; IDEAM, 2024).

Estas acciones constituyen un marco replicable para otros municipios amazónicos afectados por la expansión ganadera, integrando la innovación tecnológica, la participación comunitaria y la alineación con las políticas públicas nacionales. En conjunto, consolidan un modelo integral de gestión del paisaje rural que concilia la productividad ganadera con la conservación de la biodiversidad.

Este estudio demostró que la transformación del paisaje amazónico en San José del Guaviare representa no solo un desafío ambiental, sino también una oportunidad para reconfigurar las relaciones entre producción, conservación y comunidad. La integración de herramientas tecnológicas, como la vigilancia con drones y el análisis espectral, así como metodologías participativas, permitió integrar la ciencia con el conocimiento local, fortaleciendo así la gestión territorial sostenible. Estos resultados son prometedores para la consolidación de paisajes rurales resilientes, donde la restauración ecológica y la ganadería sostenible convergen como ejes de desarrollo (MADS, 2021; FAO, 2022). En este sentido, la continuidad de este trabajo dependerá de la coordinación entre instituciones públicas, organizaciones comunitarias y actores productivos, para garantizar la conservación de los bosques y el bienestar de las comunidades rurales amazónicas.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Referencias Bibliográficas

Alcaldía de San José del Guaviare. (2024). *Información general del municipio*.

<https://www.sanjosedelguaviare-guaviare.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

Álvarez Sarmiento, JD, & Villamil, FAL (2021). *Análisis multitemporal del cambio de la cobertura vegetal para la restauración de la conectividad paisajística*

Aronson, J., Milton, S. J., & Blignaut, J. N. (2007). *Restoring natural capital: Science, business, and practice*. Island Press.

Arroyo-Rodríguez, V., Melo, F. P. L., Fahrig, L., Tabarelli, M., & Watling, J. I. (2020). *Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation*. *Ecology Letters*, 23(9), 1404–1420. <https://doi.org/10.1111/ele.13535>

Beltrán López, CE (2023). *Análisis de la institucionalidad en la lucha contra la deforestación en Colombia* .

Boteva, D., & Kearney, S. (2021). *Using drone-based NDVI to monitor vegetation health in fragmented landscapes*. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 22, 100503. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100503>

Castellanos Cárdenas, KY, & Zayas Orrego, KL *Diseño de una propuesta agroecológica para la sustitución de cultivos para uso ilícito basada en la conservación de los servicios ecosistémicos. Caso estudio: Vereda Caño Pava, El Retorno, Guaviare*

Clerici, N., Armenteras, D., Kareiva, P., Botero, R., Ramírez-Delgado, J. P., Forero-Medina, G., ... & Biggs, D. (2020). *Deforestation in Colombian protected areas increased during*

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

post-conflict periods. Scientific Reports, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61861-y>

Convention on Biological Diversity (CBD). (2020). *Global Biodiversity Outlook 5*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/gbo5>

Crooks, K. R., & Sanjayan, M. (Eds.). (2006). *Connectivity Conservation*. Cambridge University Press.

DANE. (2020). *Censo Nacional Agropecuario 2020*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2021). *Estrategia Colombiana de Crecimiento Verde 2021–2030*. Bogotá, Colombia. <https://www.dnp.gov.co>

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., ... & Shirayama, Y. (2015). *Assessing nature's contributions to people*. *Science*, 359(6373), 270–272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>

Duarte Ramírez, MT (2024). *Análisis de los impactos ambientales en el municipio de San José del Guaviare para el periodo 2021-2023*

Estenoz, M. C. (2020). *Las Ciencias Naturales desde un enfoque práctico experimental*. Editorial Universitaria (Cuba).

Fahrig, L. (2003). *Effects of habitat fragmentation on biodiversity*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

- Fahrig, L. (2017). *Ecological responses to habitat fragmentation per se*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022612>
- Fernández, DC (2019). *Gestión de recursos de la tasa de utilización de las aguas como instrumento de gestión ambiental en Tolima*
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). *The State of the World's Forests 2022*. Rome: FAO. Recuperado de: https://www.donorplatform.org/wp-content/uploads/2024/11/SOFO-2024.pdf?utm_source
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). *The State of the World's Forests 2022: Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9360en>
- Galeano González, OD (2024). *Metodología para el análisis de presiones de pérdida de biodiversidad y conflictos socioambientales en ecosistemas*
- Global Forest Watch (GFW). (2023). *Forest Change Data for Colombia*. World Resources Institute. <https://www.globalforestwatch.org>
- Gómez Muñoz, K. (2022). *Sustentabilidad ambiental de los proyectos productivos de los (as) excombatientes de las FARC-EP*
- Gutiérrez, PE, Montoya, JH, Gómez, JAC, Pulido, R., Caicedo, L., & Sánchez, CO (2020). *Territorios indígenas amazónicos: contribución al cumplimiento de compromisos climáticos*

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., ... &

Townshend, J. R. (2015). *Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems*. *Science Advances*, 1(2), e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>

Hansen, M., et al. (Global Forest Watch / University of Maryland). Global Forest Change dataset (o página consultada). (citar URL). Recuperado de:

https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/COL/17/4/?dashboardPrompts=eyJzaG93UHJvbXB0cyI6dHJ1ZSswicHJvbXB0c1ZpZXdlZCI6WyJzdWJzY3JpYmVU0FyZWElLCJkb3dubG9hZERhc2hib2FyZFN0YXRzIiwic2hhcmVXaWRnZXQiXSwic2V0dGluZ3MiOnsic2hvd1Byb21wdHMiOn&map=eyJjYW5Cb3VuZCI6dHJ1ZX0%3D&utm_source

Hanski, I. (1998). *Metapopulation dynamics*. *Nature*, 396(6706), 41–49.

<https://doi.org/10.1038/23876>

Harper, K. A., Macdonald, S. E., Burton, P. J., Chen, J., Brosfokske, K. D., Saunders, S. C., ... &

Euskirchen, E. S. (2005). *Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes*. *Conservation Biology*, 19(3), 768–782.

<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00045.x>

IDEAM. (2022). *Boletín de monitoreo de la deforestación en Colombia/ cifras 2022*. Instituto de

Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Recuperado de:

https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/noticia/gobierno-petro-logra-la-mayor-reduccion-de-la-deforestacion-en-la-historia-de-colombia?utm_source

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2024). En 2024

Colombia consolidó la segunda cifra de deforestación más baja de la historia.

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

<https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/noticia/en-2024-colombia-consolido-la-segunda-cifra-de-deforestacion-mas-baja-en-de-la-historia>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2024). Tras 40 años sin información predial, catastro multipropósito en San José del Guaviare ya es una realidad.

<https://www.igac.gov.co/index.php/noticias/historico-tras-40-anos-sin-informacion-predial-catastro-multiproposito-en-san-jose-del-guaviare-ya-es-una-realidad>

Kremen, C., Williams, N. M., & Thorp, R. W. (2007). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(26), 16812–16816. <https://doi.org/10.1073/pnas.262413599>

Laurance, W. F., Camargo, J. L., Luizão, R. C., Laurance, S. G., Pimm, S. L., Bruna, E. M., ... & Lovejoy, T. E. (2011). The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation*, 144(1), 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.021>

Laurance, W. F., Sayer, J., & Cassman, K. G. (2014). Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(2), 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001>

López, EDV (2020). *Ecosistemas tropicales y sus conflictos: estudios de caso* .

Maldonado, JH y Moreno Sánchez, RDP (2024). *Estado socioeconómico del bioma amazónico colombiano a la luz de la COP 16* .

McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-351. <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/3064>

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

McGarigal, K., Cushman, S., & Ene, E. (2012). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. University of Massachusetts, Amherst.

<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

Melgarejo, J., López-Ortiz, M. I., & Fernández-Aracil, P. (2024). Reflexiones sobre la agricultura regenerativa y su impacto sobre la alimentación y el medioambiente.

Mertens, B., Pocard-Chapuis, R., Piketty, M. G., Lacques, A. E., & Venturieri, A. (2002).

Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: The case of São Félix do Xingu in South Pará. *Agricultural Economics*, 27(3), 269–294. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2002.tb00122.x>

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press.

<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2022). *Política Nacional de Ganadería Sostenible 2022–2039*. Bogotá, Colombia. <https://www.minagricultura.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2021). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. Bogotá, Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2020). *Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas*. Bogotá, Colombia. <https://www.minambiente.gov.co>

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2021). Programa Nacional de Conectividad Ecológica. Bogotá, Colombia. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2023). *Programa de Educación Ambiental para la Amazonía Colombiana*. Bogotá, Colombia. <https://www.mineducacion.gov.co>

Otero-Durán, I. (2020). *Documento final compilado con el diagnóstico del departamento de Caquetá*

Ponce De León Camahualí, D. M. (2023). *Iniciativas educativas no formales, en agricultura y acceso a la tierra, y su contribución al ODS 4: Educación de calidad*.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2022). *Informe sobre desarrollo humano 2022: Incertidumbre, crisis y resiliencia*. Nueva York: PNUD. <https://hdr.undp.org>

QGIS Development Team. (2023). *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation. <https://qgis.org>

Quintana Vargas, AM (2020). *La restauración productiva en Colombia como estrategia de conservación*

R Core Team. (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>

Riaño Peláez, MF y Alba Martínez, PA (2020). *Evaluación del estado del arte de la investigación y desarrollo sobre sistemas agroforestales en Colombia*

Robayo Castañeda, A. (2021). *El rol del Estado en la gestión de bosques en Colombia, perspectiva histórica y estudio de caso* .

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

- Rodríguez, J. P., Beard, T. D., Jr., Bennett, E. M., Cumming, G. S., Cork, S. J., Agard, J., ... & Peterson, G. D. (2006). *Trade-offs across space, time, and ecosystem services. Ecology and Society*, 11(1), 28. <https://doi.org/10.5751/ES-01667-110128>
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J., & Margules, C. R. (1991). *Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. Conservation Biology*, 5(1), 18–32.
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1991.tb00384.x>
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2020). *Global Biodiversity Outlook 5. Montreal: CBD*. Recuperado de: https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-02-en.pdf?utm_source
- Turner, M. G. (2005). *Landscape ecology: What is the state of the science? Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36, 319–344.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152614>
- Valencia, GA y Fonseca Vera, HF (2020). *Amenazas de los bosques en el corregimiento de Aguas Claras* .
- Zambrano-Medina, M. R., ALVAREZ-Araque, W. O., & NAJAR-Sánchez, O. (2020). *Empleo de herramientas TIC como posibilidad didáctica para fortalecer la educación ambiental y el cuidado del medio ambiente. Revista Espacios*, 41(13).

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Apéndices

Apéndice A

Encuesta Elizabeth Valencia

ENCUESTA SOBRE LA FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD
EN FINCAS PECUARIAS EN SAN JOSÉ DEL GUAVIARE

INSTRUCCIONES: Por favor seleccione una opción en cada pregunta, que considere representa mejor su experiencia o conocimiento.

Información General del Participante:

Nombre: Elizabeth Valencia

Edad:

- a) Menos de 25 años
- b) Entre 25 y 34 años
- c) Entre 35 y 44 años
- d) Entre 45 y 54 años
- e) Más de 55 años

Género:

- a) Femenino
- b) Masculino
- c) Otro
- d) Prefiero no decirlo

Años de experiencia en actividades pecuarias:

- a) Menos de 5 años
- b) Entre 5 y 10 años
- c) Entre 11 y 20 años
- d) Más de 20 años

Nivel de educación alcanzado:

- A) Primaria
- B) Secundaria
- C) Técnica o tecnológica
- D) Universitaria
- E) Postgrado

Nombre de la finca y región de ubicación (vereda):

El remerdo - Cañablanco II - 20 has

Sección 1: Caracterización de la Destinación Pecuaria [OE1]

1. ¿Cuál es el uso principal del suelo en su finca?
 - a) Producción de ganado de carne
 - b) Producción de ganado de leche
 - c) Agricultura diversificada (café, cacao, etc.)
 - d) Otros usos (por favor especifique) _____
2. ¿Qué porcentaje aproximado del área de su finca está destinado a la actividad pecuaria?
 - a) Menos del 25%
 - b) Entre el 25% y el 50%
 - c) Entre el 50% y 75%
 - d) Más del 75%
3. ¿Qué técnicas utiliza para gestionar el suelo en las áreas pecuarias?
 - a) Pastoreo rotacional
 - b) Pastoreo extensivo sin rotación
 - c) Uso de fertilizantes y/o suplementos de suelo
 - d) No utilizo ninguna técnica especial
4. ¿Qué tipo de vegetación nativa queda en las áreas de fragmentación de su finca?
 - a) Bosque secundario
 - b) Arbustos y matorrales
 - c) Árboles dispersos sin estructura de bosque
 - d) No queda vegetación nativa
5. ¿Considera que la actividad pecuaria en su finca tiene un impacto negativo en el bosque?
 - a) Sí, en gran medida
 - b) Sí, de manera moderada
 - c) No impacta negativamente
 - d) No estoy seguro
6. ¿Considera que es posible combinar la actividad pecuaria con prácticas de conservación de bosque en su finca?
 - a) Sí, totalmente compatible
 - b) Sí, pero requiere ajustes
 - c) No es muy compatible
 - d) No es compatible en absoluto

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Sección 2: cuantificación del impacto en la vegetación nativa (OE2)

7. ¿Cómo describiría el cambio en la vegetación nativa en su finca en los últimos 5 años?

- a) Ha disminuido significativamente
 b) Ha disminuido moderadamente
 c) No ha disminuido
 d) Ha aumentado

8. Por favor, indique a continuación las especies de árboles que se encontraban en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente

9. ¿Ha observado un cambio en la biodiversidad de fauna y flora debido a la fragmentación del bosque en su finca?

- a) Sí, una reducción notable
 b) Sí, una reducción leve
 c) No ha habido cambios
 d) Ha habido un aumento de especies

10. Por favor, indique a continuación las clases de aves que se encontraban en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente

11. ¿Cuál es la principal causa de intervención del bosque en su finca?

- a) Expansión de pastizales
 b) Construcción de infraestructuras
 c) Tala para uso agrícola
 d) Otros (especifique) _____

18. ¿Ha recibido capacitaciones previas sobre conservación de bosques y biodiversidad?

- a) Sí, con frecuencia
 b) Sí, pero pocas veces
 c) No he recibido capacitación
 d) No estoy interesado en capacitaciones

19. ¿Considera que el aprendizaje sobre la conservación del bosque puede contribuir a las prácticas pecuarias de su finca?

- a) Sí, definitivamente
 b) Posiblemente
 c) Poco probable
 d) No tendría ningún impacto

20. ¿Cómo prefiere recibir información sobre conservación y sostenibilidad?

- a) Talleres presenciales (Escuelas de campo)
 b) Recursos digitales (Videos, manuales)
 c) Charlas formativas de corto tiempo
 d) No tengo preferencia

21. ¿Qué tan importante considera la conservación de la biodiversidad en la gestión de su finca?

- a) Muy importante
 b) Moderadamente importante
 c) Poco importante
 d) No es importante

22. ¿En qué nivel considera que la comunidad local está informada sobre la importancia de la conservación del bosque?

- a) Muy informada
 b) Moderadamente informada
 c) Poco informada
 d) Nada informada

¡Gracias por su participación!

12. ¿Cree que la fragmentación del bosque en su finca afecta la calidad del suelo en las áreas de pastoreo?

- e) Sí, afecta considerablemente
 f) Afecta de forma moderada
 g) No tiene impacto notable
 h) No estoy seguro

13. ¿Qué factores considera que han contribuido más a la fragmentación del bosque en su finca?

- a) Expansión de áreas de pastoreo
 b) Construcción de infraestructura (caminos, cercas, etc.)
 c) Agricultura adicional a la pecuaria
 d) Otros (especifique) _____

14. ¿Utiliza algún método para monitorear los cambios en la vegetación nativa?

- a) Sí, con el uso de tecnología (drones, imágenes satelitales)
 b) Sí, mediante observación directa
 c) No tengo método de monitoreo
 d) No considero necesario monitorear

15. ¿Estaría dispuesto a usar tecnología de drones para monitorear la cobertura vegetal en su finca?

- a) Sí, absolutamente
 b) Sí, con condiciones específicas
 c) No estoy seguro
 d) No estaría interesado

16. ¿Qué tan útil considera el uso de drones e imágenes espectrales para monitorear la perturbación del bosque y biodiversidad en estos paisajes?

- a) Muy útil
 b) Moderadamente útil
 c) Poco útil
 d) Nada útil

Sección 3: Estrategias de Apropiación Social del Conocimiento (OE3)

17. ¿Estaría interesado en participar en Escuelas de campo para aprender sobre el análisis de imágenes espectrales y conservación de bosques?

- a) Sí, me interesa mucho
 b) Sí, algo interesado
 c) No muy interesado
 d) No estoy interesado en participar

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Apéndice B

Encuesta Elkin Patarroyo

ENCUESTA SOBRE LA FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN FINCAS PEQUEÑAS EN SAN JOSÉ DEL GUAYABE

INSTRUCCIONES: Por favor seleccione una opción en cada pregunta, que considere representa mejor su experiencia o conocimiento.

Información General del Participante:

Nombre: Elkin Patarroyo

Edad:

a) Menos de 25 años

b) Entre 26 y 34 años

c) Entre 35 y 44 años

d) Entre 45 y 54 años

e) Más de 55 años

Género:

a) Femenino

b) Masculino

c) Otro

d) Prefiero no decirlo

Años de experiencia en actividades pesqueras:

a) Menos de 5 años

b) Entre 5 y 10 años

c) Entre 11 y 20 años

d) Más de 20 años

Nivel de educación alcanzado:

a) Primaria

b) Secundaria

c) Técnico e tecnológica

d) Universitaria

e) Postgrado

Nombre de la finca y región de ubicación (vereda):

Agua Bonita - El Cabilado - Sohas

Sección II: Caracterización de la Destinación Pesquera (DPS)

1. ¿Cuál es el uso principal del suelo en su finca?

a) Producción de ganado de carne

b) Producción de ganado de leche

c) Agricultura diversificada (café, cacao, etc.)

d) Otro uso (por favor especifique) reforestación

2. ¿Qué porcentaje aproximado del área de su finca está destinada a la actividad pesquera?

a) Menos del 25%

b) Entre el 26% y el 50%

c) Entre el 50% y 75%

d) Más del 75%

3. ¿Qué técnicas utiliza para gestionar el suelo en las áreas pesqueras?

a) Pastoreo rotacional

b) Pastoreo extensivo sin rotación

c) Uso de fertilizantes y/o suplementos de suelo

d) No utiliza ninguna técnica especial

4. ¿Qué tipo de vegetación nativa queda en las áreas de fragmentación de su finca?

a) Bosque secundario

b) Arboles y matorrales

c) Árboles dispersos sin estructura de bosque

d) No queda vegetación nativa

5. ¿Considera que la actividad pesquera en su finca tiene un impacto negativo en el bosque?

a) Sí, en gran medida

b) Sí, de manera moderada

c) No impacta negativamente

d) No estoy seguro

6. ¿Considera que es posible combinar la actividad pesquera con prácticas de conservación de bosque en su finca?

a) Sí, totalmente compatible

b) Sí, pero requiere ajustes

c) No es muy compatible

d) No es compatible en absoluto

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Sección 2: Cuantificación del impacto en la vegetación nativa (002)

7. ¿Cómo describiría el cambio en la vegetación nativa en su finca en los últimos 5 años?

- a) No disminuyó significativamente
 b) No disminuyó/moderadamente
 c) No ha disminuido
 d) Ha aumentado

8. Por favor, indique a continuación los especies de árboles que se encontraban en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente

9. ¿Ha observado un cambio en la biodiversidad de fauna y flora debido a la fragmentación del bosque en su finca?

- a) Sí, una reducción notable
 b) Sí, una reducción leve
 c) No ha habido cambios
 d) Ha habido un aumento de especies

10. Por favor, indique a continuación las aves de aves que se encontraban en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente

11. ¿Cuál es la principal causa de intervención del bosque en su finca?

- a) Expansión de parcelas
 b) Construcción de infraestructura
 c) Tala para uso agrícola
 d) Otras (especifique) _____

16. ¿Ha recibido capacitaciones previas sobre conservación de bosques y biodiversidad?

- a) Sí, con frecuencia
 b) Sí, pero pocas veces
 c) No he recibido capacitación
 d) No estoy interesado en capacitaciones

19. ¿Considera que el aprendizaje sobre la conservación del bosque puede contribuir a las ganancias pecuarias de su finca?

- a) Sí, definitivamente
 b) Posiblemente
 c) Pocos probable
 d) No tendría ningún impacto

20. ¿Cómo prefiere recibir información sobre conservación y sostenibilidad?

- a) Talleres presenciales (Domingos de campo)
 b) Semanas digitales (vídeos, materiales)
 c) Charlas formativas de corto tiempo
 d) No tengo preferencia

21. ¿Qué tan importante considera la conservación de la biodiversidad en la gestión de su finca?

- a) Muy importante
 b) Moderadamente importante
 c) Poco importante
 d) No es importante

22. ¿En qué nivel considera que la comunidad local está informada sobre la importancia de la conservación del bosque?

- a) Muy informada
 b) Moderadamente informada
 c) Poco informada
 d) Nada informada

Gracias por su participación

11. ¿Cree que la fragmentación del bosque en su finca afecta la calidad del suelo en las áreas de pastoreo?

- a) Sí, afecta considerablemente
 b) Alguna de forma moderada
 c) No tiene impacto notable
 d) No estoy seguro

13. ¿Qué factores pecuarios han contribuido más a la fragmentación del bosque en su finca?

- a) Expansión de áreas de pastoreo
 b) Construcción de infraestructura (jardines, cercas, etc.)
 c) Agricultura adicional a la pecuaria
 d) Otras (especifique) _____

14. ¿Utiliza algún método para monitorear los cambios en la vegetación nativa?

- a) Sí, con el uso de tecnología (drones, imágenes satelitales)
 b) Sí, mediante observación directa
 c) No tengo método de monitoreo
 d) No considero necesario monitorear

15. ¿Está dispuesto a usar tecnología de drones para monitorear la cobertura vegetal en su finca?

- a) Sí, usualmente
 b) Sí, con condiciones específicas
 c) No estoy seguro
 d) No estaría interesado

16. ¿Qué tan útil considera el uso de drones e imágenes espectrales para monitorear la degradación del bosque y biodiversidad en estos países?

- a) Muy útil
 b) Moderadamente útil
 c) Poco útil
 d) Nada útil

Sección 3: Estrategias de Apropiación Social del Conocimiento (010)

17. ¿Estaría interesado en participar en Escuelas de campo para aprender sobre el análisis de imágenes espectrales y conservación de bosques?

- a) Sí, me interesa mucho
 b) Sí, algo interesado
 c) No muy interesado
 d) No estoy interesado en participar

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Apéndice C

Encuesta Alejandro Sánchez

ENCUESTA SOBRE LA FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN FINCAS PECUARIAS EN SAN JOSÉ DEL GUARIPE

INSTRUCCIONES: Por favor seleccione una opción en cada pregunta, que considere represente mejor su experiencia o conocimiento.

Información General del Participante:

Nombre: Alejandro Sanchez

Educación:

a) Menos de 25 años
 b) Entre 25 y 34 años
 c) Entre 35 y 44 años
 d) Entre 45 y 54 años
 e) Más de 55 años

Sexo:

a) Femenino
 b) Masculino
 c) Otro
 d) Prefiero no decirlo

Años de experiencia en actividades pecuarias:

a) Menos de 5 años
 b) Entre 5 y 10 años
 c) Entre 11 y 20 años
 d) Más de 20 años

Nivel de educación alcanzado:

A) Primaria
 B) Secundaria
 C) Técnico o tecnológico
 D) Universitaria
 E) Postgrado

Nombre de la finca y región de ubicación (vered):

Esmeralda - caño blanco 50 hectaras

Sección 1: Caracterización de la Destinación Pecuaria (DEP)

1. ¿Cuál es el uso principal del suelo en su finca?

a) Producción de ganado de carne
 b) Producción de ganado de leche
 c) Agricultura diversificada (café, cacao, etc.)
 d) Otros usos (por favor especifique) _____

2. ¿Qué porcentaje aproximado del área de su finca está destinada a la actividad pecuaria?

a) Menos del 25%
 b) Entre el 25% y el 50%
 c) Entre el 50% y 75%
 d) Más del 75%

3. ¿Qué técnicas utiliza para gestionar el suelo en las áreas pecuarias?

a) Pastoreo racional
 b) Pastoreo extensivo de rotación
 c) Uso de fertilizantes y/o suplementos de calcio
 d) No utiliza ninguna técnica especial

4. ¿Qué tipo de vegetación nativa queda en las áreas de fragmentación de su finca?

a) Bosque secundario
 b) Arbustos y matacrales
 c) Árboles dispersos en estructura de bosque
 d) No queda vegetación nativa

5. ¿Considera que la actividad pecuaria en su finca tiene un impacto negativo en el bosque?

a) Sí, en gran medida
 b) Sí, de manera moderada
 c) No impacta negativamente
 d) No estoy seguro

6. ¿Considera que es posible combinar la actividad pecuaria con políticas de conservación de bosques en su finca?

a) Sí, totalmente compatible
 b) Sí, pero requiere ajustes
 c) No es muy compatible
 d) No es compatible en absoluto

Sección 2: Caracterización del Impacto en la Vegetación Nativa (DEI)

7. ¿Cómo describiría el cambio en la vegetación nativa en su finca en los últimos 5 años?

a) Ha disminuido significativamente
 b) Ha disminuido moderadamente
 c) No ha disminuido
 d) Ha aumentado

8. Por favor, indique a continuación las especies de árboles que se encuentran en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente

9. ¿Ha observado un cambio en la biodiversidad de aves y flora debido a la fragmentación del bosque en su finca?

a) Sí, una reducción notable
 b) Sí, una reducción leve
 c) No ha habido cambios
 d) No he habido un aumento de especies

10. Por favor, indique a continuación las clases de aves que se encuentran en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente

11. ¿Cuál es la principal causa de intervención del bosque en su finca?

a) Expansión de pastos
 b) Construcción de infraestructuras
 c) Tala para uso agrícola
 d) Otros (especifique) _____

12. ¿Cree que la fragmentación del bosque en su finca afecta la calidad del suelo en las áreas de pastoreo?

a) Sí, afecta considerablemente
 b) Afecta de forma moderada
 c) No tiene impacto notable
 d) No estoy seguro

13. ¿Qué factores considera que han contribuido más a la fragmentación del bosque en su finca?

a) Expansión de áreas de pastoreo
 b) Construcción de infraestructuras (carreteras, ríos, etc.)
 c) Agricultura extensiva o la pecuaria
 d) Otros (especifique) _____

14. ¿Utiliza algún método para monitorear los cambios en la vegetación nativa?

a) Sí, con el uso de tecnología (GPS, imágenes satelitales)
 b) Sí, mediante observación directa
 c) No tengo método de monitoreo
 d) No considero necesario monitorear

15. ¿Tiene alguna intención de usar tecnología de drones para monitorear la cobertura vegetal en su finca?

a) Absolutamente
 b) Sí, con condiciones específicas
 c) No estoy seguro
 d) No está interesado

16. ¿Qué tan útil considera el uso de drones e imágenes especiales para monitorear la perturbación del bosque y biodiversidad en estos paisajes?

a) Muy útil
 b) Moderadamente útil
 c) Poco útil
 d) Nada útil

Sección 3: Estrategias de Aproximación Social del Conocimiento (DEA)

17. ¿Está interesado en participar en Escuelas de campo para aprender sobre el análisis de imágenes especiales y conservación de bosques?

a) Sí, me interesa mucho
 b) Sí, algo interesado
 c) No muy interesado
 d) No estoy interesado en participar

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

19. ¿Ha recibido capacitaciones previas sobre conservación de bosques y biodiversidad?

a) Sí, con frecuencia
 b) Sí, pero pocas veces
 c) No ha recibido capacitación
 d) No estoy interesado en capacitaciones

20. ¿Considera que el aprendizaje sobre la conservación del bosque puede contribuir a las políticas pecuarias de su finca?

a) Sí, definitivamente
 b) Posiblemente
 c) Poco probable
 d) No tendría ningún impacto

21. ¿Cómo prefiere recibir información sobre conservación y sostenibilidad?

a) Talleres presenciales (Reuniones de campo)
 b) Recursos digitales (vídeos, manuales)
 c) Charlas formativas de corto tiempo
 d) No tengo preferencia

22. ¿Qué tan importante considera la conservación de la biodiversidad en la gestión de su finca?

a) Muy importante
 b) Moderadamente importante
 c) Poco importante
 d) No es importante

23. ¿En qué nivel considera que la comunidad local está informada sobre la importancia de la conservación del bosque?

a) Muy informada
 b) Moderadamente informada
 c) Poco informada
 d) Nada informada

Gracias por su participación!

Apéndice D

Encuesta Jaime Zambrano

ENCUESTA SOBRE LA FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN FINCAS PEDIÁRRAS EN SAN JOSÉ DEL SURABAMBA

INSTRUCCIONES: Por favor seleccione una opción en cada pregunta, que considere representa mejor su experiencia o conocimiento.

Información General del Participante:

Nombre: Jaime Zambrano

Educación:

a) Menos de 25 años
 b) Entre 25 y 34 años
 c) Entre 35 y 44 años
 d) Entre 45 y 54 años
 e) Más de 55 años

Género:

a) Femenino
 b) Masculino
 c) Otro
 d) Prefiero no decirlo

Años de experiencia en actividades pecuarias:

a) Menos de 5 años
 b) Entre 5 y 10 años
 c) Entre 11 y 20 años
 d) Más de 20 años

Nivel de educación alcanzado:

a) Primaria
 b) Secundaria
 c) Técnica o tecnológica
 d) Universitaria
 e) Postgrado

Nombre de la finca y región de ubicación (veredas):
La Esperanza - El Tigre - Ba hidrocal

Sección 3: Caracterización de la Destinación Pecuaria (2015)

1. ¿Cuál es el uso principal del suelo en su finca?

a) Producción de ganado de carne
 b) Producción de ganado de leche
 c) Agricultura diversificada (café, cacao, etc.)
 d) Otros usos (por favor especificar): _____

2. ¿Cuál porcentaje aproximado del área de su finca está destinada a la actividad pecuaria?

a) Menos del 25%
 b) Entre el 25% y el 50%
 c) Entre el 50% y 75%
 d) Más del 75%

3. ¿Qué técnicas utiliza para gestionar el suelo en las áreas pecuarias?

a) Pastoreo rotacional
 b) Pastoreo alternativo sin rotación
 c) Uso de fertilizantes y/o suplementos de suelo
 d) No utilizo ninguna técnica especial

4. ¿Qué tipo de vegetación nativa queda en las áreas de fragmentación de su finca?

a) Bosque secundario
 b) Arbustos y matorrales
 c) Árboles dispersos sin estructura de bosque
 d) No queda vegetación nativa

5. ¿Considera que la actividad pecuaria en su finca tiene un impacto negativo en el bosque?

a) Sí, en gran medida
 b) Sí, de manera moderada
 c) No impacta negativamente
 d) No estoy seguro

6. ¿Considera que es posible combinar la actividad pecuaria con políticas de conservación de bosques en su finca?

a) Sí, totalmente compatible
 b) Sí, pero requiere ajustes
 c) No es muy compatible
 d) No es compatible en absoluto

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Sección 1: Cuantificación del Impacto en la vegetación nativa (30%)

1. ¿Cómo describiría el cambio en la vegetación nativa en su finca en los últimos 5 años?

a) Ha disminuido significativamente
 b) Ha disminuido moderadamente
 c) No ha disminuido
 d) Ha aumentado

2. Por favor, indique a continuación las especies de árboles que se encuentran en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente
Ceibo Perdomo	Hilipo	Nocuito
Comino	Mazano	Laurel
Cedro Achapo	Iguai	Dormidero
Cochi campo	Cedro	Cedro
	Abasco de Río	Guano
		Palma Asa
		Palma
		Dormidero

3. ¿Ha observado un cambio en la biodiversidad de fauna y flora dentro a la fragmentación del bosque en su finca?

a) Sí, una reducción notable
 b) Sí, una reducción leve
 c) No ha habido cambios
 d) Ha habido un aumento de especies

4. Por favor, indique a continuación las clases de aves que se encuentran en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente
Aguija Pericada	Martin Pericada	Cunario Espinado
Picudo Negro	Picudo Guineal	Tingano Tingueta
Saltito de roca	Picudo Anzuelo	Capindero Limado
Loro de la montaña	Alcaraván	Loro
Caracara	Caracara	Sordacaminos
Halcon Anzuelo	Anzuelo	Luz Pío Gris
		Mirlos
		Carancho

5. ¿Cuál es la principal causa de intervención del bosque en su finca?

a) Expansión de pastos
 b) Construcción de infraestructuras
 c) Tala para uso agrícola
 d) Otros (especificar) _____

5. ¿Cree que la fragmentación del bosque en su finca afecta la calidad del suelo en las áreas de pastoreo?

a) Sí, afecta considerablemente
 b) Afecta de forma moderada
 c) No tiene impacto notable
 d) No estoy seguro

6. ¿Qué factores considera que han contribuido más a la fragmentación del bosque en su finca?

a) Expansión de áreas de pastoreo
 b) Construcción de infraestructuras (carreteras, cercas, etc.)
 c) Agricultura adyacente a la parcela
 d) Otros (especificar) _____

7. ¿Utiliza algún método para monitorear los cambios en la vegetación nativa?

a) Sí, con el uso de tecnología (drones, imágenes satelitales)
 b) Sí, mediante observación directa
 c) No tengo método de monitoreo
 d) No considero necesario monitorear

8. ¿Estaría dispuesto a usar tecnología de drones para monitorear la cobertura vegetal en su finca?

a) Sí, absolutamente
 b) Sí, con condiciones específicas
 c) No estoy seguro
 d) No estaría interesado

9. ¿Cuál tan útil considera el uso de drones e imágenes espectrales para monitorear la perturbación del bosque y biodiversidad en esta parcela?

a) Muy útil
 b) Moderadamente útil
 c) Poco útil
 d) Nada útil

Sección 2: Estrategias de Aproximación Social del Conocimiento (30%)

10. ¿Ha recibido capacitaciones previas sobre conservación de bosques y biodiversidad?

a) Sí, con frecuencia
 b) Sí, pero pocas veces
 c) No ha recibido capacitación
 d) No estoy interesado en capacitaciones

11. ¿Considera que el aprendizaje sobre la conservación del bosque puede contribuir a las prácticas pecuarias de su finca?

a) Sí, definitivamente
 b) Posiblemente
 c) Poco probable
 d) No tendría ningún impacto

12. ¿Cómo prefiere recibir información sobre conservación y sostenibilidad?

a) Talleres presenciales (Escuelas de campo)
 b) Talleres digitales (vídeos, manuales)
 c) Charlas formativas de corta duración
 d) No tengo preferencia

13. ¿Qué tan importante considera la conservación de la biodiversidad en la gestión de su finca?

a) Muy importante
 b) Moderadamente importante
 c) Poco importante
 d) No es importante

14. ¿En qué nivel considera que la comunidad local está informada sobre la importancia de la conservación del bosque?

a) Muy informada
 b) Moderadamente informada
 c) Poco informada
 d) Nada informada

¡Gracias por su participación!

15. ¿Ha recibido capacitaciones previas sobre conservación de bosques y biodiversidad?

a) Sí, con frecuencia
 b) Sí, pero pocas veces
 c) No ha recibido capacitación
 d) No estoy interesado en capacitaciones

16. ¿Considera que el aprendizaje sobre la conservación del bosque puede contribuir a las prácticas pecuarias de su finca?

a) Sí, definitivamente
 b) Posiblemente
 c) Poco probable
 d) No tendría ningún impacto

17. ¿Cómo prefiere recibir información sobre conservación y sostenibilidad?

a) Talleres presenciales (Escuelas de campo)
 b) Talleres digitales (vídeos, manuales)
 c) Charlas formativas de corta duración
 d) No tengo preferencia

18. ¿Qué tan importante considera la conservación de la biodiversidad en la gestión de su finca?

a) Muy importante
 b) Moderadamente importante
 c) Poco importante
 d) No es importante

19. ¿En qué nivel considera que la comunidad local está informada sobre la importancia de la conservación del bosque?

a) Muy informada
 b) Moderadamente informada
 c) Poco informada
 d) Nada informada

¡Gracias por su participación!

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Apéndice E

Encuesta Luis Salamanca

ENCUESTA SOBRE LA FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN FINCAS PECUARIAS EN SAN JOSÉ DEL GUAYABE

INSTRUCCIONES: Por favor seleccione una opción en cada pregunta, que considere representa mejor su experiencia o conocimiento.

Información General del Participante:

Nombre: Luis Salamanca

Educación:

- a) Menos de 25 años
- b) Entre 25 y 34 años
- c) Entre 35 y 44 años
- d) Entre 45 y 54 años
- e) Más de 55 años

Género:

- a) Femenino
- b) Masculino
- c) Otro
- d) Prefiero no decirlo

Años de experiencia en actividades pecuarias:

- a) Menos de 5 años
- b) Entre 5 y 10 años
- c) Entre 11 y 20 años
- d) Más de 20 años

Nivel de educación alcanzado:

- A) Primaria
- B) Secundaria
- C) Técnica o tecnológica
- D) Universitaria
- E) Postgrado

Nombre de la finca y región de ubicación (jerarquizada):

Moravia - caño blanco a 100 has

Sección 1: Caracterización del impacto en la vegetación nativa (2012)

7. ¿Cómo describiría el cambio en la vegetación nativa en su finca en los últimos 5 años?
- a) No disminuyó significativamente
 - b) Ha disminuido moderadamente
 - c) No ha disminuido
 - d) Ha aumentado

8. Por favor, indique a continuación los especies de árboles que se encontraban en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran:

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente

9. ¿Ha observado un cambio en la biodiversidad de fauna y flora debido a la fragmentación del bosque en su finca?
- a) Sí, una reducción notable
 - b) Sí, una reducción leve
 - c) No ha habido cambios
 - d) No he habido un aumento de especies

10. Por favor, indique a continuación las clases de aves que se encontraban en su finca en hace 20 años, 10 años y ahora cuáles se encuentran:

Hace 20 años	Hace 10 años	Actualmente

11. ¿Cuál es la principal causa de intervención del bosque en su finca?
- a) Expansión de pastizales
 - b) Construcción de infraestructuras
 - c) Tala para uso agrícola
 - d) Otros (especificar) _____

Sección 1: Caracterización de la Destilable Pecosa (DEE)

1. ¿Cuál es el uso principal del suelo en su finca?
- a) Producción de ganado de carne
 - b) Producción de ganado de leche
 - c) Agricultura diversificada (café, cacao, etc.)
 - d) Otros usos (por favor especifique) _____
2. ¿Qué porcentaje aproximado del área de su finca está destinado a la actividad pecuaria?
- a) Menos del 25%
 - b) Entre el 25% y el 50%
 - c) Entre el 50% y 75%
 - d) Más del 75%
3. ¿Qué técnicas utiliza para gestionar el suelo en las áreas pecuarias?
- a) Pastoreo rotacional
 - b) Pastoreo extensivo sin rotación
 - c) Uso de fertilizantes y/o suplementos de suelo
 - d) No utiliza ninguna técnica especial
4. ¿Qué tipo de vegetación nativa queda en las áreas de fragmentación de su finca?
- a) Bosque secundario
 - b) Árboles y matorrales
 - c) Árboles dispersos sin estructura de bosque
 - d) No queda vegetación nativa
5. ¿Considera que la actividad pecuaria en su finca tiene un impacto negativo en el bosque?
- a) Sí, en gran medida
 - b) Sí, de manera moderada
 - c) No impacta negativamente
 - d) No estoy seguro
6. ¿Considera que es posible combinar la actividad pecuaria con prácticas de conservación de bosque en su finca?
- a) Sí, totalmente compatible
 - b) Sí, pero requiere ajustes
 - c) No es muy compatible
 - d) No es compatible en absoluto

12. ¿Cree que la fragmentación del bosque en su finca afecta la calidad del suelo en las áreas de pastoreo?
- a) Sí, afecta considerablemente
 - b) Afecta de forma moderada
 - c) No tiene impacto notable
 - d) No estoy seguro
13. ¿Qué factores considere que han contribuido más a la fragmentación del bosque en su finca?
- a) Expansión de áreas de pastoreo
 - b) Construcción de infraestructura (carreteras, cercas, etc.)
 - c) Agricultura adicional a la pecuaria
 - d) Otros (especificar) _____
14. ¿Utiliza algún método para monitorear los cambios en la vegetación nativa?
- a) Sí, con el uso de tecnología (drones, imágenes satelitales)
 - b) Sí, mediante observación directa
 - c) No tengo método de monitoreo
 - d) No considero necesario monitorear
15. ¿Estaría dispuesto a usar tecnología de drones para monitorear la cobertura vegetal en su finca?
- a) Sí, absolutamente
 - b) Sí, con condiciones específicas
 - c) No estoy seguro
 - d) No estaría interesado
16. ¿Qué tan útil considere el uso de drones e imágenes espectrales para monitorear la perturbación del bosque y biodiversidad en estas paisajes?
- a) Muy útil
 - b) Moderadamente útil
 - c) Poco útil
 - d) Nada útil

Sección 2: Estrategias de Aproximación Social del Conservante (DCE)

17. ¿Estaría interesado en participar en focuajes de campo para aprender sobre el análisis de imágenes espectrales y conservación de bosques?
- a) Sí, me interesa mucho
 - b) Sí, algo interesado
 - c) No muy interesado
 - d) No estoy interesado en participar

FRAGMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

18. ¿Ha recibido capacitaciones previas sobre conservación de bosques y biodiversidad?

- a) Sí, con frecuencia
- b) Sí, pero pocas veces
- c) No he recibido capacitación
- d) No estoy interesado en capacitaciones

19. ¿Considera que el aprendizaje sobre la conservación del bosque puede contribuir a las prácticas pecuarias de su finca?

- a) Sí, substancialmente
- b) Posiblemente
- c) Poco probable
- d) No tendría ningún impacto

20. ¿Cómo prefiere recibir información sobre conservación y sostenibilidad?

- a) Talleres presenciales (Escuelas de campo)
- b) Recursos digitales (vídeos, manuales)
- c) Charlas formativas de corto tiempo
- d) No tengo preferencia

21. ¿Qué tan importante considera la conservación de la biodiversidad en la gestión de su finca?

- a) Muy importante
- b) Moderadamente importante
- c) Poco importante
- d) No es importante

22. ¿En qué nivel considera que la comunidad local está informada sobre la importancia de la conservación del bosque?

- a) Muy informada
- b) Moderadamente informada
- c) Poco informada
- d) Nada informada

¡Gracias por su participación!